

PROJE SONUÇ RAPORU



T.C.

TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI

Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü

GÜDÜMLÜ PROJE SONUÇ RAPORU

**ÇELTİKTE DAMLA SULAMA SİSTEMLERİNİN KULLANIM
OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

**BAFRA OVASI KOŞULLARINDA ÇELTİKTE DAMLA SULAMA SİSTEMLERİNİN
KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

TAGEM/TSKAD/G/19/A9/P3/01-4

**Dr. Mehmet TAŞAN
Dr. Ashhan CANTÜRK
Dr. Demet YILDIRIM
Dr. Murat BİROL
Dr. Sevda TAŞAN
Prof. Dr. Hakan ARSLAN
Prof. Dr. Bilal CEMEK
Dr. Rasim ÜNAN
Melih ENGİNSU
Nagehan ÇİL TURGUT**

Danışman: Prof. Dr. Recep ÇAKIR

Yürütücü Kuruluş

KARADENİZ TARIMSAL ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Haziran/2021

SAMSUN

Önsöz

Çeltik sıcak iklim bitkisi olup tahıllar içerisinde ekonomik açıdan önemli bir yere sahiptir. Dünyada ekiliş alanı bakımından mısırdan sonra ikinci sırada yer alan çeltik ülkemizde de başta Trakya olmak üzere Karadeniz, Ege, Akdeniz ve İç Anadolu bölgelerinde tarımı yapılmaktadır. Samsun ili ise Edirne'den sonra en fazla ekiliş ve üretim miktarıyla başı çekmektedir.

Günümüzde artan nüfusa bağlı olarak gıda, giyecek ve barınmaya olan talebi sürekli artış göstermektedir. Bununla birlikte kıt kaynaklardan olan suyun ve toprağın önemi bir kat daha artmaktadır. Çeltik üretiminde dünya verilerine bakıldığında geleneksel tava yöntemi ile yetiştiricilik için ortalama 4000-5000 mm sulama suyu ihtiyacı olduğu bilinmektedir.

Bu bağlamda kıt kaynakların (su, toprak, enerji vb.) sürdürülebilir kullanımıyla birlikte ülke ekonomisine katkısı yüksek olan tarımsal ürünlerden çeltiğin yetiştiriciliğinde suyun optimum kullanımı ve buna bağlı verimde önemli ölçüde kayıplar olmaksızın üretim yapılması gelecek nesiller açısından da önem arz etmektedir.

Bahse konu olan çalışma, çeltik tarımının % 26'sının yapıldığı Karadeniz Bölgesi'nde bulunan Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğüne bağlı, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yürütülmüştür. Proje sonuçlarına göre çeltiğin damla sulama yöntemi ve uygun sulama programı ile birlikte önemli miktarda verim kaybı olmaksızın geleneksel tavaya göre % 70-80 oranında su tasarruf edilerek yetiştiriciliği ve üretiminin yapılabileceği ortaya koyulmuştur. Bununla birlikte damla sulama yöntemi ile sulanan çeltik bitkisi için uygun sulama programı da elde edilmiştir.

Araştırmanın sonuçları başta çiftçiler olmak üzere akademisyen, araştırmacı, suyun yönetilmesinde karar vericilere, planlayıcılara altlık ve yol gösterici bir kaynak olması yanında su kaynaklarının etkin kullanılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Araştırmanın hazırlanması, planlaması, yürütülmesi, arazi ve laboratuvar ölçüm, gözlem ve deneylerinin yapılması, sonuçların değerlendirilerek raporlanması aşamasında kadar olan tüm aşamalarda emeği geçen ve katkıda bulunan herkese teşekkür ederim.

Doç. Dr. Kibar AK

Enstitü Müdürü

İçindekiler

İçindekiler.....	ii
Kısaltma Tanımları:	iv
Çizelge Listesi.....	vi
Şekil Listesi.....	vii
1. Giriş.....	1
2. Literatür Özeti.....	3
2.1. Genel bilgiler	3
2.2. Sulama çalışmaları.....	5
3. Materyal ve Metot.....	13
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Araştırma yeri ve iklimi	13
3.1.2. Tarımsal yapı ve üretim	15
3.1.3. Araştırma yeri toprak özellikleri	16
3.1.4. Araştırmada kullanılan su kaynağının özellikleri.....	17
3.1.5. Araştırmada kullanılan bitki çeşidi	17
3.1.6. Araştırmada kullanılan sulama sistemleri	18
3.1.7. Günlük buharlaşma miktarının ölçülmesi	19
3.1.8. Denemede kullanılan cihazlar ve özellikleri	19
3.2. Metot	19
3.2.1. Deneme metodu, konuları ve araştırmanın yürütülmesinde kullanılacak yöntemler	19
3.2.2. Analiz ve inceleme.....	20
3.2.3. Tarımsal işlemler, gözlemler ve ölçümler.....	21
3.2.4. Analiz ve değerlendirme	25
3.2.5. Ekonomik analiz	26
4. Bulgular ve Tartışma	27
4.1. İklim verileri	27
4.2. Tarımsal İşlemler	28
4.3. Uygulanan sulama suyu miktarları	29
4.4. Toprak su içeriği	31
4.5. Damla sulama koşullarında bitki su tüketimi değerleri	33
4.6. Çeltik verimi	34
4.7. Su kullanım randımanı (WUE) ve sulama suyu üretkenliği (WP).....	35
4.8. Damla sulama uygulanan parsellerde bitki su tüketimi (ET)-verim ilişkileri (Y)	37
4.9. Sulama suyu-verim ilişkileri (Y)	37
4.10. Bitki boyu	38
4.11. Verim bileşenleri	39
4.11.1. M ² 'de salkım sayısı.....	39
4.11.2. Bin dane ağırlığı (g).....	39

4.11.3.	Salkımda dane sayısı.....	40
4.11.4.	Salkım uzunluğu (cm).....	41
4.11.5.	Hasat indeksi.....	41
4.11.6.	Kırıklı ve kırksız randıman.....	42
4.11.7.	Çeltikte hektolitre ağırlığı.....	44
4.11.8.	Ekonomik analiz	45
5.	Sonuç ve Öneriler	46
6.	Kaynaklar	48
7.	Ekler	53
8.	Özgeçmiş	61
9.	PROJE SONUÇLARININ UYGULAMAYA AKTARILMA PLANI.....	66
10.	El Broşür (Liflet) Örneği.....	68

Kısaltma Tanımları:

%	: Yüzde
(NH ₄) ₂ SO ₄	: Amonyum sülfat
ΔW	: İzlenen toprak derinliğinde rutubet değişimi, (mm)
A	: Parsel alanı (m ²)
B	: Bor
Ca	: Kalsiyum
CaCO ₃	: Kalsiyum karbonat
Cl	: Klor
cm	: Santimetre
CO ₃ ⁻²	: Karbonat
da	: Dekar
DAP	: Diamonyum fosfat
dS m ⁻¹	: Desisimens metre
EC	: Elektriksel iletkenlik
Epan	: Buharlaşma kabında buharlaşan su miktarı (mm)
ET	: Bitki su tüketimi (mm)
Ey	: Ekonomik Verim (Birim alandan elde edilen verim)
g	: Gram
GSÜD	: Gayrisafi üretim değeri
h	: Saat
ha	: Hektar
HCO ₃ ⁻	: Bikarbonat
I	: Sulama suyu miktarı (L)
WP	: Sulama suyu kullanım randımanı (kg m ⁻³)
K	: Potasyum
kg	: Kilogram
KHGM	: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü
k _p	: Pan katsayısı (denemede alt konu olarak verilen k katsayıları)
L	: Litre
m	: Metre
m ²	: Metrekare
m ³	: Metreküp
mg	: Miligram
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
mm	: Milimetre
Na	: Sodyum
°C	: Santigrat derece
OM	: Organik madde

P	: Islatılan alan yüzdesi (%)
P	: Yağış (mm)
P	: Fosfor
pH	: Hidrojen iyonu konsantrasyonu (-) logaritması
ppm	: Milyonda bir kısım
Q	: Derine süzülme (-) veya kapilar yükselme (+)
R	: Yüzey akış, (mm)
RSC	: Artık sodyum karbonat
SAR	: Sodyum adsorbsiyon oranı
SN	: Solma noktası
SO ₄	: Sülfat
t	: Ton
TK	: Tarla kapasitesi
TL	: Türk Lirası
TS	: Tava sulama
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
YA	: Yüzeyaltı damla sulama
YÜ	: Yüzey üstü damla sulama
Zn	: Çinko

Çizelge Listesi

Çizelge 3.1 Bafra ilçesine ait bazı iklim parametreleri*	14
Çizelge 3.2 Bafra ilçesi 2019-2020 yılı bazı iklim verileri (MGM, 2020).....	15
Çizelge 3.3 Bafra ilçesi bitkisel üretim miktarları	16
Çizelge 3.4 Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri.....	17
Çizelge 3.5 Deneme yeri toprağının verimlilik analiz sonuçları	17
Çizelge 3.6 Araştırmada kullanılacak sulama suyunun bazı kimyasal özellikleri.....	17
Çizelge 3.7 Toprak örneklerinde kullanılan analiz yöntemleri	21
Çizelge 3.8 Uygulanan gübreler ve uygulama tarihleri.....	23
Çizelge 3.1 Herbisit uygulamaları ve tarihleri	24
Çizelge 4.1 2019 yılı aylık, ortalama, maksimum, minimum sıcaklık ve yağış değerleri.....	27
Çizelge 4.2 2020 yılı aylık, ortalama, maksimum, minimum sıcaklık ve yağış değerleri.....	28
Çizelge 4.3 Araştırma yıllarında tarımsal işlemler, uygulamalar ve gözlemler	29
Çizelge 4.4 Deneme konuları.....	30
Çizelge 4.5 Uygulanan sulama suyu miktarları ve sulama sayıları	30
Çizelge 4.6 Damla sulama koşullarında deneme konularının aylık ve mevsimlik su tüketimleri (2019 yılı)	33
Çizelge 4.7 Damla sulama koşullarında deneme konularının aylık ve mevsimlik su tüketimleri (2020 yılı)	34
Çizelge 4.8 Verime ilişkin değerler ve LSD gruplandırması	34
Çizelge 4.9 Konulara göre su kullanım randımanları.....	35
Çizelge 4.10 2019 yılı deneme konuları oransal verim azalışı ve sulama suyu tasarrufu	36
Çizelge 4.11 2020 yılı deneme konuları oransal verim azalışı ve sulama suyu tasarrufu	36
Çizelge 4.12 Bitki boylarına ilişkin değerler ve LSD gruplandırması	38
Çizelge 4.13 M ² 'de salkım sayısına ilişkin değerler ve LSD gruplandırması	39
Çizelge 4.14 Çeltik bin tane ağırlığına ilişkin değerler ve LSD gruplandırması.....	40
Çizelge 4.15 Salkımda dane sayısına ilişkin değerler ve LSD gruplandırması	41
Çizelge 4.16 Salkım uzunluğuna ilişkin değerler ve LSD gruplandırması	41
Çizelge 4.17 Hasat indeksine ilişkin değerler ve LSD gruplandırması	42
Çizelge 4.18 Kırıklı randımana ilişkin değerler ve LSD gruplandırması.....	43
Çizelge 4.19 Kıraksız randımana ilişkin değerler ve LSD gruplandırması.....	44
Çizelge 4.20 Hektolitre ağırlığına ilişkin değerler ve LSD gruplandırması	44
Çizelge 4.21 Ekonomik analiz	45

Şekil Listesi

Şekil 1.1 2011-2020 Yılları arası Türkiye çeltik ekim alanları (da) ve ortalama verimler (kg da ⁻¹)	1
Şekil 2.1 Çeltik tarımına potansiyel uygun alanlar haritası (Peşkircioğlu ve ark., 2013).....	4
Şekil 3.1 Deneme alanının yeri ve konumu	13
Şekil 3.2 Bafra ilçesi uzun yıllar sıcaklık ve yağışın mevsimlik değişimi (1987-2019)	14
Şekil 3.3 Yıllara göre çeltik üretiminin yapıldığı döneme ait günlük yağış miktarları	15
Şekil 3.4 Rekor CL.....	18
Şekil 3.5 Standart A-tipi buharlaşma kabı	19
Şekil 3.6 Denemeye ait kroki ve parsel durumu	20
Şekil 4.1 2019 yılı minimum, maksimum sıcaklık ve yağış değerleri.....	27
Şekil 4.2 2020 yılı minimum, maksimum sıcaklık ve yağış değerleri.....	28
Şekil 4.3 2019 yılı zamana göre toprak nem içeriği (90 cm)	32
Şekil 4.4 2020 yılı zamana göre toprak nem içeriği (90 cm)	33
Şekil 4.5 Damla sulama uygulamalarında bitki su tüketimi verim ilişkisi	37
Şekil 4.6 Sulama suyu verim ilişkisi	38

Özet

Bu araştırma çeltik yetiştiriciliğinde kullanılan tava sulama yöntemi ile yüzeyüstü damla sulama yöntemlerinin karşılaştırılması ve damla sulama yönteminin kullanılabilirliğini ortaya koymak amacı ile Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsüne ait Bafra Deneme istasyonunda 2019-2020 yıllarında yürütülmüştür.

Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre dört konulu üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Sulama konuları tava sulama yönteminde daimi olarak su seviyesinin 10 cm yükseklikte tutulması, damla sulamada ise A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmanın 1.00, 1.25 ve 1.50 (Epan:1.00, Epan:1.25, Epan:1.50) katı olacak şekilde oluşturulmuştur. Çeltik çeşidi olarak IMI toleranslı Rekor CL çeşidi kullanılmıştır. Damla sulama yönteminde lateraller arası mesafe 60 cm ve damlaticılar arası mesafe ise 40 cm olacak şekilde sistem tertibi yapılmıştır. Çalışmada farklı sulama yöntemi ve farklı sulama düzeylerinin çeltik bitkisinin verim ve verim parametreleri üzerine olan etkileri incelenmiştir.

Deneme sonuçlarına göre damla sulama ve tava sulama yöntemleri arasında incelenen verim ve verim bileşenleri bakımından farkın istatistiksel olarak önemli düzeylerde çıkmıştır. Tava sulama yönteminde 2019 ve 2020 yıllarında sırası ile 909 kg da⁻¹ ve 911 kg da⁻¹ verim elde edilmiştir. Damla sulama yönteminde ise en yüksek iki yıllık ortalama verim 850 kg da⁻¹ ile I₃ konusunda elde edilirken, diğer damla sulama konuları olan I₁ ve I₂'den 665 kg da⁻¹ ve 774 kg da⁻¹ verim alınmıştır. Denemenin iki yıllık sonuçlarına göre öne çıkan I₃ konusu ile tava sulama yöntemi kıyaslandığında damla sulama ile sulanan alandan elde edilen verim kaybı yaklaşık olarak %7 seviyesinde gerçekleşirken %71 oranında su tasarrufu elde edilebileceği ortaya konulmuştur.

Ayrıca denemeden elde edilen verilerden yararlanılarak ekonomik analizde yapılmıştır. Ekonomik analiz sonuçlarına göre en yüksek nisbi karlılık oranı I₃ konusunda (1.62) bulunurken, bu değer sırası ile tava sulamada (1.54), I₂ konusunda (1.50) ve I₁ konusunda (1.31) olarak hesaplanmıştır. Araştırma sonucuna göre hem su tasarrufu ve verim, hem de ekonomik olarak değerlendirildiğinde 1.50 Epan katsayısına sahip I₃ konusunun diğer deneme konularına göre daha avantajlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çeltik, damla sulama, tava sulama, verim, su tasarrufu

Abstract

Investigation of the Usage Opportunities Drip Irrigation Systems in Rice Growing in Bafra Plain Conditions

This study was carried out to compare conventional flood irrigation and surface drip irrigation methods and to present the usage opportunities of drip irrigation methods in rice farming between 2019-2020 at the Bafra Experimental Station of the Black Sea Agricultural Research Institute.

The study was conducted according to the design of the randomized block with three replications on four irrigation subjects. Irrigation subjects were created to 1.00, 1.25 and 1.50 (Epan:1.00, Epan:1.25, Epan:1.50) times the evaporation from the class A-pan in drip irrigation and the conventional flood irrigation plots keep the water level at the height of 10 cm permanently. Rekor CL variety with IMI tolerance was used as paddy variety. The irrigation system was arranged distance between the laterals is 60 cm and distance between the drippers is 40 cm in the drip irrigation method. In the study, the effects of different irrigation methods and different irrigation levels on the yield and yield parameters of the rice plant were investigated.

According to research results, the difference between drip irrigation and conventional flood irrigation methods in terms of yield and yield components was statistically significant. Rice yields were obtained 909 kg da⁻¹ and 911 kg da⁻¹ in 2019 and 2020 at the conventional flood irrigation method, respectively. In the drip irrigation method, the highest two-year average yield was obtained for I₃ subject with 850 kg da⁻¹, while the other drip irrigation subjects I₁ and I₂ yielded 665 kg da⁻¹ and 774 kg da⁻¹. When the I₃ issue is compared with the conventional flooding method, it has been revealed that while the yield loss from the area irrigated with drip irrigation is approximately %7, water savings can be achieved at the rate of %71 in regard to the two-year results of the experiment.

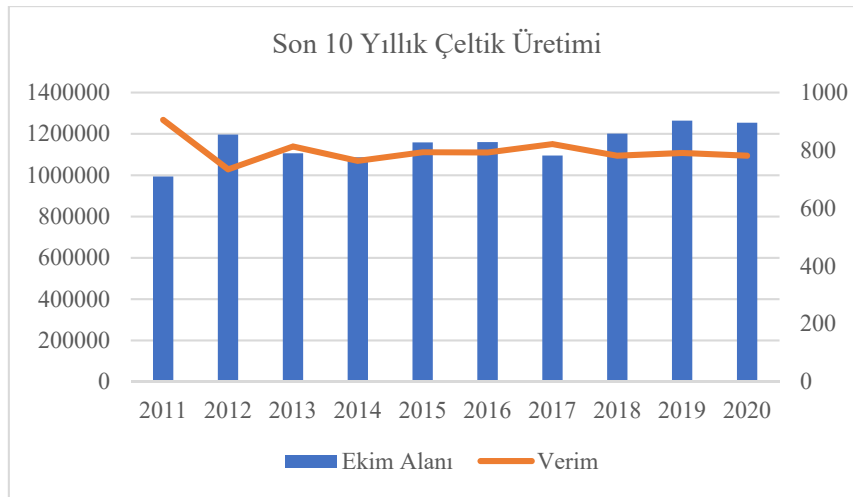
In addition, economic analysis was made using the data obtained from the experiment. According to the results of the economic analysis, while the highest relative profitability ratio was found for I₃ (1.62), this value was calculated for conventional flood irrigation subject (1.52), I₂ (1.50) and I₁ (1.31) subjects, respectively. If considering the results of the research, It has been concluded that the I₃ subject with 1.50 Epan coefficient is more advantageous than the other irrigation subjects when evaluated both in terms of water-saving and efficiency and economically.

Keywords: Rice, drip irrigation, flood irrigation, yield, water-saving

1. Giriş

Çeltik, tüm dünyada en fazla sayıda insanın en yaygın temel gıda kaynağı olması nedeniyle gerek Dünya tarımında gerek Ülkemiz tarımında en önemli tarımsal ürünler arasında yer almaktadır. Artan dünya nüfusunun ihtiyaç duyulan gıda talebini karşılamak için önümüzdeki yıllarda da bu önemini sürdüreceği düşünülmektedir. Vejetasyon süreci boyunca sürekli suya ihtiyaç duyan bu bitkinin arttırılmayan su kaynakları ile birlikte üretim alanlarının arttırılması mümkün gözükmemektedir. Aksine mevcut üretim alanlarında daralmalar meydana gelmesi daha olası gözükmemektedir.

Ülkemizde 2020 yılı üretim sezonunda 1.25 milyon dekar alanda çeltik üretimi yapılmıştır. Tüm coğrafi bölgelerde yetiştiricilik yapılmasına rağmen toplam üretimin %41'i Edirne ilinde gerçekleşmektedir. Edirne, Samsun, Balıkesir ve Çanakkale illeri toplam çeltik üretimin yaklaşık %80'ini karşılamaktadır. Son on yıllık üretime bakıldığında her yıl ortalama 1.1 milyon dekar alanda üretim yapıldığı ve ortalama verimin 800 kg da⁻¹ olduğu görülmektedir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 2011-2020 Yılları arası Türkiye çeltik ekim alanları (da) ve ortalama verimler (kg da⁻¹)

Dünya yüzeyinde en fazla üretimin yapıldığı Asya kıtasında doğal yağışlarla sular altında kalan alanlarda çeltik yetiştiriciliğinin yapılması sürdürülebilir olmasına rağmen, ülkemiz gibi su zengini olmayan ülkelerde yaygın olarak kullanılan salma sulama yöntemiyle yetiştiriciliğinin yapılması sürdürülebilir değildir.

Geleneksel yöntem olarak tabir edilen tava usulü çeltik yetiştiriciliğinde su, enerji ve işçilik giderleri artmaktadır. Sürekli su altında kalan toprağın fiziksel ve kimyasal yapısı bozulmaktadır. Yüzey buharlaşması ve derine sızmalar sonucunda uygulanan sulama suyunun büyük bir kısmı kullanılmadan kaybolmaktadır. Tüm bu sebeplerden dolayı önemli bir tarla bitkisi olan çeltiğin daha az suya ihtiyaç duyulan, sürdürülebilir üretim teknikleri ile yetiştiriciliğinin yapılması zorunlu hale gelmektedir.

Tüm bitkilerde olduğu gibi çeltik yetiştiriciliğinde de bitki besin elementlerine, ekonomik zarar eşliğine göre bitki hastalık ve zararlılarıyla mücadeleye, ekolojik koşullardan sıcaklığa ve suya ihtiyaç duyulmaktadır. Bitki besin elementlerinin ve zirai mücadele ürünlerinin doğallarının yetersiz olduğu durumlarda sentetiklerinin kullanılması mümkün olduğu halde ekolojik koşulların sentetiginin veya muadilinin kullanılması mümkün değildir. Bitkinin ihtiyaç duyduğu su, bitkinin ihtiyaç duyduğu anda verilmelidir. Bu yönüyle çeltik üretiminde ülkemizde kısıtlayıcı en önemli faktör su kaynaklarının yetersiz olmasıdır.

Birçok bölgemizde çeltik işleme fabrikalarının bulunması; üreticilerin çeltik yetiştiriciliği konusunda yeterli tecrübeye ve bilgi birikimine sahip olması; özellikle çeltik üretiminin büyük kısmının sağlandığı Trakya Bölgesinde lazerli tesviye makinesi, hububat kurutma makinası, biçerdöver ve traktör gibi çeltik üretimi için elzem olan mekanizasyon altyapısının çok güçlü olması; ürün pazarlamasında sorunun olmaması; pazar sıkıntısı olduğunda Toprak Mahsulleri Ofisi gibi devlet iştiraklerinin devreye girerek piyasayı dengeleyebilmesi; yerli çeşitlerimiz sayesinde tohumda dışa bağımlılığımız yok denecek kadar az olması, ülkemiz çeltik üretiminin güçlü yönlerini oluşturmaktadır.

Çeltik üretiminde güçlü yönlerin çokluğu yanında dünya verim ortalamasının üzerinde ortalama verim alınmasını getirmektedir. Güçlü yönler ve zayıf yönler değerlendirildiğinde tün dünya ve ülkemiz için önemli tarımsal ürünlerden olan ve üretiminde büyük bir başarıya ve tecrübeye sahip olduğumuz çeltik üretiminin ülkemiz sınırları içerisinde artarak devam etmesi gerekmektedir. Fakat mevcut su varlığımız göz önünde bulundurulduğunda çeltik üretiminin geleneksel sulama yöntemleriyle artırılmasının mümkün olmadığı gibi daha da azalacağı gerçeği öne çıkmaktadır.

Bu gerçek tüm tarım sektöründe olduğu gibi çeltik üretim sektöründe de doğru planlanmış ve doğru yönetilen sulama sistemlerinin kullanılmasını zaruri hale getirmiştir. Gelişen sulama teknolojileri, tarımda kullanılan her damla suyun hesaplanabildiği, yönetilebildiği ve yönlendirilebildiği sistemlerin tarım alanlarında kullanılmasına imkân sağlamaktadır. Sulama suyunun kaynağından alınıp bitki kök bölgesine getirilinceye kadar sulama kayıplarının en aza indirildiği basınçlı sulama sistemleri ülkemizde de son yıllarda yoğun olarak kullanılmaktadır.

Yürütülen bu çalışmada, geleneksel sulama yöntemi ile yetiştiriciliğinde çok fazla su kullanılan çeltik bitkisinin yüzeyaltı ve yüzeyüstü damla sulama yöntemlerinin kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bununla birlikte, çeltik yetiştiriciliğinde damla sulama yöntemlerinin kullanılması, yabancı ot sorununu da beraberinde getirdiğinden, projede damla sulama yöntemlerinin yanı sıra, yabancı ot mücadelesi de kontrollü bir şekilde yapılmış, yabancı ot sorununa çözüm getirilmeye çalışılmıştır.

Çeltik yetiştiriciliğinde alternatif yüzaltı ve yüzeyüstü damla sulama yöntemleri ile sulama programları oluşturulmuş ve oluşturulan bu programlar ile bölgedeki su ve toprak kaynaklarının korunmasının sağlandığı gibi, tasarruf edilen su ile daha fazla alan sulanabileceği ortaya çıkmıştır.

Proje çıktılarının uygulamaya aktarılması ile çiftçi ekonomisi ile bölge kalkınmasına ve dolayısıyla ülke ekonomisine katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

2. Literatür Özeti

2.1. Genel bilgiler

Toprak ve su kaynakları geçmişte olduğu gibi günümüzde sınırlı ve kıt doğal kaynaklardır. İnsanoğlu için günümüzde diğer bir sorunda beslenme ve barınma olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda kıt ve sınırlı olan bu doğal kaynakların insanoğlunun beslenme gereksinimlerinin karşılanmasında sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Ülkemiz tarımsal arazi varlığını ve mevcut su kaynaklarının artırılabilmesi mümkün değildir. Bu durumun çözülmesinde var olan arazi ve su kaynakları ile kaliteli tohum kullanımı, uygun gübreleme miktar ve stratejileri, uygun toprak işleme ve kültürel faaliyetlerin yanında bilinçli ve teknik açıdan uygun sulama yöntemlerinin kullanılması ile mümkün olabilecektir.

Çeltik en eski kültür bitkilerinden biridir. Gen merkezinin Güneydoğu Asya, Hindistan ve Çin olduğu tahmin edilmektedir. Tahıllar içerisinde çeltik, Dünya’da ekim alanı yönünden buğdaydan, üretimde ise mısırdan sonra ikinci sırada gelmekte olup dünya nüfusunun yarısından fazlasının temel besinidir (Sürek ve ark., 2016). Bazı verilere göre, 1990 ve 2025 yılları arasında, dünya çeltik üretiminin, artan dünya nüfusunu besleyebilmesi için yılda % 1.7 oranında artması gerekmektedir.

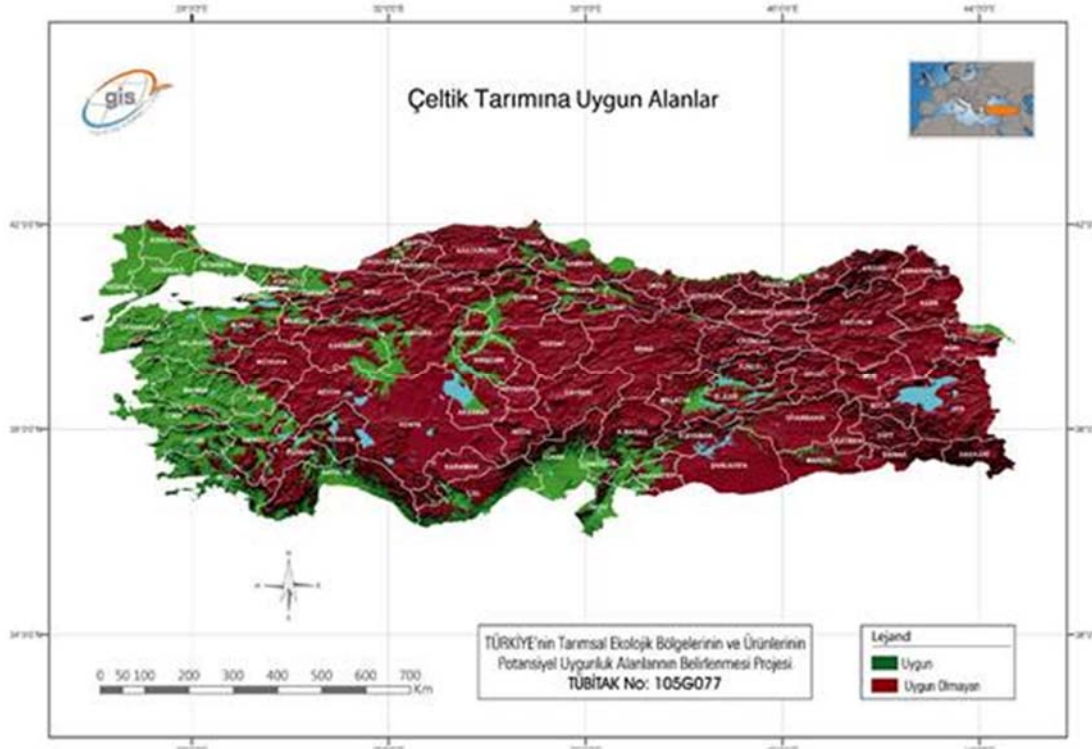
Bir başka kaynağa göre ise: Dünya genelindeki nüfus artış hızı bu oranda devam ettiği takdirde 2030 yılında talebi karşılamak için çeltik üretiminin tüm Dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de % 50 oranında artırılması gerekmektedir (FAO, 2002).

Tarım ve Orman Bakanlığı, TAGEM, Tarım Ekonomisi ve Politika Geliştirme Enstitüsü tarafından her yıl hazırlanan tarım ürünleri piyasaları yayınlarında, “Çeltik” ile ilgili verilere göre; 2016/2017 pazarlama yılında Türkiye’de çeltik üretimi 116 bin hektar alanda, 2017/2018 sezonunda 110 bin hektar alanda, 2018/2019 üretim sezonunda 120 bin hektar ve 2019/2020 üretim sezonunda 126 bin ha alanda gerçekleştirilmiştir. Çeltik ekimi yapılan bu alanların yaklaşık %71’i Marmara Bölgesi’nde yer almaktadır. Marmara Bölgesini %26’lık payla Karadeniz Bölgesi izlemektedir. Kaynağa göre, 2017/2018 üretim sezonunda Trakya’da barajlarda su seviyesinin düşük olmasının, bir önceki sezona göre ekiliş alanlarında meydana gelen azalmada etken olduğu belirtilmektedir. Aynı kaynağa göre 2015-2019 yılları arasında Türkiye’de çeltik verimi ortalama 788 kg’dır (Anonim, 2018; Anonim 2019; Anonim, 2020).

Çeltik tarımında en önemli etmenlerin başında sulama suyunun sağlanması ve yönetimi gelmektedir. Ülkemizde çeltiğin bitki su tüketiminin çeşitli bölgelerdeki iklime göre 810-1625 mm arasında değiştiği tahmin edilmektedir. Bununla beraber uygulamada su tüketimi çeşitli kayıplardan ötürü tahmin edilen miktardan çok daha fazla olmaktadır. Ayrıca, çeltik tarımında 1 kg çeltik elde etmek için 1000-1200 litre suyun yeterli olacağı fakat uygulamada bu miktarın 4000-5000 litreye ulaştığı belirtilmiştir (Özgenç ve Erdoğan 1988).

Çeltik Türkiye’nin bütün bölgelerinde yetiştirilmesine rağmen, ağırlıklı olarak Marmara ve Karadeniz Bölgelerinde yetiştirilmektedir. Yoğun olarak çeltik üretiminin yapıldığı iller sırasıyla Edirne, Samsun, Balıkesir, Çanakkale ve Çorum’dur. Bu illerde, ekilen çeltik alanı bakımından Türkiye’nin toplam çeltik ekim alanının %81.4’ünü oluştururken, bu illerin toplam üretimi ise Türkiye çeltik üretiminin %82.0’sini oluşturmaktadır (Uzundumlu ve ark., 2014; Anonim, 2018).

Peşkircioğlu ve ark. (2013) tarafından yürütülen çalışmada, Türkiye’de çeltik bitkisinin yetiştirilmesinde anlamlı bulunan iklim parametresi ile yükselti faktörü ele alınmış ve ArcGis yazılımı kullanılarak yetiştirilmesine uygun potansiyel alanlar belirlenmiştir. Sıcaklık ve gün uzunluğu çeltik bitkisinin gelişmesini etkileyen iki önemli faktördür. Bu nedenle sulamanın sorun olmadığı kabul edilerek ağırlıklı olarak çeltiğin sıcaklık isteği üzerinden sorgulamalar yapılmıştır ve çeltik tarımına potansiyel uygun alanların haritası çıkarılmıştır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Çeltik tarımına potansiyel uygun alanlar haritası (Peşkircioğlu ve ark., 2013)

Çeltik için çimlenme ve fide devresinde en uygun sıcaklık 18-35°C'dir. Çeltik ekimi yapılması için su sıcaklığının en az 12 °C olması gerekir. Düşük sıcaklığın etkisinde kaldığında büyüme ve gelişmesinde önemli aksamalar görülür. Tohumların çimlenme oranında aksamalar görülür, fide büyümesi yavaşlar. Bitkilerde cüceleşme ve az kardeşlenme meydana gelir. Salkım çıkışı gecikir. Salkımlarda çıkış bozukluklarından kaynaklanan morfolojik deformasyonlar görülür. Düşük sıcaklık nedeniyle normal olmayan tane oluşumu fazlalır (Tülücü 2003).

Çeltik, insan beslenmesinde önemli yeri olan, su içinde çimlenen, kökleri suda erimiş oksijenden yararlanabilen tek tahıl cinsidir. Bir kültür bitkisi olarak; uzun kök, dar yapraklar, birleşik salkımlar ve her birinde sadece tek bir çeltik tanesi bulunan başakçıklardan oluşur. Yüksek dallanma kapasitesi olan bu bitkinin salkımlarında ortalama 200 adet çeltik tanesi bulunur. Bu taneler işlemden geçtikten sonra insan tüketimine uygun olan pirinç halini alır. Pirinç, dünyada en çok tüketilen ikinci tahıldır. Dünya nüfusunun yarısının günlük kalori ihtiyacının yüzde ellisini karşılayan pirinç; magnezyum, B vitamini, niasin, fosfor, B₆ vitamini, çinko ve bakır deposudur. Ancak, protein açısından oldukça düşük değerlere sahiptir (Özer, 2018).

Çeltik üzerine yapılan araştırmalar azotlu gübrelemenin bitki gelişimi ve verimi olumlu etkilediğini göstermektedir. Bu araştırmalarda en uygun gübre formunun Amonyum Sülfat olduğu ve dekara 15-18 kg saf azotun yüksek verim ve kaliteli ürün için yeterli olduğu ortaya koyulmuştur. Azotlu gübre uygulamasının ekimle

birlikte, kardeşlenme döneminde ve salkım oluşumunda olmak üzere 3'e bölünmesinin olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür (Belder ve ark. 2005; Fageria ve ark. 2005).

Çeltik sulamasında kullanılan sulama suyunun kalitesi elde edilecek verim üzerine etkilidir. Çok sık karşılaşılan sorunlar; tuzluluk, çinko ve fosfor eksikliği ile sodyum ve klor fazlalığıdır. Bu parametrelere ilişkin maksimum değerler ve çeltik bitkisine olan etkileri Dobermann (2000) tarafından açıklanmıştır. Kalsiyum miktarının 60 ppm, bikarbonat miktarının 305 ppm' in üzerinde olması topraklarda pH değerinin yükselmesine ve sonuç olarak çinko ve fosfor eksikliğine neden olmaktadır. Toprak tuzluluğunun 4.8 dS m⁻¹ yi aşması halinde ise %50 ve üzerinde verim azalmaları ile karşılaşmaktadır.

Çeltik bitkisinin sulanması sezonun tamamında su altında veya doygun koşullarda yetiştirilmesi nedeniyle diğer bitkilerden ayrı bir öneme sahiptir. Sürekli su yükü koşullarında derine sızma kayıplarının artması, yer altı suyu seviyesinin yükselmesine veya kirlenmesine neden olmaktadır (Meral ve Temizel, 2006).

2.2. Sulama çalışmaları

Çeltik, büyüme döneminin önemli bir bölümünde sürekli su altında veya doygun toprak koşullarında yetiştirildiğinden kültür bitkileri arasında en çok sulama suyu uygulanan bitkilerden birisidir.

Yağmurlama sulama ve damla sulama uygulamada sulama suyunun daha az kullanılması nedeni ile tava sulama yöntemine alternatif yöntemler olarak görülmekte ve bu yöntemlerin kullanımına yönelik araştırmalar yapılmaktadır. Bazı araştırmacılara göre çeltik Zimbabve (Oosterhuis, 1978) ve ABD (Talbert ve ark., 1982; Blackwel ve ark., 1985) gibi ülkelerde yağmurlama sulama ile yetiştirilmektedir. Avustralya'da Inthapan ve Fukai (1988) tarafından yapılan yağmurlama sulama çalışmasında Shinhakaburi çeşidi bitkilerine mevsimlik olarak 500-600 mm sulama suyu uygulanmış ve 6,84 t ha⁻¹ gibi yüksek verimler elde edilmiştir. Diğer taraftan ülkemizde ve yurtdışında yapılan araştırmalarda, yağmurlama sulama uygulamalarının önemli ölçülerde su tasarrufu sağladığı, ancak geleneksel çeltik yetiştiriciliğinin söz konusu olduğu koşullara göre %20 ile %50 arasında dane verimi azalışlarına neden olduğu belirlenmiştir (Dabney ve Hoff, 1989; Muirhead ve ark., 1989; McCauley, 1990; Sürek ve ark., 1996; Çakır ve ark., 1998a). Birim alandan elde edilen verimdeki düşüşlerin her şeyden önce az su uygulanan yağmurlama koşullarında oluşan stresten dolayı salkımdaki dane sayısının (Muirhead ve ark., 1989; McCauley, 1990; Çakır ve ark., 1998b) ve 1000 dane ağırlığının azalmasına (Dabney ve Hoff, 1989) bağlı olduğu bildirilmiştir.

Demirel ve ark., (2020), tarafından yürütülen çalışmada 2017 yılında Edirne İli, Enez İlçesinde su tutma bariyeri ve toprakaltı damla sulama yöntemlerinin hem ayrı ayrı hem de birlikte kullanımının; çeltik bitkisinde su kullanımına, gelişimine, verime ve bazı verim parametrelerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada; Göllendirme (kontrol), toprakaltı damla sulama sistemi (SDI), göllendirme+su tutma bariyeri (kontrol+STB) ve SDI+STB olmak üzere 4 farklı konu oluşturulmuştur. SDI toprak yüzeyinden 10 cm, STB ise 30 cm derinliğe yerleştirilmiştir. Sulamalar kontrol ve kontrol+STB konularında toprak üzerinde sürekli 10-15 cm su yüksekliği bulunacak şekilde, SDI ve SDI+STB konularında ise su stresine maruz bırakmadan toprakta kullanılabilir su tutma kapasitesinin %20±5'i tüketildiğinde, tarla kapasitesine tamamlanması şeklinde yapılmıştır. STB ve SDI uygulamalarının çeltik bitkisinde sulama suyu, verim ve verim parametrelerini önemli düzeyde etkilediği görülmüştür. Konulara göre verim ve sulama suyu miktarları ile IWUE sırasıyla 321-715 kg da⁻¹ ve 751-2444 mm ile 0.26 ile 0.49 kg m⁻³ arasında değişmiştir. Kontrol konularına oranla kontrol+STB, SDI ve SDI+STB

konularında sırasıyla %27, %50, %69 oranında su tasarrufu sağlanmıştır. Belirtilen su tasarrufu oranlarının karşılığında; kontrol+STB konusunda pazarlanabilir verimi değerinin %10.8 artmış, SDI ve SDI+STB konularında ise sırasıyla %48.8 ve %40.7 azalmıştır. Salkım sayısı 312 ile 632 adet, salkım uzunluğu 15.0 ile 17.0 cm, salkımda dane sayısı 63 ile 75 adet, bin dane ağırlığı 16.3 ile 20.7 g, bitki boyu 43.4 ile 53.9 cm ve kırksız randıman %56.1 ile 61.1 arasında bulunmuştur. Çalışmada kullanılan su tutma bariyeri ve toprak altı damla sulama uygulamalarının, çeltik alanlarında sulama suyu kullanımını azalttığını göstermiş ve bu yöntemlerin, özellikle suyun sınırlı veya yetersiz olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde kullanıma potansiyeli olduğu vurgulanmıştır.

Natarajan ve ark. (2020), Hindistan'da damla sulama sisteminde farklı sulama seviyelerinin ve gübre dozlarının etkisini araştırdıkları çalışmada dört sulama konusu (günlük % 100, % 125, % 150 PE'de sulama ve geleneksel sulama) ve üç farklı gübre dozu (100, 150, 200 kg N ha⁻¹) uygulamışlardır. Çalışma sonucunda % 150 PE'de sulama ile kaydedilen aerobik pirincin tane veriminin (5069 kg ha⁻¹) diğer üç sulama seviyesinden (% 100 PE, % 125 ve geleneksel sulama) önemli ölçüde daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Farklı nitrojen seviyesinde ise en yüksek verim 150 kg N ha⁻¹ konusunda 4146 kg ha⁻¹ almışlardır. Sulama uygulamalarında WUE değerlerinin sırasıyla %100 için 6.73 kg ha mm, %125 için 6.98 ve %150 için 7.37 kg ha⁻¹ mm⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir.

Özer (2018), Trakya koşullarında çeltik (*Oryza sativa* L.) yetiştiriciliğinde bitki su tüketimi bileşenleri ile su-üretim fonksiyonlarının farklı sulama yöntemleri altında belirlenmesi konusunda yaptığı çalışmada 4 sulama yöntemini (D: Damla sulama, Y: Yağmurlama sulama, AWD: Tavalarda ıslatma ve kurutma ve Geleneksel tava sulama) karşılaştırmıştır. Geleneksel tava yönteminde 1899 mm sulama suyuna karşın 7.95 t ha⁻¹ verim elde edilmiştir. AWD konusunda 1281 mm sulama suyuna karşın 7.60 t ha⁻¹ verim, yağmurlama sulama yönteminde 1231 mm sulama suyuna karşın 5.32 t ha⁻¹ verim ve damla sulama yönteminde 1217 mm sulama suyuna karşın 6.39 t ha⁻¹ verim elde edilmiştir (toprak nemi tarla kapasitesi civarında iken doyma noktası ile tarla kapasitesi arasındaki suyun %25'i kadar su uygulanan konu). Damla sulama ve yağmurlama sulama yöntemlerinde %36-56 arasında su tasarrufu sağlamışlardır.

Sarkar ve ark. (2018), Hindistan'da yaptıkları çalışmada geleneksel tava yöntemi ile damla sulama yöntemleri karşılaştırılmıştır ve damla sulama uygulamalarında Epan kullanılmıştır. Epan katsayıları: 0.8; 1.0 ve 1.2 olarak alınmıştır ve sulamalar 3 gün arayla yapılmıştır. 0.8 Epan uygulamasında 258 mm, 1.2 Epan uygulamasında 365 mm ve geleneksel tava yönteminde 600 mm su uygulanmıştır. Çalışmada en yüksek verim 3.10 t ha⁻¹ ile 0.8 Epan katsayısının uygulandığı konuda bulunmuştur. Geleneksel tava (5 cm su yüksekliği) konusundan 2.29 t ha⁻¹, 1.0 Epan katsayısından 2.44 t ha⁻¹, 1.2 Epan katsayısının uygulandığı konudan da 2.54 t ha⁻¹ verim elde edilmiştir.

Hindistan'da yapılan bir çalışmada, farklı sulama yöntemleri karşılaştırılmıştır (Bansal ve ark., 2018). Damla sulama uygulanan konulardan 6950 kg ha⁻¹ ile en yüksek verim elde edilirken, geleneksel yöntemde 6225 kg ha⁻¹ verim elde edilmiştir. En düşük verim yağmurlama sulama uygulamasından elde edilmiştir. Su kullanım etkinliği damla sulamada 17.1 kg ha⁻¹ mm⁻¹, yağmurlama sulamada 11.5 kg ha⁻¹ mm⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Singh ve ark. (2018) doğrudan tohum olarak ekilen pirinçte damla sulamanın büyüme ve verim üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada sertifikalı HKR-47 tohumları 40 kg ha⁻¹ miktarında kullanılmıştır. Damla sulama sisteminde 20 cm damlatıcı aralıklı inline lateraller kullanılmıştır. Deneme tesadüf blokları deneme deseninde dört tekerrürlü olacak şekilde tasarlanmış ve parsel boyutları 6.5 m x 20 m=130 m² olarak belirlenmiştir. Toplamda sekiz farklı uygulama gerçekleştirilmiştir. T₁ konusu, geleneksel yetiştirilen pirinç, T₂: yüzey suyu yok

olduktan 5 gün sonra tava sulama, T₃: yüzey suyu yok olduktan 7 gün sonra tava sulama, T₄: 1 gün aralıkla kümülatif pan buharlaşmasının %20'sinin uygulandığı damla sulama, T₅: 2 gün aralıkla kümülatif pan buharlaşmasının %30'nun uygulandığı damla sulama, T₆: 3 gün aralıkla kümülatif pan buharlaşmasının %40'nin uygulandığı damla sulama, T₇: 4 gün aralıkla kümülatif pan buharlaşmasının %50'nin uygulandığı damla sulama ve T₈: 5 gün aralıkla kümülatif pan buharlaşmasının %60'nin uygulandığı damla sulama olacak şekilde tasarlanmıştır. Sonuçta 1 gün aralıkla kümülatif pan buharlaşmasının %20'sinin damla sulama ile uygulandığı T₄ konusundan en yüksek tane verimi (8076.25 kg ha⁻¹) ve en yüksek saman verimi (8651.90 kg) elde edilmiştir. En düşük tane verimi ise T₈ konusundan (3844.25 kg ha⁻¹) elde edilmiştir.

Padmaja and Reddy (2018) aerobik pirincin yarı kurak koşullarda damla sulama ve azot gübrelemesine tepkisini incelemek için 2011 ve 2012 yıllarında Warangal'ın Telangana eyaletinde kumlu killi bir toprakta tarla denemesi yapmıştır. Deneme bölünmüş parseller deneme desenine göre dört tekerrürlü olacak şekilde düzenlenmiştir. Damla sulamada üç farklı sulama programı (pan buharlaşmasının %100'ü, %150 ve %200 olacak şekilde) ve üç farklı azot seviyesi (90, 120 ve 150 kg ha⁻¹) alt konu olarak seçilmiştir. Damla sulama ve azot gübrelemesinin, aerobik pirincin büyüme parametrelerini önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir. Elde edilen veriler Yaprak alan indeksi, SPAD klorofil metre okuması, m²'deki salkım sayısı ve kuru madde birikimi gibi aerobik pirinç büyüme parametrelerinin %200 pan buharlaşmasında, %100 pan buharlaşmasına göre anlamlı derecede yüksek olduğu, ancak kuru madde birikimi hariç %150 pan buharlaşması ile karşılaştırılabilir olduğunu göstermiştir. Sulama programına bakılmaksızın büyüme parametreleri (bitki boyu, YAI, kuru madde birikimi gibi) ve verim özellikleri (m²'de salkım sayısı, salkım uzunluğu ve dolu başak/salkım) 90'dan 120 kg ha⁻¹ azot uygulamalarının seviyesi ile artarken 150 kg N ha⁻¹'da daha yüksek kuru ağırlık ve kök hacmi elde edilmiştir. Su kullanımı etkinliği, pan buharlaşmasının %100'ünden %200'üne su miktarı arttıkça kademeli olarak azalmış, ancak her iki yıl boyunca N seviyesindeki artış 90'dan 150 kg N ha⁻¹'a doğru yükselmiştir.

Parthasarathi ve ark. (2018), Hindistan'da farklı damla sulama uygulamalarının (farklı lateral aralıkları: 0.6, 0.8 ve 1.0 m; damlatıcı debileri: 0.6 ve 1.0 L h⁻¹ ve sulama yöntemleri: yüzey ve yüzeyaltı damla) ve aerobik pirinç üretim sisteminin (kontrol) çeltik fizyolojisi ve su verimliliği üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada en yüksek verimi 0.8 m lateral aralığı 1.0 L h⁻¹ debili yüzeyaltı damla sulama yönteminden 5389 kg ha⁻¹ olarak almışlardır. Kontrol konusundan 4181 kg ha⁻¹ verim alınmıştır. En yüksek verimin alındığı konu (0.8 m, 1.0 L h⁻¹, yüzeyaltı damla) ile kontrol konusu kıyaslandığında damla sulama konusunun ekonomik olduğu ve sudan %27 oranında tasarruf sağladığı belirtilmiştir.

Rao ve ark. (2017)'de hem suyun verimli kullanımı hem de çeltik üretimini arttırmak için Hindistan'ın Bhopal bölgesinde Ziraat Mühendisliği Merkez Enstitüsünde çeltikte diğer kültürel uygulamalar ve çeltik geometrisindeki modifikasyonlar ile birlikte damla sulamanın kullanımını değerlendirmek için araştırma yürütmüşlerdir. Denemede beş alternatif konu çalışılmıştır. Bunlar: T₁: geleneksel tava sulama, T₂: Alternatif ıslanma ve kurutmaya içeren Yoğunlaştırılmış Çeltik Sistemi (SRI), T₃: 20 cm damlatıcı aralıklı damla sulama ile SRI yöntemi, T₄: 30 cm damlatıcı aralığı ile SRI yöntemi ve T₅: 40 cm damlatıcı aralığı ile SRI yöntemidir. En yüksek bitki boyu (73.5 ile 76.5 cm) ve kök uzunluğu 20 cm damlatıcı aralıklı T₃ konusundan elde edilmiştir. Hasat indeksi değerleri %40.73-61.93 arasında değişmiştir. Verim ve verim artırıcı parametreler, geleneksel uygulamalara (TI) kıyasla T₃ konusunda anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur. Çalışmada T₃ ve T₄ damla

sulama uygulamaları arasında tane veriminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamış; bu durumda damla sulama sisteminin kurulum maliyetini düşürmek için 30 cm aralıklı damlatıcıların önerilebileceği belirtilmiştir.

Sharda ve ark. (2017), Güney Asya'da kuruya ekim yaparak (DSR-tohum ıslatılmadan ekim yapılmakta) damla sulamanın performansını araştırmışlardır. Çalışma iki yıl boyunca (2013 ve 2014) dört farklı sulama konusu (pan buharlaşmasının 1.5, 2.5 ve 3.0 katı ve tava sulama) ve üç farklı azot seviyesi (120, 150 ve 180 kg ha⁻¹) olacak şekilde ve bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Damla sulama yönteminde %40'tan fazla su tasarrufu sağlanırken, tava sulama yöntemi ile sulama yapılan konulardan (2014 yılında 6.63–2013 yılında 7.60 t ha⁻¹) daha yüksek (2014 yılında 7.34-2013 yılında 8.01 t ha⁻¹) verim elde edilmiştir. Damla sulama yöntemi ile sulama yapılan konularda su kullanım etkinliği (0.81-0.88 kg m⁻³), tava sulama yapılan konulara (0.42-0.52 kg m⁻³) göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca en yüksek su kullanım etkinliği 1.5 × Epan'da konusunda belirlenmiştir. Bitki kök yoğunluğu toprağın 15–30 cm'lik derinliğinde incelenmiş olup, tava konularında 0.76 ile 0.080 kg m⁻³ olarak, damla sulama yöntemiyle sulama yapılan konularda 0.86 ile 1.05 mg cm⁻³ arasında bulunmuştur. Bu çalışma, su kıtlığı senaryosunda, damla sulama ile sulanan ve kuru tohum şeklinde ekim yapılan pirincin karlı, su ve enerji tasarrufu sağlayan bir teknoloji olduğunu ortaya koymuştur. Sonuç olarak, damla sulama sistemini benimseyerek azaltılmış küresel ısınma potansiyeli ile pirinç verimliliğini, üretimini ve su kaynağı kullanım verimliliğini artırmanın mümkün olduğu; bununla birlikte, pirinç çeşitlerinin ve uygun üretim teknolojilerinin, damla sulama sistemine uyarlanmış kuru tohumlu çeltik için değerlendirilmesi gerektiği bildirilmiştir.

Alternatif ıslatma ve kurutma (AWD), pirinçte su girişlerini azaltabilen bir sulama uygulamasıdır (büyüme mevsimi boyunca doymamış toprak koşullarının eklenmesi), ancak kısmen verim düşme potansiyeli nedeniyle yaygın olarak kabul edilmemiştir. Carrijo ve ark. (2017), Amerika'da 1) AWD'nin çeltik verimi ve su kullanımı üzerindeki etkisini ölçmeyi ve 2) AWD verimini destekleyen toprak özelliklerini ve yönetim uygulamalarını belirlemek ve sürekli su baskınlarına karşı düşük su kullanımı teşvik etmeyi (CF-kontrol) amaçlayan bir çalışma yürütmüşlerdir. Bunun için AWD ve CF uygulamalarının birlikte çalışıldığı 56 çalışma analiz edilmiştir. Genel olarak AWD yönteminin çeltik verimini %5.4 oranında azalttığı, bununla birlikte hafif AWD uygulaması yapılan çalışmalarda yani toprak su potansiyelinin ≥ 20 kPa ve su seviyesinin toprak yüzeyinden 15 cm altına düşmeyen yöntemin birçok çalışmada çeltik veriminde düşüşler meydana getirmediği tespit edilmiştir. Buna karşılık, Şiddetli AWD (topraklar–20 kPa'nın ötesinde kurduğunda) CF'ye göre % 22.6 verim kaybıyla sonuçlanmıştır. Bu verim kayıpları en çok pH ≥ 7 veya karbon < 1 olan ya da mevsim boyunca AWD uygulandığında ortaya çıkan topraklardır. Şiddetli AWD altında su kullanımı en düşük iken, Hafif AWD altında su kullanımı CF'ye göre % 23.4 azalmıştır.

Ramulu ve ark. (2016) Hindistan'ın yarı kurak bölgesinde değişken iklim tabanlı programlar ve N-gübreleme seviyelerinde aerobik çeltiğin büyümesi ve verimi üzerinde yüzey damla sulama yönteminin potansiyelini değerlendirmek için bir alan çalışması yapmışlardır. Deneme bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 yıl boyunca tekrarlanmıştır. Ana konular 3 farklı damla sulama programı (pan buharlaşmasının %100, %150 ve %200'ü) ve alt konular ise 4 farklı N gübreleme seviyesinden (0.60, 120 ve 180 kg N ha⁻¹) oluşmuştur. Çeltik verimi 2012 ve 2013 sonbahar sezonunda damla sulama programları ve N gübreleme seviyelerinden önemli derecede etkilenmiştir. Bunun yanında 2014 sonbaharında ise N gübreleme seviyeleri sadece aerobik çeltik verimini önemli derecede etkilemiştir. Pan buharlaşmasının %150'sinin uygulandığı konuda %100'ün uygulandığı

konuya göre daha yüksek ürün verimi elde edilmiştir. Damla sulamada aerobik pirinçte mevsimsel su kullanımı (ETc), 2012, 2013 ve 2014 tarihlerinde sırasıyla 729 ile 979, 617 ile 1108 ve 504 ile 1008 mm arasında değişmiş ve farklı damla sulama programlarına göre, damla sulama konuları arasında ortalama su verimi değerleri 0.35 ile 0.49 kg m⁻³ arasında değişmiştir. Üç yıllık çalışmanın sonuçlarına göre; damla sulama yönteminin kullanılması ve N gübrelemesinin aerobik pirinç tanesi verimini önemli ölçüde arttırdığını açıkça ortaya koymuştur. Aerobik pirinç teknolojisinin, daha az sera gazı (GHG) emisyonu olan kuraklık koşullarında gelecekteki iklim değişikliği için daha iyi bir çözüm olacağı bildirilmiştir.

Edirne ilinde, çeltikte damla sulama uygulaması ve en uygun lateral aralığının belirlenmesi üzerine yürütülen çalışmada, 20 cm ara ile yapılan ekimde lateral aralığı 80 cm olarak belirlenmiştir. Uygulamada damlatıcı debisi 2 L s⁻¹ olarak alınmış ve damla sulama yöntemi ile sulanan konudan 7.24 t ha⁻¹ verim elde edilmiştir. Geleneksel tava yönteminde 8.03 t h⁻¹ verim elde edilirken, damla sulama uygulamasında %56 oranında su tasarrufu sağlanmıştır. Tava sulama konusunda IWUE değeri 0.444 kg m⁻³, damla sulama konusunda 0.885 kg m⁻³ olarak bulunmuştur. Bin dane ağırlığı değerleri tava sulama konusunda 30.71 g, damla sulama uygulaması yapılan konularda 30.21 ile 29.22 arasında, bitki boyu tava konusunda 99.53 cm, damla sulama konuları arasında en uygun lateral aralığı olarak belirlenen konuda 82.10 cm, hasat indeksi tava konusunda %43.53, damla sulama konusunda %46.12 olarak bulunmuştur (Beşer ve ark., 2016).

İki farklı toprak tipi (killi- kumlu tınlı) ve tavalarda devamlı sulama, sature koşullar (2-5 cm su yüksekliğinin oluşturulması) ve aerobik koşullardan (ekimin 3. haftasından itibaren toprak neminin tarla kapasitesi civarında tutulması) oluşturulan bir araştırmanın çeltik bitkisinin verim parametrelerine, su kullanım randımanlarına etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, çeltik veriminin killi topraklarda %46 daha yüksek olduğunu ve aerobik koşullar ile kumlu-tınlı toprakta salkım sayısının düştüğünü bildirilmiştir (Dou ve ark. 2016).

Çeltik tarımında su kısıtı uygulamalarının verim ve verim parametrelerine etkilerini araştırmak amacıyla yürütülen çalışmada 4 farklı su rejimi uygulanmıştır (T₁: tavalarda devamlı sulama-5 cm su yüksekliği, T₂: tavalarda devamlı sulama 1-3 cm su yüksekliği, T₃: sature halde bırakma, T₄: Alternatif ıslatma kurutma). En yüksek su tasarrufu % 46 ile T₄ ve T₃ konularından, en yüksek su kullanım randımanı T₃ konusundan elde edilmiştir. T₁, T₂, T₃ konularında verim açısından önemli bir fark bulunmazken, T₄ konusunda verimde %10'luk bir düşüş olduğu belirtilmiştir (Khari ve ark., 2015).

Padmaja (2014) çeltik yetiştiriciliği için 3 farklı buharlaşma miktarı (%100, %150 ve %200) ve 3 farklı azot uygulamasını (90, 120, 150 kg ha⁻¹) damla sulama ve geleneksel tava sulama yöntemi ile ekonomik açıdan değerlendirmiştir. Damla sulama yönteminde sulama suyu miktarı 748.7-1224.4 mm arasında değişmiştir. Buharlaşmanın %150'sinin verildiği ve 150 kg ha⁻¹ azot uygulaması yapıldığı konuda ekonomik açıdan en karlı konu olarak belirlenmiştir.

Kato ve Katsura (2014), aerobik topraklarda çeltik adaptasyonunu araştırdıkları çalışmada, aerobik kültürün doğrudan tohumlanmış pirinç yetiştiriciliği için su tasarrufu sağlayan bir teknik olduğunu belirtmişlerdir. Sürekli doymamış toprak koşulları altındaki pirinç, su kullanım verimliliğini en üst düzeye çıkarabildiğini ve hem işgücü gereksinimlerini hem de sera gazı emisyonlarını en aza indirebildiklerini belirtmişlerdir. Ilıman iklim şartları altında özellikle orta Japonya'da, aerobik kültür ile 9 t ha⁻¹'dan fazla (11.4 t ha⁻¹) pirinç verimi sağlayabilmişlerdir.

Tilahun-Tadesse ve ark. (2013), Etiyopya'nın kuzeybatısında çeltik yetiştiriciliğinde en iyi su yönetimi uygulamalarını bulmak amacıyla yaptıkları çalışmada; üç tekrarlı on farklı sulama uygulaması kullanmışlardır. Konular; kesintisiz sulama, kesikli sulamalar 15 günde bir tavaların boşaltılması ve sırasıyla, bir gün sonra, iki gün sonra, üç gün sonra tavaların doldurulması, ayda bir boşaltılan tavaların bir gün, iki gün ve üç gün aradan sonra tekrar doldurulmaları. LAI, bitki büyümesi, net asimilasyon oranı, bin dane ağırlığı, hasat indeksi, bitki ağırlığı ve verim üzerinde değişik su uygulamalarının etkisini araştırmışlardır. Deneme sonucunda en yüksek bitki gelişimi ve verimi, her ay tavalardaki suyun boşaltılıp, 3 gün havalandırılıp tekrar su ile doldurulduğu uygulamadan (3.5 t ha^{-1}) elde edilmiştir.

Borojeni ve Salehi (2013), İran'da çeltik bitkisinde farklı sulama aralıklarını (I_1 : her gün; I_2 : 2 gün; I_3 : 4 gün; I_4 : 6 gün) araştırdıkları çalışmada en yüksek verimi I_2 : 2 gün konusunda $5655.6 \text{ kg ha}^{-1}$, en düşük verimi de I_4 : 6 gün konusunda $3421.3 \text{ kg ha}^{-1}$ elde etmişlerdir.

Tuna (2012), Trakya koşullarında yüzey ve damla sulama yöntemlerinin karşılaştırıldığı çalışmada; yüzey sulama konularına uygulanan sulama suyu miktarı 1840-4355 mm arasında, su tüketimi değerleri 2158-4639 mm arasında, damla sulama konularına uygulanan sulama suyu miktarı 723-1446 mm, su tüketimleri de 1066-1806 mm/mevsim arasında değiştiğini belirlemiştir. Su kısıtı uygulanmayan, su yüksekliğinin 10 cm tutulduğu tava konusunda 7.97 t ha^{-1} , tava yüksekliğinin 20 cm tutulduğu konuda 8.14 t ha^{-1} verim elde edilmiştir. Damla sulama uygulamasında en yüksek verim buharlaşmanın %150'sinin uygulandığı (sulama suyu=1084 mm) konudan elde edilmiştir (7.11 t ha^{-1}).

Mahajan ve ark. (2012) 15 cm toprak derinliğindeki 2 farklı nem tansiyonuna (-10 kPa ve -20 kPa) göre yaptıkları sulamalarda uygulanan sulama suyu miktarlarının 874-1679 mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Uygulamalardaki bitki boylarının 86-96 cm arasında değiştiğini, farklı uygulamalarda çiçeklenme gün sayılarının 90-93 gün arasında gerçekleştiğini bulmuşlardır. Tane verimi değerleri ise 3.77 - 7.50 t ha^{-1} arasında değişmiştir.

Yan ve ark. (2010) Çin'de çeltikte kullanılan sudan tasarruf sağlamak amacı ile bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada 3 farklı çeltik çeşidi kullanılmış ve 2 farklı su (tavalarda devamlı sulama ve alternatif ıslatma kurutma (AWD)) uygulanmıştır. AWD uygulamasında 15 cm toprak derinliğindeki nem tansiyonunu tansiyometreler ile ölçerek sulamalar gerçekleştirmişlerdir. Farklı çeltik çeşitlerinde sulama yöntemlerine göre verim 3.6 - 5.4 t ha^{-1} , hasat indeksi değerlerinin % 42-61, bin tane ağırlıklarının 23-30 gr arasında değiştiği belirlenmiştir.

Vijaykumar (2009), damla sulama ile sulanan hibrit çeltik çeşitlerinde A sınıfı kaptan olan buharlaşmanın %150'sinin uygulandığı konudan en yüksek bitki boyu 104.8 cm, hasat indeksi %45, en iyi salkım sayısı, YAI ve kök gelişiminin olduğunu bildirmiştir.

Ottis ve ark. (2006) 2005 ve 2006 yıllarında yeraltı damla sulama sistemi ile üç çeltik çeşidi ve dört azot dozunu araştırmışlardır. 2005 yılı sonuçlarına göre toprak altı damla sulama sistemi su kullanımını %80 düşüğünü, uygunlaşmayı geleneksel sulamaya göre iki hafta geciktirdiğini bildirmişlerdir

Dunn ve ark. (2004) Avustralya'da değişik sulama yöntemlerinin çeltik üzerine etkilerini araştırmışlardır. Denemede 10-20 cm yükseklikte devamlı su bulundurularak yapılan geleneksel sulama yöntemi en yüksek verimi (12.7 t ha^{-1}) vermiş, bunu karık sulama (9.4 t ha^{-1}) ve toprağın 17 cm altına döşenmiş borularla damla sulama (8.3 t ha^{-1}) izlemiştir. Geleneksel sulamada $18.400 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ su kullanılırken, karık sulamada $17.200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, toprak altı damla sulamada ise $15.100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ sulama suyu kullanılmıştır.

Bouman ve ark. (2002) su sıkıntısının yükselmesi nedeniyle, aerobik çeltik yetiştiriciliğini, tarlada birikmiş su bulundurmadan sulama ve gübreleme yapılarak yüksek verimli çeşitlerin yetiştirildiği yeni bir kavram olarak değerlendirmişlerdir. Bu sistemde başarılı olmak için yeni çeşitler ve yöntemler geliştirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Bu amaçla kuzey Çin’de yeni geliştirilen aerobik çeşitler yüksek verimli geleneksel sulamaya uygun çeşitlerle kıyaslamışlardır. En yüksek aerobik çeltik çeşidi verimi 4.7-6.6 t ha⁻¹ olurken yüksek verimli geleneksel sulamaya uygun çeşitlerden 8.0-8.8 t ha⁻¹ verim alınmıştır. Han Dao502 en ümit var çeşit olarak hem geleneksel hem de aerobik şartlarda yüksek verimi vermiş aynı zamanda kalitesi de iyi olmuştur. Aerobik koşullarda uygulanan su miktarı geleneksel sulamaya göre % 50 den daha az (yalnızca 470-650 mm), su verimliliği % 64-88 daha fazla, işçilik % 55 daha az olmuştur.

Castaneda ve ark. (2002) IRRRI’de yaptıkları bir araştırmada değişik aerobik koşullara uygun çeltik çeşitleri ile bir hibrit çeltik çeşidini aerobik ve geleneksel sürekli salma sulama koşullarında denemişlerdir. Aerobik koşullarda verim 2.4-4.4 t ha⁻¹ ile geleneksel salma sulamanın % 14-40 altında olmuştur. Verilen su miktarı fidelemeden hasada kadar aerobik koşullarda 650- 830 mm olurken geleneksel salma sulamada 1350 mm olmuştur.

Vories ve ark. (2002), çeltik yetiştiriciliğinde geleneksel sulama ile karık sulama yöntemini karşılaştırmışlardır. Geleneksel tava sulamada 1680-3310 mm, karık sulamada 630-840 mm su uygulaması yapmışlardır. Bunun yanında geleneksel tava sulamada verim 7.04 t ha⁻¹, karık sulamada ise 6.02 t ha⁻¹ elde etmişlerdir. Geleneksel tava sulamada su uygulama randımanı, hasat indeksi sırasıyla 2.07-4.81 kg ha⁻¹mm⁻¹ ve %48.1 olduğunu, karık sulamada ise sırasıyla 5.88-10.41 kg ha⁻¹ mm⁻¹ ve %47.8 olarak belirlemişlerdir.

Çakır ve ark. (1998), tarafından Edirne’de yürütülen çalışmada geleneksel tava yöntemi ile yağmurlama sulama yöntemleri karşılaştırılmıştır. Yağmurlama sulama uygulamaları 4 ve 8 gün aralıklarla uygulanmış olup, sulama suyu miktarının belirlenmesinde A sınıfı buharlaşma kabı kullanılmıştır. Sulama miktarı uygulamalarında kaptan meydana gelen buharlaşmanın 1.0, 1.5 ve 2.0 katı alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; tava sulama yöntemi ile sulama yapılan konulardan elde edilen verimler yağmurlama sulama yöntemiyle sulama yapılan konulara kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Yağmurlama sulama uygulamalarında en yüksek verim 4 gün arayla ve buharlaşma miktarının 2.0 katının alındığı konudan elde edilmiştir. Yağmurlama sulama konularında 1.5 ve 2.0 Epan katsayıları uygulamalarında % 24 ile %12 verim kayıpları karşın, % 35.3 ile %48 oranında su tasarrufu sağlanmıştır.

Beşer (1997), üç farklı çeltik çeşidi ile farklı sulama yöntemi uygulamalarının etkisini araştırmıştır. Çalışmada yağmurlama, karık, kesik ve devamlı sulama yöntemleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; farklı sulama yöntemleri çeltik dane verimi üzerine etkili olmuştur. En yüksek verim 651.2 kg da⁻¹ ile sürekli sulama konusunda bulunurken, sürekli sulamayı kesik sulama ve karık sulama izlemiş, en düşük verim değerleri 363.9 kg da⁻¹ ile yağmurlama sulamada belirlenmiştir. Sürekli sulama, bitki boyu, salkım uzunluğu, saklımda başakçık sayısı, salkımda dane sayısı, bin dane ağırlığı, saplı ağırlık, hasat indeksi, hektolitre ağırlığı, çeltik tane uzunluğu, çeltik tane genişliği, kavuzsuz tane uzunluğu, kavuzsuz tane genişliği gibi parametrelerde artışlara neden olmuştur. Çiçeklenme gün sayısı, olgunlaşma gün sayısı, kırksız randıman gibi parametrelerde ise düşük değerlere neden olmuştur. Su stresinden dolayı olan verim azalışı, salkımda tane sayısı ve bin dane azalışından kaynaklanmıştır.

Bayrak (1986) tarafından yapılan çalışmada Bafra ovasında çeltik bitkisinin sulama suyu ihtiyacını belirlemiştir ve (A: tavalardaki su yüksekliği 10 cm, B: tavalarda doymuş halde, C: tavalardaki su yüksekliği 4 günde

bir 10 cm ve D: tavalardaki su yüksekliği 7 günde bir 10 cm) sulama konularında, tane verimi yönünden istatistiki fark bulunmadığını belirlemiştir. B konusunun diğer konulara göre su tasarrufu sağladığını, bu konunun veriminin A konusuna göre (0.741 t ha^{-1}) daha az olduğunu belirtmiştir. Araştırmada; Konulara göre uygulanan su miktarı A konusunda 2036 mm, B konusu 1390 mm, C konusu 2137 mm ve D konusun da ise 1833 olmuştur.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma yeri ve iklimi

Çalışma, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ait Bafra deneme istasyonunda yürütülmüştür. Çalışma alanının doğusunda Kızılırmak, Güneyinde şehir merkezi, Kuzeyinde Karadeniz ve batısında da tarım arazileri ile komşudur. Bafra ilçesine ait uzun yıllar iklim verileri Çizelge 3.1’de verilmiştir. Bafra ilçesi Samsun merkeze 45 km, Alaçam ilçesine ise 30 km uzaklıktadır. Şekil 3.1’de ise deneme alanının konumu ve yeri görülmektedir. Çalışma alanı toprakları Kızılırmak deltası alüviyal ve verimli toprakları oluşturmaktadır. Bafra ilçesi serin yarı rutubetli, yazları sıcak, kışları serin ve yağışlı geçen iklim özelliğiyle Karadeniz Bölgesinin genel iklim özelliklerini taşımaktadır. Yağışlar batıdan doğuya doğru artış göstermektedir. Yağışların çoğu sonbahar ve kış aylarında düşmektedir. Bayrak, (1997)’nin bildirdiğine göre farklı kuraklık indisi (Erinç, Grow, De Marthone, Thornwaite) değerlendirmeleri sonucunda sulama açısından Haziran ayı kuraklık mevsimi olarak tanımlanmıştır. Çizelge 3.1’e göre Bafra ilçesi uzun yıllar verileri için en yüksek sıcaklık 38.4 °C ile Temmuz ayında, en düşük sıcaklık ise -7.9 °C ile şubat ayında görülmektedir. Bafra ilçesinde ortalama bağıl nem değerleri ise yetiştiricilik yapılan dönemde % 76.4-79.4 arasındadır. Yağış değerleri yıllık toplam olarak 794.2 mm yıl⁻¹ ve yetiştiricilik döneminde (Mayıs-Ağustos) 172.3 mm olduğu görülmektedir. Bafra ilçesi için uzun yıllar ortalama sıcaklık ve yağışın değişimini gösteren grafik ise Şekil 3.2’de verilmiştir. Buna göre 4. Ay ve 9. Ay sonuna kadar Bafra ilçesinde sulama ihtiyacı olduğu görülmektedir.

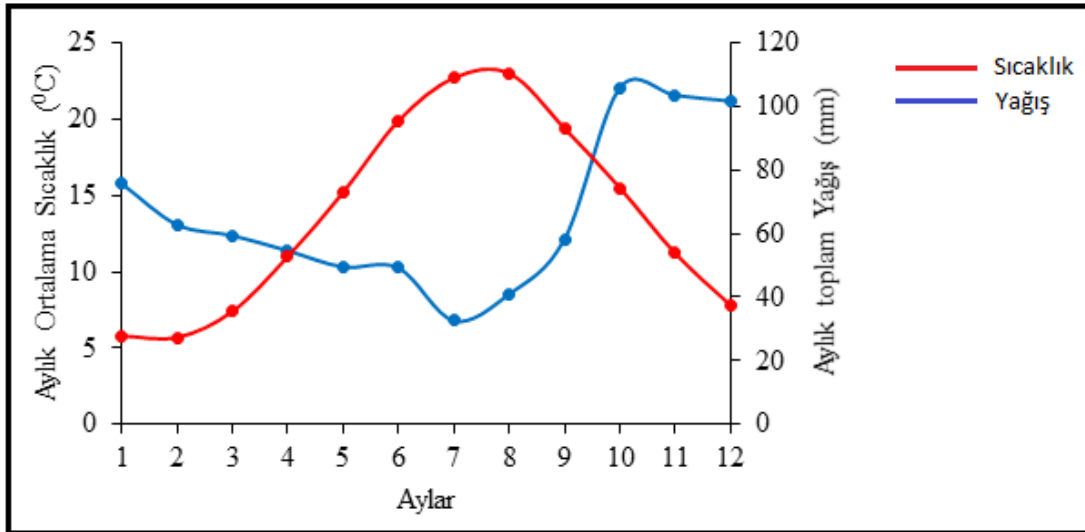


Şekil 3.1 Deneme alanının yeri ve konumu

Çizelge 3.1 Bafra ilçesine ait bazı iklim parametreleri*

Yıl	İklim parametresi	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Uzun yıllar (1987-2019)	En yüksek sic. (°C)	22.2	24.2	30.0	34.8	34.5	36.1	38.4	35.7	34.0	36.0	27.6	24.8
	En düşük sic. (°C)	-6.8	-7.9	-7.5	-2.0	3.0	2.0	9.4	1.0	6.8	4.1	-3.8	-4.3
	Ortalama sic. (°C)	5.8	5.7	7.4	11.0	15.2	19.9	22.7	23.0	19.4	15.5	11.2	7.8
	Bağıl nem (%)	73.0	74.5	77.3	79.4	78.6	75.2	73.2	74.3	76.4	78.3	73.5	72.4
	Rüzgâr hızı (m/s)	3.3	2.8	2.4	2.2	1.8	1.7	1.9	1.7	1.5	1.6	2.2	3.1
	Yağış (mm)	75.7	62.8	59.4	54.6	49.5	49.2	32.6	41.0	58.3	105.9	103.5	101.7

* Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Tümas Sistemi.



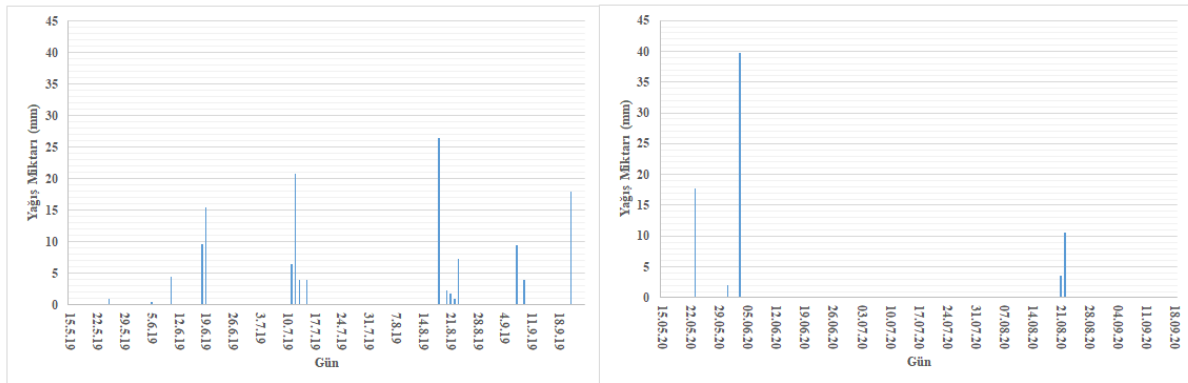
Şekil 3.2 Bafra ilçesi uzun yıllar sıcaklık ve yağışın mevsimlik değişimi (1987-2019)

Çalışmanın yürütüldüğü 2019 ve 2020 yıllarına ait bazı iklim verileri Çizelge 3.2'de verilmiştir. Denemenin 2019 yılı dönemine ait en yüksek sıcaklık 30.4 °C ile Ağustos ayında en düşük sıcaklık ise 9 °C ile Mayıs ayında gerçekleşmiştir. Denemenin 2020 yılı döneminde ise en yüksek sıcaklık 35.1 °C ile Temmuz ayında gerçekleşirken en düşük sıcaklık 7.3 °C ile yine Mayıs ayında gerçekleşmiştir.

Çizelge 3.2 Bafra ilçesi 2019-2020 yılı bazı iklim verileri (MGM, 2020)

YILLAR	İklim Parametresi	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
2019	En yüksek sic. (°C)	28.8	29.3	29.9	30.4	32.2
	En düşük sic. (°C)	9.0	14.3	14.7	16.7	10.6
	Ortalama sic. (°C)	16.9	22.8	22.3	23.2	20.4
	Bağıl nem (%)	85	81.5	74	74.2	73.3
	Rüzgâr hızı (m/s)	2.5	2.1	2.2	1.6	1.5
	Yağış (mm)	41.0	30.0	35.0	39.0	32.0
2020	En yüksek sic. (°C)	32.2	28.6	35.1	30.4	32.8
	En düşük sic. (°C)	7.3	12.4	18.4	16.6	16.8
	Ortalama sic. (°C)	16.7	21.8	24.4	23.3	22.7
	Bağıl nem (%)	70.6	73.9	69.4	70.5	72.6
	Rüzgâr hızı (m/s)	2.1	1.77	1.86	1.92	1.56
	Yağış (mm)	17.8	39.8	0.0	14.0	0.0

Denemenin yürütüldüğü dönemler içerisinde yağış miktarları incelendiğinde ise 2019 yılına ait en yüksek yağış 39 mm ile Ağustos ayında gerçekleşirken 2020 yılına ait en yüksek yağış miktarı 39.8 mm ile Haziran ayında kaydedilmiştir (Şekil 3.3).



sulanmakta olup bu rakam toplam bitkisel üretim yapılan alanın %56'sını oluşturmaktadır. Denemenin yürütüldüğü sağ sahilde 132500 da arazi sulanmaktadır. Sol sahil projesinin tamamlanması ile 167640 da arazinin daha sulamaya açılması, 19 Mayıs barajının tamamlanması ile birlikte ilçe sınırlarındaki 68500 da arazinin daha sulamaya açılması planlanmaktadır. Bununla birlikte ova genelinde açık kanal halinde arazilerden drene olan suları toplayan drenaj yapıları da bulunmaktadır.

Çizelge 3.3 Bafra ilçesi bitkisel üretim miktarları

Ürün	Üretim yapılan alan (da)	Üretim (ton)	Samsun'daki Üretim Yüzdesi (%)
Çeltik	118732	97291	73
Mısır (Dane)	23225	14763	19.7
Mısır (Silajlık)	45115	195575	26
Buğday	199977	66741	21.2
Domates	3505	14280	9.4
Patlıcan	2014	8070	13.3
Hıyar	445	2310	5.7
Biber (Salçalık)	28000	92400	97.6
Lahana (beyaz)	24000	96000	89
Lahana (kırmızı)	24500	110250	98.5
Pırasa	5000	17500	71.2
Karpuz	12000	84000	57.7
Kavun	9500	34200	52.4
Ispanak	6500	9750	54.9
Karnabahar	8700	18270	99.2
Brokoli	2500	2750	99.8
Marul	6675	6675	33.6
Turp (kırmızı)	1450	5075	84.7
Turp (beyaz)	1520	5320	98.4
Kereviz	80	168	100
Bezelye	400	440	34.2

3.1.3. Araştırma yeri toprak özellikleri

Deneme kurulduğu araziye ilişkin toprakların fiziksel özellikleri açılan profil çukurlarından elde edilmiş olup Çizelge 3.4'te verilmiştir. Deneme alanına ait topraklar ilk 90 cm'de kil, 90-120 cm katmanında killi-tın ve 120-150 cm katmanında ise siltli-tın özellik taşımaktadır. Toprakların hacim ağırlığı 1.26-1.43 gr cm⁻³, tarla kapasitesi değerleri ağırlık yüzdesi cinsinden 18.74-30.8 ve solma noktası değerleri ağırlık yüzdesi cinsinden 7.48-19.70 aralıklarında değişmektedir. Deneme alanı toprağının su alma hızı değeri ortalama 10 mm h⁻¹'dir. Ayrıca gübreleme programı içinde toprakların kimyasal analizleri her yıl ekim öncesi yapılmıştır.

Çizelge 3.4 Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri

Derinlik (cm)	Tarla kapasitesi (% Pw)	Solma Noktası (% Pw)	Hacim Ağ. (gr cm ⁻³)	Bünye			Bünye Sınıfı
				Kum	Silt	Kil	
0-30	30.40	19.20	1.27	16.90	36.80	46.30	C
30-60	30.80	19.70	1.26	15.30	37.00	47.70	C
60-90	30.60	18.80	1.31	25.50	33.20	41.40	C
90-120	27.70	16.30	1.35	31.30	33.00	35.70	CL
120-150	18.74	7.48	1.43	31.00	54.50	14.60	SiL

Çizelge 3.5 Deneme yeri toprağının verimlilik analiz sonuçları

Derinlik (cm)	İşba (%)	pH	EC dS m ⁻¹	Kireç (CaCO ₃) (%)	OM (%)	Bitkilere Yararışlı			
						Fosfor (kg da ⁻¹ P ₂ O ₅)	Yeter- lilik S.	Potasyum (kg da ⁻¹ K ₂ O)	Yeter- lilik S.
0-30	70	7.62	0.04	9.78	1.24	7.99	Orta	64	Fazla

3.1.4. Araştırmada kullanılan su kaynağının özellikleri

Bafra deneme istasyonunda sulama amacıyla su kaynağı olarak hem derin kuyu hem de DSİ'nin sulama kanallarından temin edilebilmektedir. Çizelge 3.6'da DSİ kanallarından akan suyun analiz sonuçları verilmiştir. Buna göre suyun pH'sı 7.46, elektriksel iletkenlik değeri ise 1.46 dS m⁻¹'dir. Anılan suyun sodyum absorpsiyon oranı (SAR) değeri 2.13 olup Taşan (2017)'ye göre sulama açısından zarar oluşturmayacak şekilde olduğu değerlendirilmektedir. Çizelgeden de görüldüğü gibi araştırmada kullanılan sulama suyu yüksek tuzlu, az sodyumlu (T₃A₁) sınıfındadır. Deneme süresince bu analizler yıl bazında tekrarlanmıştır.

Çizelge 3.6 Araştırmada kullanılacak sulama suyunun bazı kimyasal özellikleri

pH	EC (dS m ⁻¹)	Anyon (me L ⁻¹)				TOPLAM	Katyon (me L ⁻¹)				TOPLAM	SAR	SINIF
		Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺		CO ₃ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻			
7.46	1.46	5.24	0.25	5.43	7.34	18.25	-	14.17	4.08	0.14	18.25	2.13	T ₃ A ₁

3.1.5. Araştırmada kullanılan bitki çeşidi

Çeltik tarımında, yabancı ot kontrolü çok önem taşımaktadır. Çeltik bitkisinin sulu veya rutubetli ve sıcak bir ortamda yetişmesi, yabancı otların gelişmesini teşvik etmektedir. Bu durum, çeltikte yabancı ot mücadelesinin önemini daha da arttırmaktadır. Çeltik mahsulünde, yabancı ot kontrolünde, önem taşıyan kültürel tedbirlerden birisi, çeşit seçimidir. Üretimde kullanılan, çeşitler fide döneminde hızlı bir şekilde gelişip, toprak yüzeyini kısa bir zamanda kaplarsa, yabancı otların gelişmesine meydan bırakmaz ve yabancı otların gelişmesini engeller. Diğer taraftan biraz uzun boya sahip çeşitlerde, yabancı otlarla daha kolay rekabet edebilirler.

Kırmızı çeltik, kültürü yapılan çeltiğin yakın bir akrabasıdır. Bu nedenle, çeltikte yabancı ot kontrolünde kullanılan konvansiyonel çeltik yabancı ot ilaçları ile kontrol edilememektedir. Son zamanlarda; bazı mısır,

ayçiçeği, kolza ve buğday ve çeltik gibi ürünlerde, geleneksel ıslah yöntemleri kullanılarak, imidazolinone gurubu yabancı ot ilaçlarına dayanıklılık sağlayan genotipler geliştirilmiştir. Bu yöntem gerek kırmızı çeltiği gerekse konvansiyonel çeltik yabancı ot ilaçlarına direnç kazanan yabancı otları kontrol etmede, yeni bir çığır açmıştır.

Kırmızı çeltik bitkilerini kontrol etmenin en ekonomik ve kesin şekli, bu bitkileri kontrol edebilen herbisitlere toleranslı çeşitler geliştirmektir. IMI çeltik, Louisiana Üniversitesi'nde Timomothy Croughan tarafından Ethyl Methyl Sulfonate (EMS) kullanılarak oluşturulan mutasyon materyalinden elde edilmiştir. Bu dayanıklı kaynaktan yararlanarak, ilk IMI çeltik çeşitleri ABD'de Louisiana Üniversitesi tarafından geliştirilerek, 1999 yılında CL 121 ve CL 141 isimleri altında tescil edilmiştir. Ticari olarak kullanılmaya 2002 yılında başlamıştır (Linscombe 2004; Tan ve ark., 2005).

ABD'de 2002 yılında sınırlı alanlarda ekilmeye başlayan, IMI gurubu ilaçlara toleranslı çeşitlerin ekim alanı, 2010 yılında güney eyaletlerde bulunan toplam çeltik ekim alanının %60'ını işgal etmiştir (Linscombe 2010). Diğer taraftan, 2014 İtalya'da 220 bin hektar olan toplam çeltik ekim alanının %35'inde IMI çeşitler ekilmiştir (Biloni 2014). Shivrain ve ark., (2006) imidazolinone gurubu herbisitlere toleranslılığın kısmi bir dominant gen tarafından idare edildiğini bildirmişlerdir, diğer taraftan Zhang ve ark., (2006) ve Lang ve Buu, (2007) ise dayanıklılık mekanizmasının bir dominant gen tarafından kontrol edildiğini tespit etmişlerdir.

Damla sulama koşullarında; diğer soya fasulyesi, nohut ve fasulye gibi, kuru ziraat ürünlerinde, kullanılan imazamox içerikli yabancı ot ilaçlarının kullanımına imkan sağlayan, IMI çeltik çeşitlerinin kullanılması uygun görülmüştür.

Araştırmada kuru ziraat ürünlerinde kullanılan imazamox içerikli yabancı ot ilaçlarının kullanımına imkan sağlayan, IMI çeltik çeşitlerinden Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsünce geliştirilmiş olan Rekor CL çeltik çeşidi kullanılmıştır (Şekil 3.4). Çeşidin dekara tohum gereksinimi 17-20 kg, ortalama verimi 800-1000 kg/da, kırksız pirinç randımanı % 60, olgunlaşma süresi 125-130 gün, bitki boyu 100 cm, pirinç 1000 dane ağırlığı 24-25 gr, pirinçler camsı yapıda, yaprak yapısı yatay, salkım durumu yarı yatık şeklindedir.



Şekil 3.4 Rekor CL

3.1.6. Araştırmada kullanılan sulama sistemleri

Deneme süresince çeltik parsellerinin sulanmasında iki farklı sulama yöntemi kullanılmıştır. Bunlardan ilki geleneksel olarak yetiştiricilikte kullanılan tava sulama yöntemi, bir diğer sulama yöntemi olarak damla sulama sistemleridir. Tava sulama yönteminde sulama hizmet kanallarından almaçlarla alınan sular sifon ya da su pompası ile boru hatları ile ilgili parsellere iletilmiş ve tavadaki su yüksekliği 10 cm olacak şekilde uygulamalar yapılmıştır.

Damla sulama sistemlerinde ise deneme istasyonunda bulunan su iletim kanallarından alınan sular arazideki parsellere iletilmiştir. Bu amaçla damla sulama sistemi kontrol birimi, su pompası, gübre tankı, kum çakıl ve hidrosiklon filtre, su sayacı, manometreler ve vanalardan oluşmaktadır. Sistemde işletme basıncı 1 atm olarak ayarlanmıştır. Her konu için parsel başlarında manifoldlara yerleştirilen vana ve manometrelerden yararlanılarak sulamalar gerçekleştirilmiştir. Damla sulama borularının debisi 2 L h^{-1} olup damlatıcılar 40 cm araklı ve lateraller arası mesafe 60 cm olacak şekilde dizayn edilmiştir. Ayrıca ana boru ve manifold hatlarında 75 cm polietilen borular kullanılmıştır. Sulama miktarlarının takip edilebilmesi adına her parselde su sayacı monte edilmiştir ve damla sulama sistemlerindeki basıncın takibi ise manometrelerle yapılmıştır.

3.1.7. Günlük buharlaşma miktarının ölçülmesi

Günlük buharlaşma miktarının ölçülmesinde standart tip A sınıfı buharlaşma kabı kullanılmıştır. Standart tip A sınıfı buharlaşma kabının çapı 121 cm, 25.5 cm yüksekliğinde ve 2 mm et kalınlığına sahip galvanize sacdan oluşmaktadır (Şekil 3.5). Kabın kurulması ve işletilmesi Allen ve ark. (1998)' e göre yapılmıştır.



Şekil 3.5 Standart A-tipi buharlaşma kabı

3.1.8. Denemede kullanılan cihazlar ve özellikleri

Toprak su içeriği ölçümlerinde CPN 503 DR Hydroprope model nötron prop cihazı kullanılmıştır. Cihaz temel olarak yüksek enerji nötron kaynağı içeren bir prop ve bir yavaş nötron tarayıcı kullanarak, toprakta ve diğer materyallerde yeraltındaki nemi ölçmektedir. Fonksiyonların seçimi için içerisinde bir mikro işlemciye, 24 kb veri depolama hafızasına, 16 değişik toprak çeşidi için veri depolama ve gösterme özelliğine sahiptir. Test zamanı, hafızalama formatı ve ölçüm birimleri kullanıcı tarafından seçilebilmektedir. RS232C ara birimi ile kişisel bilgisayara veya yazıcıya veri transfer edebilmektedir.

3.2. Metot

3.2.1. Deneme metodu, konuları ve araştırmanın yürütülmesinde kullanılacak yöntemler

Deneme metodu, geleneksel tava sulama yöntemi ile yüzeyüstü damla yöntemlerinin karşılaştırılması esasına dayanmaktadır.

Araştırma, Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre dört konulu, üç tekrarlı bir arazi denemesi olarak yürütülmüştür. Sulamalar yüzey üstü damla sulama yöntemine göre yapılmıştır ve deneme konuları aşağıdaki gibi planlanmıştır:

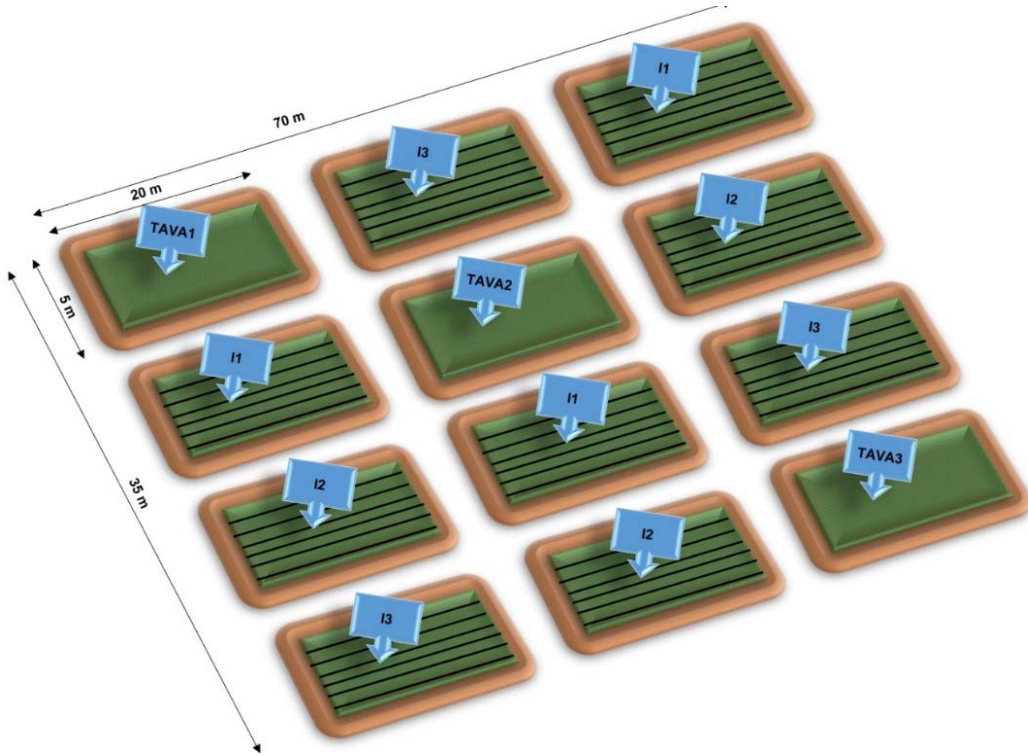
YÜ₁: A sınıfı buharlaşma kabından olan yığışlımlı buharlaşmanın %100'nün sulama miktarı olarak uygulanması,

YÜ₂: A sınıfı buharlaşma kabından olan yığışlımlı buharlaşmanın %125'nin sulama miktarı olarak uygulanması,

YÜ₃: A sınıfı buharlaşma kabından olan yığışlımlı buharlaşmanın %150'sinin sulama miktarı olarak uygulanması,

Kontrol (TS): Tava sulama sistemine göre sulamaların yapılması şeklindedir.

Denemede parsel boyutları yaklaşık 5 x 20 m olacak şekilde ve parseller arası mesafe tüm parsellerde 5 m olarak alınmıştır. Denemeye ait kroki ve parsel durumu Şekil 3.6'da verildiği gibidir.



Şekil 3.6 Denemeye ait kroki ve parsel durumu

3.2.2. Analiz ve inceleme

3.2.2.1. Toprak analizleri

Deneme alanı toprağının sulamaya ilişkin özellikleri ile genel özelliklerinin belirlenmesi için 120 cm derinliğinde toprak profili açılarak 0-30, 30-60, 60-90, 90-120 ve 120-150 cm derinliklerden bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Ayrıca, 0-20 ile 20-40 cm derinliklerden alınan bozulmuş toprak örneklerinde yetiştirilen bitkilerin gübrelenmesi için gerekli olan analizler yapılmıştır (Çizelge 3.7).

Çizelge 3.7 Toprak örneklerinde kullanılan analiz yöntemleri

Yapılan analiz	Toprak örneği	Yöntem
Hacim ağırlığı	Bozulmamış	(Tüzüner, 1990)
Tarla kapasitesi	Bozulmamış	(Tüzüner, 1990)
Solma noktası	Bozulmamış	(Tüzüner, 1990)
Su ile doygunluk (%)	Bozulmuş	(Tüzüner, 1990)
Bünye analizi	Bozulmuş	(Tüzüner, 1990)
Organik madde	Bozulmuş	(Sağlam, 1995)
Fosfor	Bozulmuş	(Tüzüner, 1990)
Potasyum	Bozulmuş	(Tüzüner, 1990)
Elektriksel iletkenlik	Bozulmuş	(Richards, 1954)
Toprak reaksiyonu	Bozulmuş	(Richards, 1954)

3.2.2.2. Sulama suyu analiz yöntemleri

Sulama suyunun analizlerinde ise pH ve EC için (Richards, 1954)'ün, eriyebilir katyon (Na, Ca, Mg, K) ve anyonlar (Cl, SO₄, CO₃, HCO₃) ise Tüzüner (1990)'in belirtmiş olduğu esaslara göre yapılmıştır.

3.2.3. Tarımsal işlemler, gözlemler ve ölçümler

3.2.3.1. Toprak hazırlığı ve ekim

Toprak işleme: İlkbaharda tavalar yapıldıktan sonra Goble Diskaro ve kazayağı ile toprak işleme gerçekleştirilmiştir. Damla sulama yönteminde ise toprak yine Goble Diskaro ile sürülüp, toprak hazırlığı tamamlanmıştır.

Tohumların ekime hazırlanması: Tohumlar parsellere sıra aralıkları 20 cm ve dekara 17-20 kg gelecek şekilde tüm parsellere kuruda pnömatik (havalı) mibzer ile ekilmiştir. Üzerleri tekrar merdane yardımıyla kapatılmıştır.

3.2.3.2. Sulama suyu uygulaması

Deneme süresince çeltik parsellerinin sulanmasında tava ve yüzey üstü damla sulama sistemlerinden yararlanılmıştır. Tava sulama yönteminde çimlenme tamamlandıktan sonra, ekimden hasada kadar tavalardaki 10 cm'lik su yüksekliği korunmuştur. Damla sulama yönteminde ise uygulanan su miktarları Kanber ve Güngör (1986)'de belirtilen esaslar göz önüne alınıp, açık su yüzeyi buharlaşması kullanılarak belirlenmiştir. Aşağıda verilen Eşitlik (1) yardımı ile de sulama suyu miktarları hesaplanmıştır.

$$I = A \times E_{pan} \times k_{pc} \times P \quad (1)$$

I= Sulama suyu miktarı (lt)

A = Parsel alanı (m²)

E_{pan} = Buharlaşma kabında buharlaşan su miktarı (mm)

k_{pc} = Bitki-pan katsayısı (1, 1.25 ve 1.5)

P= Islatılan alan yüzdesi (%)

Deneme süresince damla sulama konuları için sulamalar, Pazartesi, Çarşamba ve Cuma günleri uygulanmış, bu günler arasındaki toplam buharlaşma miktarlarına göre sulama miktar ve süreleri belirlenmiştir. Ayrıca ıslatılan alan yüzdesi 1 alınmıştır.

3.2.3.3. Bitki su tüketimi (ET) hesaplama

Damla sulama yöntemi ile sulama yapılan tüm deneme konularında toprak su içeriğinin ölçümü için nötron prob cihazından yararlanılmıştır. Aynı arazi de daha önceki çalışmalara ait kalibrasyon değerleri olduğu için kalibrasyon işlemi yapılmamıştır. Sağlıklı sonuçlar alınması adına 150 cm toprak deriliğinde nötron okumaları ve eş zamanlı olarak yapılan gravimetrik örneklemelerle toprak nem içeriği takip edilmiştir. Okumaların sağlıklı gittiği görülmesi durumunda gravimetrik örneklemeler sonlandırılmıştır. Ayrıca bu okuma ve örneklemeler ise 150 cm derinliğe kadar her 30 cm'de bir yapılmıştır.

Bitki su tüketiminin belirlenmesinde aşağıda verilen Eşitlik (2)'den yararlanılmıştır (Howell ve ark., 1990).

$$ET = I + R - DP - RO \pm \Delta S \quad (2)$$

Burada;

ET: sulama aralığındaki bitki su tüketimi, mm;

I: uygulanan sulama suyu, mm;

R: yağış, mm;

DP: derine sızma; mm

RO; yüzey akış, mm;

ΔS ; sulama aralığında etkili kök bölgesindeki toprak suyu değişimidir, mm.

Bitki su tüketimi damla sulama yöntemi ile sulanan konularda hesaplanmıştır. Damla sulama yöntemi kullanıldığı için ve damla sulama yönteminde damlatıcı debisi infiltrasyon hızından küçük bir değer seçildiği için yüzey akışa izin verilmemiştir. Bu nedenle yüzey akış (RO) ihmal edilmiştir.

3.2.3.4. Su kullanım randımanları ve su üretkenliği

Su kullanım randımanı ve su üretkenliği değerleri damla sulama yöntemlerinin uygulandığı konularda aşağıdaki eşitliklerle (Eşitlik 3, Eşitlik 4, Eşitlik 5) hesaplanmıştır (Çakır, 2020; Kanber, 1999).

$$WUE = E_y/ET \quad (3)$$

Eşitlikte;

E_y = Ekonomik Verim (Birim alandan elde edilen verimi)

ET = Bitki su tüketimi (mm)

Farklı uygulama koşullarında uygulanan sulama suyu (I) veya sulama suyu + yağış (P+I) bazında suyun üretkenliğini (Çakır, 2020)'nin belirtmiş olduğu yaklaşımlara göre hesaplanmıştır.

$$WP_1 = Y/I \quad (4)$$

$$WP_{(P+I)} = Y/(P + I) \quad (5)$$

$WP_{(0)}$ - konulara uygulanan mevsimlik sulama suyu bazlı su üretkenliği ($kg\ m^{-3}$)

$WP_{(P+I)}$ -Sulama suyu + yağış toplamı bazlı su üretkenliği ($kg\ m^{-3}$)

Y-dane verimi, $kg\ da^{-1}$

I-Mevsimlik sulama suyu, mm

(P + I) - Sulama mevsimi boyunca konulara uygulanan sulama suyu ve mevsimlik yağış miktarı toplamı, mm

3.2.3.5. Gübreleme

Toprak analiz sonuçlarına göre dekara 16 kg N, ve 14 kg P olacak şekilde gübre uygulanmıştır. Analiz sonucuna göre gübrenin 1/3'ü toprak hazırlığı sürecinde diğer 1/3'ü ilk gübre uygulamasından 50-60 gün sonra, geri kalan kısmı ise 80-90 gün sonra uygulanmıştır. Gübre uygulama tarihleri Çizelge 3.8'de verilmiştir.

Çizelge 3.8 Uygulanan gübreler ve uygulama tarihleri

Deneme yılı	Gübre	Uygulama tarihi
2019	DAP (18-46-0)	30.04.2019
	$(NH_4)_2SO_4$ (21-21-0)	11.06.2019
	$(NH_4)_2SO_4$	12.07.2019
2020	DAP (18-46-0)	21.04.2020
	$(NH_4)_2SO_4$	14.06.2020
	$(NH_4)_2SO_4$	14.07.2020

3.2.3.6. Zirai mücadele

Çalışmada yabancı ot kontrolünün sağlanabilmesi amacıyla imi toleranslı Rekor CL çeşidi kullanılmıştır. $40\ g\ L^{-1}$ imazamox etken maddeli herbisit, $150\ ml\ da^{-1}$ dozunda ve $200\ gr\ L^{-1}$ Cyhalofob butyl etken maddeli Clincher $200\ ml\ da^{-1}$ dozunda uygulanmıştır. Denemede, imazamox herbisitinin yanı sıra semizotu gibi geniş yapraklı yabancı otların mücadelesinde basagran ticari isimli herbisit ($150\ ml\ da^{-1}$ doz) kullanılmıştır. Basagran, SL formülasyonda, $250\ g\ L^{-1}$ Bentazone + $125\ g\ L^{-1}$ MCPA aktif maddelerini içeren etkili bir herbisittir.

Denemenin ilk yılında iki kez imazamox, iki kez clincher ve bir kez de basagran uygulanmıştır. Denemenin ikinci yılında bir kez imazamox, bir kez clincher ve bir kez de basagran uygulanmıştır.

Çizelge 3.1 Herbisit uygulamaları ve tarihleri

Deneme yılı	Herbisit	Uygulama tarihi
2019	1. doz İmazamox (150 ml da ⁻¹)	30.05.2019
	2. doz İmazamox (150 ml da ⁻¹)	27.06.2019
	1. doz Clincher (200 ml da ⁻¹)	30.05.2019
	2. doz Clincher (200 ml da ⁻¹)	27.06.2019
	Basagran (150 ml da ⁻¹)	4.07.2019
	2020	İmazamox (150 ml da ⁻¹)
Clincher (200 ml da ⁻¹)		11.06.2020
Basagran (150 ml da ⁻¹)		1.07.2020

Deneme alanında 2019 yılında görülen yabancı ot türleri;

Portulaca Oleraceae (Semiz otu)

Diplachne fusca (Baraj otu)

Echinochloa crus-galli L. (Darıcan)

Echinochloa oryzoides L. (Çeltiksi darıcan)

Cyperus difformis (Kız otu)

Alisma plantago-aquatica L (Kurbağa kaşığı)

Schoenoplectus lacustris (Su sazı)

Ammannia coccinea (Güvercin ayağı)

Ve 2020 yılında deneme alanında görülen yabancı ot türleri aşağıda verilmiştir.

Portulaca Oleraceae (Semiz otu)

Chenopodium album (Sirken)

Diplachne fusca (Baraj otu)

Echinochloa crus-galli L. (Darıcan)

Echinochloa oryzoides L. (Çeltiksi darıcan)

Cyperus difformis (Kız otu)

Paspalum paspalodes (Su ayrığı)

Alisma plantago-aquatica L (Kurbağa kaşığı)

Schoenoplectus lacustris (Su sazı)

Ammannia coccinea (Güvercin ayağı)

3.2.3.7. Bitki gözlem ve ölçümler

Çeltik bitkisi gözlem ve ölçümleri, Mülga, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü Tohumculuk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü tarafından hazırlanan çeltik bitkisi için “Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı” da yer alan kriterlere göre yapılmıştır (Anonim, 2003)

Bitki boyu: Hasat olgunluğuna gelen bitkilerden en az 10 bitki seçilmiş ve bitkilerin toprak seviyesi ile salkımın en uç başakçığı (kılçık hariç) arasında kalan mesafe ölçülmüştür.

Salkım uzunluğu: Her parselden olgunlaşma devresinde tesadüfen seçilen 10 bitkinin salkım boğumuyla, salkımın en uç başakçığı arasında kalan mesafe ölçülmüştür.

Salkımda dane sayısı (adet): Her parselden tesadüfen seçilen 25 bitkiden alınan birer adet salkımdaki taneler sayılıp ortalamaları alınmıştır.

M²'de salkım sayısı: Olgunlaşma döneminde her parselden tesadüfen seçilen 0.25 m²'lik alanda 4 tekrarlamalı olarak fertil salkımlar sayılarak ortalaması alınmıştır.

Çeltik bin tane ağırlığı: Her tekerrürden tesadüfen alınan 4x100 adet tohum hassas terazide tartılmış. Elde edilen değerlerin ortalaması 10 ile çarpılmıştır.

Tane verimi: Her tekrarlamadaki parsellerden kenar etkisi alındıktan sonra kalan alanda hasat ve harman yapılarak elde edilen tane verimleri 0.01 g hassas terazi ile tartılarak nemi ölçülmüş ve %14 nem içeriğine göre gerekli düzeltmeler yapılarak parsel ve dekar verimleri hesaplanmıştır.

Hasat indeksi: Her tekrarlamadan elde edilen tane verimi saplı ağırlığa bölünerek tane veriminin saplı ağırlık içerisindeki payı yüzde (%) olarak hesaplanmıştır.

Çeltik Hektolitre ağırlığı: Her tekrarlamadan 250 cm³ hacimli hektolitre aletiyle 2 tekrarlamalı olarak örnek alınarak tartılır, iki örnek ortalaması 4x100 ile çarpılarak hektolitre ağırlığı kilogram olarak hesaplanır.

Kırıklı randıman: 100 g çeltik örneğinden elde edilen kavuzları soyulmuş kargo (kahverengi pirinç, sadece dış kavuzu alınmış taneyi ifade eder) pirinçler, randıman makinesinden geçirilerek pirince işlenmiş, elde edilen kargo pirinç ağırlığı 0.01 g hassas terazide tartılarak yüzde (%) kırıklı randıman bulunmuştur.

Kırksız randıman: Kırıklı randımandan, kırık tanelerin ayrılması sonucu elde edilen değerlerin % olarak ifadesidir.

3.2.3.8. Hasat

Salkımların %80'nin saman rengini aldığı, alt kısımdaki danelerin sert mum dönemine ulaştığı zaman çeltik makine ile hasat edilmiştir.

3.2.4. Analiz ve değerlendirme

Deneme konularına ilişkin derlenen verilerin istatistiksel analizlerinde JUMP ve SPSS 21.0 paket programı kullanılmıştır. Deneme konularından elde edilen verim ve çeşitli parametreler yıllara göre homojenlik testine tabi tutularak varyans analizi yapılmıştır. Elde edilen varyans analizi sonucu önemlilik arz eden bağımlı değişkenlere Least Significant Difference (LSD) çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Su verim ilişkilerinin belirlenmesinde ise MS Excel paket programı kullanılarak regresyon analizleri yapılmıştır.

3.2.5. Ekonomik analiz

Değişken masraflar; işgücü, çeki gücü, tohum, gübre, ilaç masrafları, sulama sistemi yıllık bakım onarım ücreti ve döner sermaye faizinden oluşmaktadır. Araştırmanın yürütüldüğü bölgede işçi günlük ücretleri iş gücünün ücret karşılığının hesaplanmasında kullanılmıştır. Çeki gücü masraflarının hesabında bölgedeki alet-makine kiralari esas alınmıştır. Döner sermaye faizinin hesaplanmasında üretim dönemi için T.C. Ziraat Bankası'nın bir yıl vadeli tarımsal işletme kredilerine uyguladığı faiz oranının yarısı alınmıştır.

Sabit masraflar; genel idare giderleri, arazi kirası, sulama alet-makine sermaye amortismanı ve faizi, sulama sistemleri yatırım masrafları amortismanı ve faizinden oluşmaktadır. Arazi kirası üreticilerin beyanlarından oluşmuş olup, genel idare giderleri değişken masrafların %3'ü alınarak hesaplanmıştır. Alet makine faizi, makine değerinin yarı değerine faiz uygulanarak hesaplanmıştır. Alet makine amortismanı ise toplam sermayenin %10'unu olarak alınmıştır (Kıral ve ark., 1999).

Gayri safi üretim değerini elde etmek için hasat edilen ürün miktarı, ürünün satış fiyatı ile çarpılmıştır. Brüt kar; değişken masrafların GSÜD'nden çıkarılmasıyla, Net kar ise, üretim masraflarının GSÜD'nden çıkarılmasıyla elde edilmiştir.

Brüt kâr = Gayri safi üretim değeri – Değişken masraflar,

Net kâr = Gayri safi üretim değeri - Üretim masrafları

(Açıl ve Demirci, 1984; Kıral ve ark., 1999).

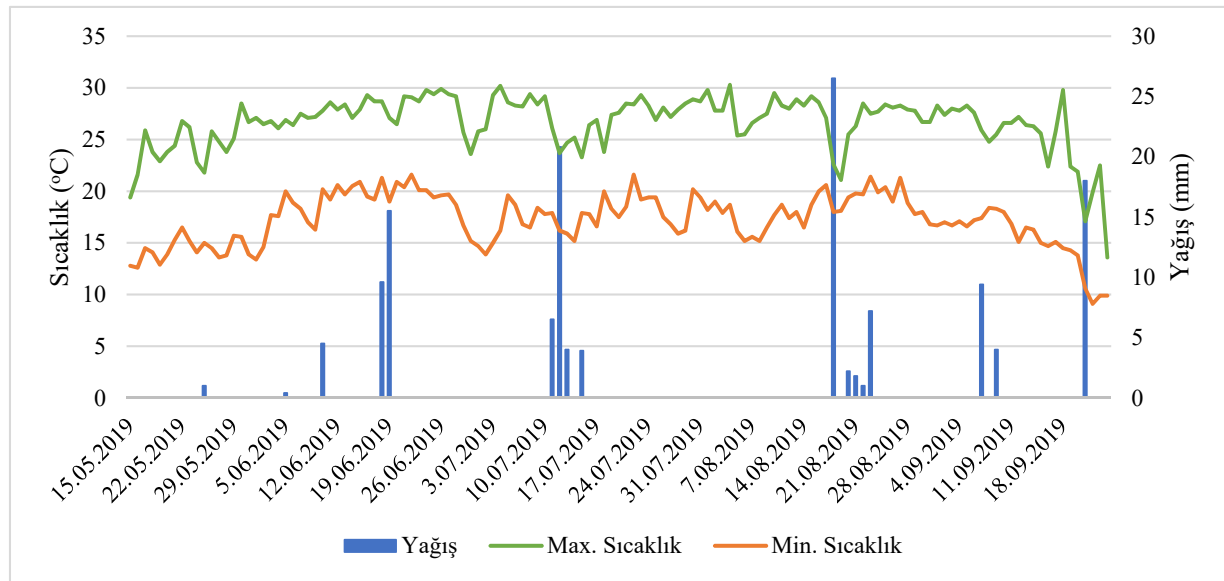
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. İklim verileri

Çalışmanın yürütüldüğü 2019 ve 2020 yıllarına ait bazı iklim verileri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Bu verilere göre, denemenin ilk yılında (2019 yılı) en yüksek sıcaklık 30.3 °C ile Ağustos ayında meydana gelirken, en düşük sıcaklık 9.1 °C ile Eylül ayında ölçülmüştür. Çeltik yetiştirme sezonu içerisinde ortalama sıcaklıklar 19.4 °C ile 23.3 °C arasında değişmiştir. Büyüme mevsimi boyunca gerçekleşen yağış değerleri incelendiğinde ise en fazla yağış 26.5 mm olarak Ağustos ayında düşmüştür (Şekil 4.1). Çeltik bitkisinin gelişme döneminde toplamda 126 mm yağış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.1 2019 yılı aylık, ortalama, maksimum, minimum sıcaklık ve yağış değerleri

Aylar	Sıcaklık			Yağış		
	Minimum	Maksimum	Ortalama	Minimum	Maksimum	Ortalama
Mayıs	12.6	28.5	19.4	0.1	1.0	0.06
Haziran	13.4	29.9	23.3	0.4	15.5	0.25
Temmuz	13.9	30.2	22.5	3.9	20.8	0.28
Ağustos	15.2	30.3	22.9	1.0	26.5	0.25
Eylül	9.1	29.8	20.1	4.0	18.0	0.44

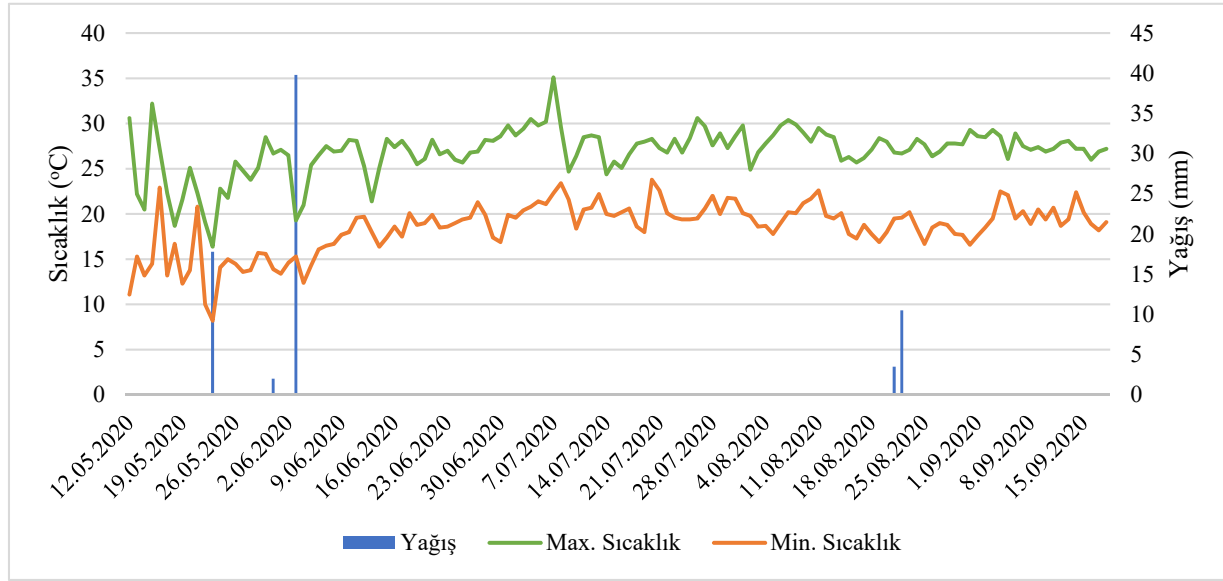


Şekil 4.1 2019 yılı minimum, maksimum sıcaklık ve yağış değerleri

Denemenin ikinci yılında (2020) ise en yüksek sıcaklık değeri 35.1 °C olarak Temmuz ayında, en düşük sıcaklık değeri 8.2 °C olarak Mayıs ayında ölçülmüştür. Çeltik bitkisinin yetiştirme döneminde ortalama sıcaklıklar 19.1°C ile 24.5 °C arasında değişmiştir. 2020 yılı büyüme mevsimi boyunca gerçekleşen yağış değerleri incelendiğinde (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2) en fazla yağışın Haziran ayında 38.8 mm olarak meydana geldiği belirlenmiş, Temmuz ve Eylül aylarında ise hiç yağış gerçekleşmemiştir. Çeltik bitkisinin yetiştirme döneminde düşen toplam yağış miktarı ise 74 mm'dir.

Çizelge 4.2 2020 yılı aylık, ortalama, maksimum, minimum sıcaklık ve yağış değerleri

Aylar	Sıcaklık			Yağış		
	Minimum	Maksimum	Ortalama	Minimum	Maksimum	Ortalama
Mayıs	8.2	32.2	19.1	2	17.8	0.99
Haziran	12.4	28.6	22.0	0.1	39.8	1.33
Temmuz	18	35.1	24.5	-	-	-
Ağustos	16.6	30.4	23.4	3.5	10.5	0.45
Eylül	17.6	29.3	23.7	-	-	-



Şekil 4.2 2020 yılı minimum, maksimum sıcaklık ve yağış değerleri

4.2. Tarımsal İşlemler

Deneme süresince uygulanan bazı tarımsal işlemler ve uygulama tarihleri Çizelge 4.3’de verilmiştir. Denemenin ilk yılında 30.04.2019 tarihinde, ikinci yılında ise 21.04.2020 tarihinde toprak işlemesi yapılmıştır. Deneme alanı topraklarının laboratuvarında yapılan verimlilik analizi sonuçlarına göre deneme alanı için 30 kg da⁻¹ DAP olacak şekilde bir gübreleme programı uygulanmıştır. Çeltik ekimi 2019 yılında 15 Mayıs ve 2020 yılında 8 Mayıs tarihlerinde 20 cm sıra aralığı ve 2 cm derinliğe mibzer ile yapılmıştır. 2019 ve 2020 yıllarında 3’er kez herbisit uygulaması ve 3’er kez de gübre uygulaması yapılmıştır. Toprak analizlerine göre belirlenen amonyum sülfat gübresi her iki yılda da 30 kg da⁻¹ ve 20 kg da⁻¹ olacak şekilde iki farklı zamanda verilmiştir. Damla sulama yönteminde konulu sulama uygulamalarına her iki yılda da 10 Haziran’da başlanmış ve 2019 yılında 11 Eylül’de, 2020 yılında ise 9 Eylül’de sulamalara son verilmiştir. Çeltik hasadı ise 2019 yılında 1 Ekim’de 2020 yılında ise 7 Ekim’de yapılmıştır.

Çizelge 4.3 Araştırma yıllarında tarımsal işlemler, uygulamalar ve gözlemler

Tarımsal işlemler	2019	Tarımsal işlemler	2020
Toprak İşleme	30.04.2019	Toprak İşleme	21.04.2020
Taban gübresi uygulaması (30 kg da ⁻¹ DAP)	30.04.2019	Taban gübresi uygulaması (30 kg da ⁻¹ DAP)	21.04.2020
Ekim	15.05.2019	Ekim	8.05.2020
İlk sulama	15.05.2019	İlk sulama	12.05.2020
Herbisit uygulaması – İmazamox (150 ml da ⁻¹)	30.05.2019	Herbisit uygulaması – İmazamox (150 ml da ⁻¹)	8.06.2020
Herbisit uygulaması-Clincher (200 ml da ⁻¹)	30.05.2019	Herbisit uygulaması-Clincher (200 ml da ⁻¹)	11.06.2020
Gübre uygulaması Amonyum sülfat (30 kg da ⁻¹)	11.06.2019	Gübre uygulaması Amonyum sülfat (30 kg da ⁻¹)	14.06.2020
2. doz Herbisit uygulaması – İmazamox (150 ml da ⁻¹)	27.06.2019	Geniş yapraklı ot ilacı (Basagran M) (150 ml da ⁻¹)	1.07.2020
2. doz Herbisit uygulaması-Clincher (200 ml da ⁻¹)	27.06.2019	Gübre uygulaması (20 kg da ⁻¹ amonyum sülfat)	14.07.2020
Geniş yapraklı ot ilacı (Basagran M) (150 ml da ⁻¹)	4.07.2019	Salkım oluşumu başlangıcı	5.08.2020
Gübre uygulaması Amonyum sülfat (20 kg da ⁻¹)	12.07.2019	Çiçeklenme başlangıcı	12.08.2020
Salkım oluşumu başlangıcı	30.07.2019	Süt olumu	20-30.08.2020
Çiçeklenme başlangıcı	5.08.2019	Dane sertliği – tebeşir kıvamı	10-15.09.2020
Süt olumu	15-25.08.2019	Son sulama tarihi (damla sulama konuları)	9.09.2020
Dane sertliği – tebeşir kıvamı	06-11.09.2019	Son sulama tarihi (tava sulama konuları)	9.09.2020
Son sulama tarihi (damla sulama konuları)	11.09.2019	Hasat	7.10.2020
Son sulama tarihi (tava sulama konuları)	11.09.2019		
Hasat	1.10.2020		

4.3. Uygulanan sulama suyu miktarları

Çalışmada yüzey üstü damla sulama ve geleneksel tava sulama olmak üzere iki farklı sulama yöntemi kullanılmıştır. Yüzey üstü damla sulama yönteminde her sulamada uygulanması gereken sulama suyu miktarı belirlenirken A sınıfı buharlaşma kabından yararlanılmıştır. Çalışmanın alt konularını ise kaptan buharlaşan miktarın 1.0, 1.25 ve 1.5 katları oluşturmuştur (Çizelge 4.4). Damla sulama yönteminin uygulandığı konularda sulamalar Pazartesi, Çarşamba ve Cuma günlerinde olmak üzere haftada 3 kez yapılmıştır.

Çeltik bitkisinin ekiminden itibaren çimlenip yaklaşık 10 cm boya ulaşana kadar toprak nemi doygun koşullara yakın değerlerde tutulmuştur (30 cm toprak derinliği).

Çizelge 4.4 Deneme konuları

Konular	Sulama Yöntemleri
Kpc 1=1.00	YÜ ₁
Kpc 2=1.25	YÜ ₂
Kpc 3=1.50	YÜ ₃
Kontrol konusu	Tava

Tava sulama yapılan parsellerde, su yüksekliği 10 cm'de tutulmuştur. Su seviyesi azaldıkça belirtilen yüksekliğe gelmesi için tamamlama yapılmıştır. Bitkiye oksijen sağlanması için tavalardaki su haftada bir kez tamamen boşaltılmış ve oksijence zengin su ile tekrar göllendirilmiştir.

Denemenin 2019 yılında konulu sulamalara 10 Haziran'da geçilirken son sulama ise 11 Eylül 2019 tarihinde yapılmıştır. Denemenin ilk yılında (2019 yılı), çeltik bitkisinin ekiminden, çimlenip yaklaşık 10 cm olana kadar toprak neminin sature koşullara yakın değerlerde tutulduğu dönemde konulara toplamda 94 mm sulama suyu uygulanmıştır. A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşma miktarı 558 mm (konulu uygulamalara geçildikten sonra) olarak ölçülmüş ve I₁ konusuna 652, I₂ konusuna 792 ve I₃ konusuna 931 mm (eşit su uygulaması + konulu uygulamalar toplamı) sulama suyu uygulanmıştır (Çizelge 4.5). Konulu sulamalar toplamda 37 kez yapılmıştır. Geleneksel tava yöntemi ile sulama yapılan konulara 3530 mm sulama suyu uygulanmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5 Uygulanan sulama suyu miktarları ve sulama sayıları

Yıl	Buharlaşma miktarı Epan (mm)	Sulama suyu miktarı (mm)				Yağış Miktarı (mm)	Konulu sulama sayısı
		YÜ ₁	YÜ ₂	YÜ ₃	Tava Yöntemi		
2019	558	652	792	931	3530	126	37
2020	591	689	837	984	3577	74	40
Ort.	575	671	815	958	3554	100	39

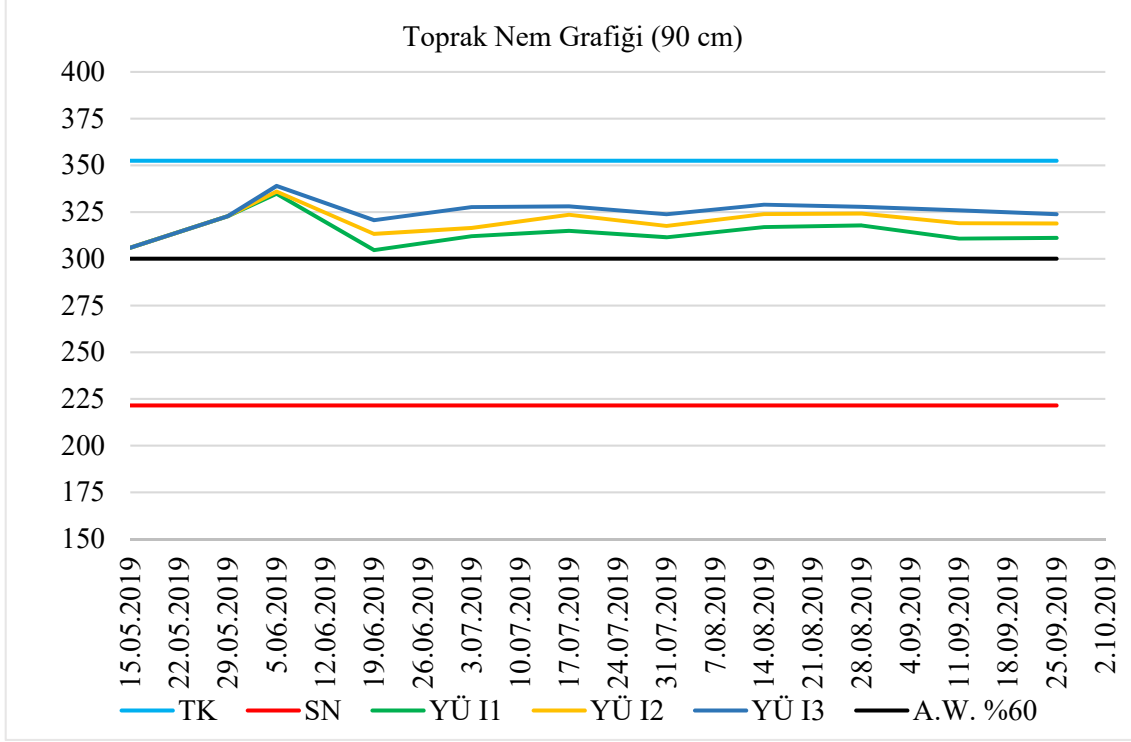
Denemenin ikinci yılında (2020 yılı) çeltik bitkisinin ekiminden, çimlenip yaklaşık 10 cm olana kadar sature koşullara yakın değerlerde tutulduğu dönemde konulara toplamda 98 mm sulama suyu uygulanmıştır. A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşma miktarı 591 mm (konulu uygulamalara geçildikten sonra) olarak ölçülmüştür. 2020 yılında, I₁ konusuna 689, I₂ konusuna 837 ve I₃ konusuna 984 mm (eşit su uygulaması + konulu uygulamalar toplamı) sulama suyu uygulanmıştır. Toplamda 40 kez sulama yapılmıştır. Çalışmanın bu yılında geleneksel tava yöntemi ile sulama yapılan konulara 3554 mm sulama suyu uygulanmıştır (Çizelge 4.5).

Her iki yıl birlikte değerlendirildiğinde damla sulama için A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşmanın 1.0 katının alındığı I₁ konusuna 671 mm, 1.25 katının alındığı I₂ konusuna 815 mm ve 1.5 katının alındığı I₃ konusuna 958 mm sulama suyu uygulanmıştır. Tava sulama yöntemi ile sulama yapılan konulara ise 3554 mm sulama suyu uygulanmıştır. Yapılan pek çok çalışmada çeltik veriminde belirgin bir azalma olmadan geleneksel tava yönteminde kullanılan su miktarından önemli tasarrufların mümkün olduğu bildirilmiştir (Li ve Cui 1996; Mao 1997; Lu ve ark., 2000; Li ve Barker 2004). Yang ve ark. (2012) Çin'de 2006 ve 2007 yıllarında kontrollü sulama ile geleneksel tava sulama uygulamalarının su kullanımı ve verim üzerindeki etkilerini karşılaştırmışlardır. Buna göre kontrollü sulamada toplam sulama suyu hacimleri geleneksel tava sulama yöntemine kıyasla 2006 ve 2007 yıllarında sırasıyla %80.4 ve %60.9 azalmıştır. Buna karşılık çeltik verimlerinde

önemli bir fark gözlenmediği bildirilmiştir. Aynı çalışmada çeltik için kontrollü sulama konusunda 2006 yılında uygulanan toplam sulama suyu miktarı 240 mm iken geleneksel tava sulama yönteminde 1230 mm'dir. 2007 yılında ise kontrollü sulamada toplam 408 mm sulama suyu uygulanırken, tava sulamada 1040 mm uygulanmıştır. Çalışmada ayrıca yetiştirme sezonu içerisinde 2006 yılında 278 mm yağış meydana gelirken 2007 yılında 611 mm yağış gerçekleşmiştir. Feng ve ark. (2021) Çin'de çeltik için alternatif ıslatma ve kurutma yöntemi ve geleneksel tava sulama yöntemini karşılaştırdıkları çalışmada 2018 ve 2019 yıllarında alternatif ıslatma ve kurutma yöntemi ile 268 mm ve 253 mm, geleneksel tava sulama yöntemini ile 969 ve 1069 mm sulama suyu uygulamışlardır. Çalışmada yetiştirme sezonu içerisinde 2018 yılında yaklaşık 280 mm ve 2019 yılında yaklaşık 270 mm yağış gerçekleşmiştir. Çeltik yetiştiriciliğinde kullanılan su miktarı yetiştirme dönemi içerisinde meydana gelen yağışlar ile bağlantılı olabilir. Bafra ovası koşullarında gerçekleştirdiğimiz bu çalışmada ise yetiştirme sezonu içerisinde 2019 yılında 126 mm ve 2020 yılında ise sadece 74 mm yağış meydana gelmiştir. Bununla beraber buharlaşma yüksek olmuş ve kullanılan su miktarı da buna bağlı olarak artmıştır. Drame (2016) Bafra koşullarında 2015 yılında farklı arazi hazırlığı ve farklı sulama suyu derinliklerinin çeltik bitkisinin verim ve su kullanım randımanı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada Keşan arazi hazırlığı konusunda 10 cm su derinliği altında 5059.01 mm sulama suyu ile en az su uygulanan konu olmuştur. Tuna (2012) Trakya koşullarında çeltik tarımında farklı sulama uygulamalarının su-verim ve kaliteye etkilerini araştırmıştır. Bu amaçla geleneksel ve kısıntılı sulama uygulamaları ile damla sulama yöntemini karşılaştırmıştır. Çalışmada yüzey sulama yöntemleri ile uygulanan sulama suyu miktarları 1840-4355 mm arasında değişmiştir. Damla sulama konularında ise 723-1446 mm arasında sulama suyu uygulanırken, ölçülen bitki su tüketimi değerleri 1052-1810 mm mevsim⁻¹ arasında meydana gelmiştir. Çalışmada ayrıca yüzey sulamada damla sulama ile karşılaştırıldığında 2.5-3.0 kat daha fazla sulama suyu uygulanırken, verimde sadece % 14.5'lik bir artış meydana geldiği bildirilmiştir.

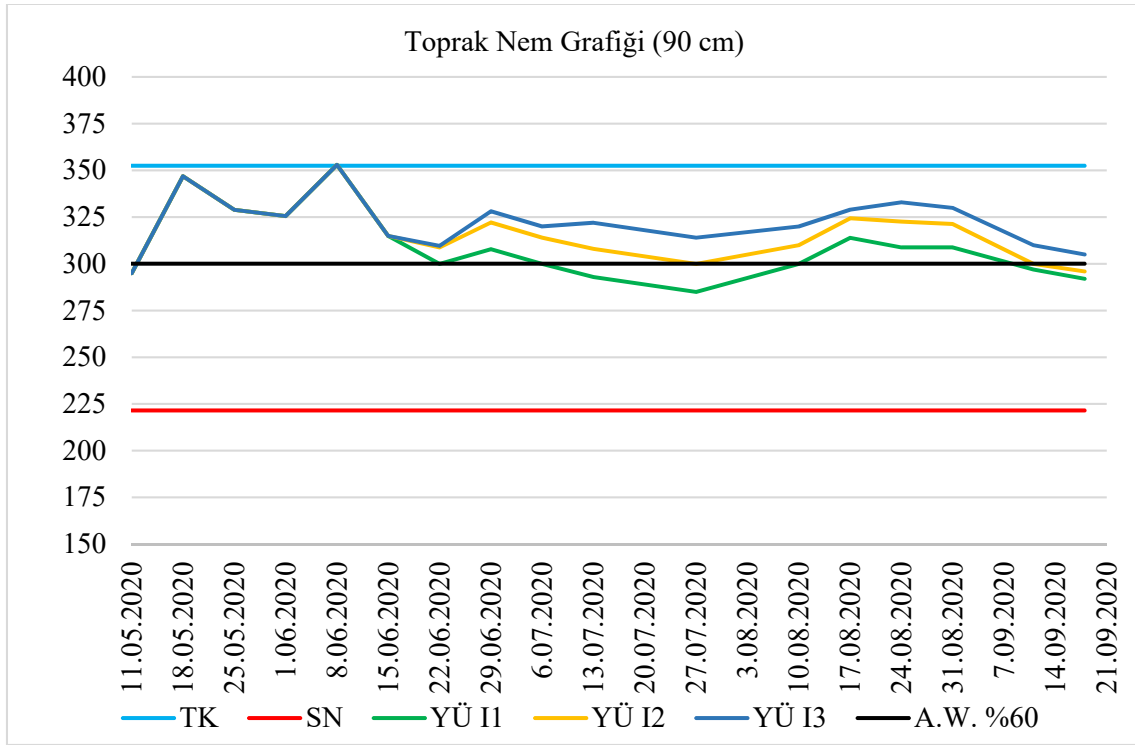
4.4. Toprak su içeriği

Deneme süresince toprak nem içeriğinin takip edilmesi amacı ile 150 cm derinliğe kadar ulaşan nötron prop tütleri her bir damla sulama konusuna 1 adet olacak şekilde yerleştirilmiş ve iki haftada bir okuma yapılarak düzenli olarak takip edilmiştir. Nötronmetre ile ölçümler alınmaya kadar toprak nemi gravimetrik olarak takip edilmiştir. 2019 yılı için toprak su içeriğinin zamana göre değişimi Şekil 4.3'de verilmiştir.



Şekil 4.3 2019 yılı zamana göre toprak nem içeriği (90 cm)

Denemenin 2020 yılında ise çalışma süresince toprak nem içeriğinin takip edilmesi amacı ile 150 cm derinliğe kadar ulaşan nötron prop tüpleri her bir damla sulama konusuna 1 adet olacak şekilde çakılmış ve okumalar iki haftada bir olacak şekilde düzenli takip edilmiştir. Şekil 4.4’de 2020 yılı toprak su içeriğinin zamana göre değişimi verilmiştir. Şekilde 4.3 ve Şekil 4.4’de görüldüğü gibi deneme konuları arasında toprak su içeriği açısından farklılıklar meydana gelmiştir. Her iki yılda da I₃ konusundan I₁ konusuna doğru zaman içerisinde toprak suyunda azalma meydana gelmiştir. 2019 yılında I₃, I₂ ve I₁ sulama konuları tüm sulama dönemi boyunca %60 kullanılabilir nemin üstünde kalırken, 2020 yılında I₃ ve I₂ konuları %60 kullanılabilir nemin üstünde kalmış, I₁ konusu ise özellikle orta dönemde %60 kullanılabilir nemin aşağısında kalmıştır.



Şekil 4.4 2020 yılı zamana göre toprak nem içeriği (90 cm)

4.5. Damla sulama koşullarında bitki su tüketimi değerleri

Çalışmada damla sulama yöntemi ile sulanan parseller için aylık ve mevsimlik su tüketimi değerleri de hesaplanmıştır. Bitki su tüketiminin hesaplanmasında toprak su bütçesi eşitliği kullanılmıştır. Bitki su tüketim değerlerinin hesaplanmasında deneme süresince takip edilen nem grafiklerinden yararlanılmıştır. Bitki su tüketim değerleri 2019 yılı verilerine göre konulu sulamalara geçilmeden önceki zaman dilimi olan mayıs ayı için tüm konularda 121 mm gün⁻¹ olarak gerçekleşirken konulara göre Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında 204-345 mm ay⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Mevsimlik bazda ise bitki su tüketimi değerleri I₁, I₂ ve I₃ konuları için sırası ile 819 mm, 943 mm ve 1116 mm olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6 Damla sulama koşullarında deneme konularının aylık ve mevsimlik su tüketimleri (2019 yılı)

Konular	Mayıs*	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Mevsimlik	
Damla sulama	I ₁	121	198	241	204	55	819
	I ₂	121	232	274	258	58	943
	I ₃	121	280	345	303	67	1116

*Mayıs 16 gün

2020 yılında da bitki su tüketimlerinin hesaplanabilmesi için 150 cm toprak profili için nem takibi yapılmıştır ve damla sulama konularına ait aylık ve mevsimlik su tüketimleri Çizelge 4.7'de verilmiştir. Denemenin ikinci yılında mayıs ayından konulu sulamalara geçilmediğinden dolayı tüm konularda bitki su tüketim değeri 97 mm ay⁻¹ olarak gerçekleşmiştir. Damla sulama konularına göre sulamanın en yoğun olduğu aylarda (Haziran, Temmuz ve Ağustos) bitki su tüketim değerleri 205-335 mm ay⁻¹ arasında değişmiştir. Mevsimlik su

tüketim değerleri I1 konusunda 849 mm, I konusunda 954 mm ve I3 konusunda ise 1068 mm olarak hesaplanmıştır. Her iki büyüme mevsiminde de uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça bitki su tüketimi de artmıştır.

Çizelge 4.7 Damla sulama koşullarında deneme konularının aylık ve mevsimlik su tüketimleri (2020 yılı)

Konular	Mayıs*	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Mevsimlik	
Damla sulama	I ₁	97	249	243	205	55	849
	I ₂	97	253	286	242	76	954
	I ₃	97	269	335	277	90	1068

*Mayıs 23 gün

4.6. Çeltik verimi

Denemenin 2019-2020 yıllarına ait ortalama verim ve LSD gruplandırması Çizelge 4.8'de verilmiştir. 2019 yılında verim değerleri sulama konuları bazında 689.7-909 kg da⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda 2019 yılında TS ve I₃ konusu aynı grupta yer alırken I₂ ve I₁ konusu 2. ve 3. grubu oluşturmuşlardır ve % 1 önem düzeyinde konular arası fark belirlenmiştir.

Denemenin ikinci yılı olan 2020 yılında çeltik verimleri karşılaştırıldığında en yüksek verim 911.3 kg da⁻¹ olarak tava sulama yönteminden elde edilirken, en düşük verim 640 kg da⁻¹ ile I₁ konusundan elde edilmiştir. Çeltik verimlerine uygulanan varyans analizi sonuçlarına göre konular arasında P<0.01 önem düzeyinde istatistiksel farklılıklar belirlenmiştir. Deneme konularından elde edilen çeltik verimlerine yapılan LSD testinde geleneksel tava konusu birinci, I₃ ikinci, I₂ üçüncü ve I₁ dördüncü grupta yer almıştır (Çizelge 4.8). Konulara ilişkin varyasyon katsayısı (VK) yıllara göre sırası ile 3.53 ve 2.48 olarak belirlenmiştir. Yapılan yıl birleştirmesi analizleri sonucunda verim parametresinin yıllar bakımından istatistiksel olarak (%1 önem düzeyinde) fark bulunmadığından ortalama verim değerlerine de LSD sınıflandırması yapılmış ve tava sulama ilk sırada yer alırken sulama suyu miktarı azaldıkça verimde de azalmaların olduğu görülmüştür. Beser ve ark. (2015) damla sulama için en uygun çeltik genotiplerinin belirlenmesi amacıyla Trakya koşullarında çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda en yüksek verim değerleri 652 kg da⁻¹ ile Durağan, 624 kg da⁻¹ ile Osmancık-97 ve 623 kg da⁻¹ ile Halilbey çeşitlerinden elde edilmiştir. Sharda ve ark. (2017) 2013 ve 2014 yıllarında Güney Asya'da 4 farklı sulama rejiminin (pan buharlaşmanın 1.5, 2.5 ve 3.0 katı ile tava sulama) kuru tohumlu çeltik verimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda tava sulama ile 663-760 kg da⁻¹ tane verimi elde edilirken damla sulama ile %40'ın üzerinde su tasarrufu ve 734-801 kg da⁻¹ tane verimi elde etmişlerdir.

Çizelge 4.8 Verime ilişkin değerler ve LSD gruplandırması

Sulama Konuları ve İstatistiksel Analiz	Verim (kg da ⁻¹)		
	2019	2020	Ortalama
I ₁	689.67 c	640.67 d	665.17d
I ₂	787.33 b	761.33 c	774.33c
I ₃	858.33 a	843.33 b	850.83b
Tava Sulama	909.0 a	911.33 a	910.2a
LSD (0.05)	57.25	39.07	30.86
P(Olasılık)	0.0004**	0.0000**	0.0001**
CV(%)	3.53	2.48	3.07

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

4.7. Su kullanım randımanı (WUE) ve sulama suyu üretkenliği (WP)

Konulara göre, damla sulama yöntemi ile sulanan konular için su tüketimi değerleri, su kullanım (WUE) ve sulama suyu üretkenliği (WP) değerleri hem sadece sulama ($WP_{(I)}$) hem de sulama ve yağış toplamına göre ($WP_{(I+P)}$) Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Konulara göre su kullanım randımanları

Sulama yöntemi	Sulama konuları	2019						2020					
		I+P	I	ET	$WP_{(I+P)}$	$WP_{(I)}$	WUE	I+P	I	ET	$WP_{(I+P)}$	$WP_{(I)}$	WUE
		(mm)			$(kg.m^{-3})$			(mm)			$(kg.m^{-3})$		
YÜ	I ₁	778	652	819	0.89	1.06	0.84	763	689	849	0.84	0.93	0.76
	I ₂	918	792	943	0.86	0.99	0.83	910	836	954	0.84	0.91	0.80
	I ₃	1058	932	1116	0.81	0.92	0.77	1058	984	1068	0.80	0.86	0.79
GT		3656	3530		0.25	0.26		3651	3577		0.25	0.25	

Damla sulama yöntemlerinde her iki yıl için de bitki su tüketimi değerleri takip edilen toprak nemine göre hesaplanmıştır. 2019 yılında mevsimlik bitki su tüketimi değerleri I₁, I₂ ve I₃ konuları için sırasıyla 819, 943 ve 1116 mm olarak gerçekleşirken, 2020 yılında konuların mevsimlik bitki su tüketimi değerleri sırasıyla 849, 954 ve 1068 mm olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.9). Çalışmanın her iki yılında da en yüksek su tüketimi değerleri I₃ konusundan elde edilirken, en düşük su tüketimi değerleri I₁ konusunda belirlenmiştir.

Deneme konularına uygulanan su miktarı ve bitki su tüketim değerleri ile deneme konularından elde edilen dane verimi değerleri dikkate alınarak hesaplanan su kullanım etkinliği ile sulama suyu etkinliği değerleri her iki yıl için de Çizelge 4.9’da verilmiştir. 2019 yılında damla sulama konularında en yüksek sulama suyu üretkenliği (sulama ve yağış toplamı) I₁ sulama konusundan ($0.89 kg m^{-3}$), en düşük sulama suyu üretkenliği I₃ konusundan ($0.81 kg m^{-3}$) elde edilmiştir. Geleneksel tava yönteminde sulama suyu üretkenliği $0.25 kg m^{-3}$ olarak bulunmuştur. Damla sulama yöntemlerinin uygulandığı konularda su kullanım etkinliği değerleri (WUE) ise $0.77-0.84 kg m^{-3}$ arasında değişmiştir (Çizelge 4.9). Trakya Bölgesinde uygulanan farklı sulama yaklaşımlarının, çeltik bitkisinin sulama üretkenliğini değerlendiren Çakır (2020), dane verimi bazında en düşük üretkenlik değerlerinin ($0.267 kg m^{-3} - 0.258 kg m^{-3}$) geleneksel çalışmalardan elde edilebildiğini; kesik ve yağmurlama sulama uygulamalarında ise $WP_{(I)}$ ve $WP_{(I+P)}$ değerlerinin çok daha yüksek olduğunu ve sırası ile 0.478 ve $0.446 kg m^{-3}$ ve 0.442 ile $0.371 kg m^{-3}$ seviyelerine ulaştığını belirlemiştir. Feng ve ark. (2021) Çin’de sulama rejiminin çeltik verimi ve su kullanım etkinliği üzerindeki etkilerini araştırmış ve alternatif ıslatma ve kurutma (AWD) yönteminin geleneksel tava yöntemine göre su kullanım verimliliğini %51.5 ve tahıl verimini %47 oranında önemli ölçüde artırdığını bildirmişlerdir.

2020 yılına ait sulama suyu üretkenliği (W_p) değerleri Çizelge 4.9’da verilmiştir. Damla sulama konularında en yüksek sulama suyu üretkenliği I₁ ve I₂ sulama konularından ($0.84 kg m^{-3}$), en düşük sulama suyu üretkenliği (sulama ve yağış toplamı) I₃ konusundan ($0.80 kg m^{-3}$) elde edilmiştir. Geleneksel tava yönteminde sulama suyu üretkenliği $0.25 kg m^{-3}$ olarak bulunmuştur. Damla sulama sistemlerinde su kullanım etkinliği değerleri (WUE) ise konulara göre $0.76-0.80 kg m^{-3}$ arasında değişmiştir (Çizelge 4.9). Sharda ve ark. (2016) Güney Asya’da 4 farklı sulama rejimi altında (pan buharlaşmanın 1.5, 2.5 ve 3.0 katı ile tava sulama) yetiştirilen çeltiklerin sulama suyu kullanım etkinliğini 2013 ve 2014 yıllarında belirlemişlerdir. Buna göre her iki yılda da en

yüksek sulama suyu kullanım etkinliği değeri 1.5*pan buharlaşması ile elde edilmiş (0.88-0.81 kg m⁻³), en düşük su kullanım etkinliği ise tava sulamadan elde edilmiştir (0.52-0.42 kg m⁻³). Bhardwaj ve ark. (2018) pirinç tarımından elde edilen kritik girdilerin üretkenliğini ve su kullanım etkinliğini değerlendirmek amacıyla bir çalışma yapmışlar ve çalışmada damla sulama ve tava sulama yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda damla sulamanın su kullanım etkinliğini arttırdığı belirlenmiş ve damla sulama ile 1. yılda 1.121 kg m⁻³, 2. yılda 1.246 kg m⁻³ su kullanım etkinliği elde edilirken tava sulamada bu değerler 1. yılda 0.58 kg m⁻³, 2. yılda 0.66 kg m⁻³ olarak belirlenmiştir.

Araştırma yıllarında konulara göre oransal verim azalışı ve sulama suyu tasarrufu değerleri Çizelge 4.10 ve 4.11'de verilmiştir.

Denemenin 2019 yılında damla sulama konularından elde edilen verim değerleri ve tava yönteminde elde edilen verim değerleri arasında kıyaslamaya gidilmiş olup, konulara göre I₃ konusunda %6, I₂ konusunda %13 ve I₁ konusunda %24 verim kaybı meydana gelmiştir. Buna karşın, I₃ konularında %71, I₂ konularında %75 ve I₁ konularında %79 su tasarrufu sağlamıştır.

Çizelge 4.10 2019 yılı deneme konuları oransal verim azalışı ve sulama suyu tasarrufu

Konular	Sulama Suyu		Verim		
	Miktar (mm)	Oransal Tasarruf (%)	Verim (kg da ⁻¹)	Oransal Azalış (%)	
YÜ	I ₁	778	79	689	24
	I ₂	918	75	787	13
	I ₃	1058	71	858	6
Geleneksel tava yöntemi	3656	-	909	-	

2020 yılı deneme konuları oransal verim azalışı ve sulama suyu tasarrufu değerlerine bakıldığında verim azalmaları bakımından tava ile en az farkın I₃ konusunda (%7) en fazla farkın ise I₁ konusunda (%30) olarak gerçekleştiği, I₂ konusunda ise oransal verim azalışının 2019 yılına yakın bir değer olan %16'da kaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.11). Damla sulama konularında elde edilen oransal su tasarrufu ise I₃, I₂ ve I₁ konuları için sırası ile %71, %75 ve %79 olarak gerçekleşmiştir.

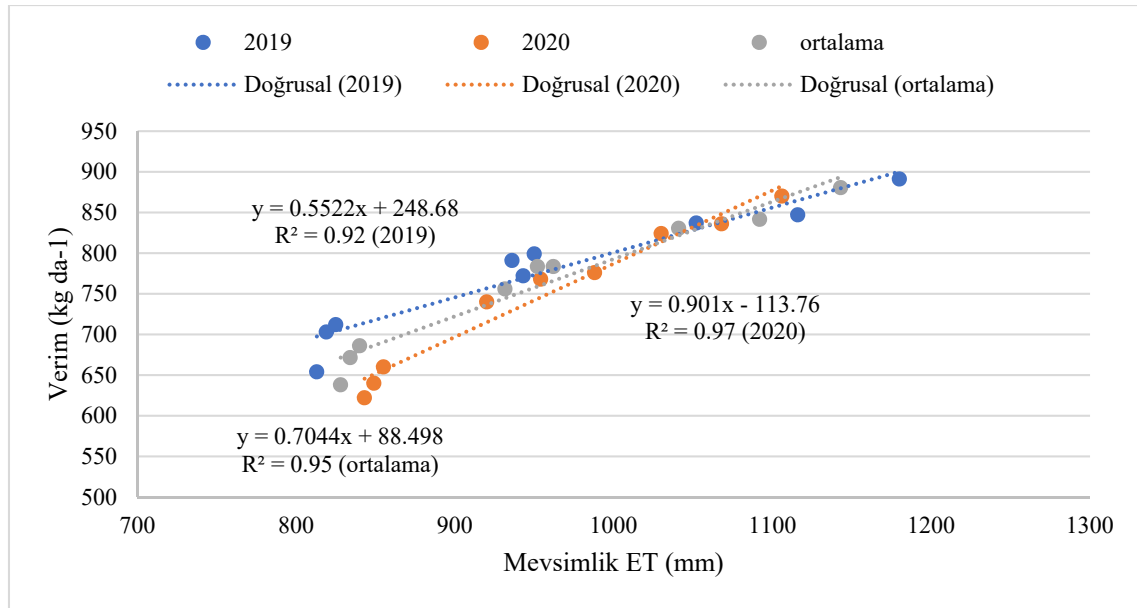
Çizelge 4.11 2020 yılı deneme konuları oransal verim azalışı ve sulama suyu tasarrufu

Konular	Sulama Suyu		Verim		
	Miktar (mm)	Oransal Tasarruf (%)	Verim (kg da ⁻¹)	Oransal Azalış (%)	
YÜ	I ₁	763	79	641	30
	I ₂	910	75	761	16
	I ₃	1058	71	843	7
Geleneksel tava yöntemi	3651	-	911	-	

Soman (2012), 2009 ve 2010 yıllarında Hindistan'da çeltik yetiştiriciliğinde geleneksel tava sulama ile damla sulama yöntemlerini karşılaştırmış ve geleneksel tava sulamaya göre damla sulama ile %66.3 su tasarrufuna karşılık %22.5 verim artışı sağlandığını bildirmiştir. Kombali ve ark. (2016) damla sulama yönteminin geleneksel tava sulama yöntemine göre çeltik yetiştiriciliğinde yüzde 50'ye varan su tasarrufu sağlandığını bildirmişlerdir. Kombali ve ark. (2017) damla sulama altında aerobik çeltik yetiştirme yöntemi ile %15-20 daha yüksek çeltik verimi ve %40-50 su tasarrufu sağlandığını bildirmişlerdir. Arthi ve ark. (2018) Hindistan'da kısıtlı sulama koşullarında çeltik için %20-25 verim düşüşüne karşılık %35-40'a varan su tasarrufu sağlandığını bildirmişlerdir. Bhardwaj ve ark. (2018) geleneksel tava sulama uygulamasına kıyasla damla sulamada kullanılan su miktarı için %52 oranında tasarruf elde edilirken çeltik veriminin %18 oranında artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

4.8. Damla sulama uygulanan parsellerde bitki su tüketimi (ET)-verim ilişkileri (Y)

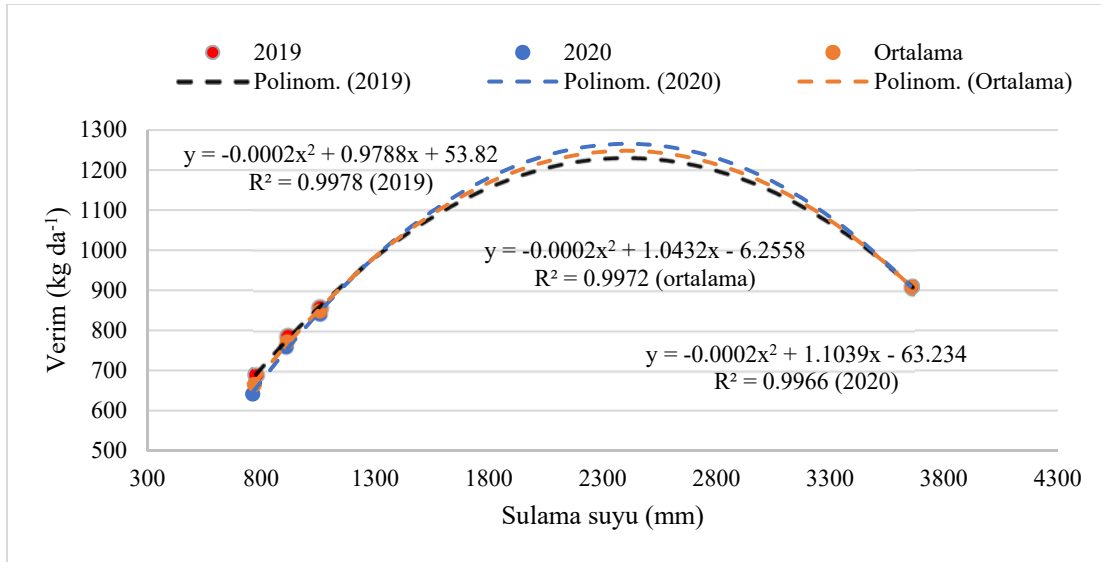
Deneme yıllarında damla sulama konularında belirlenen bitki su tüketimi (ET) ile verim (Y) arasındaki ilişkiler Şekil 4.5'de verilmiştir. Her iki büyüme sezonunda da bitki su tüketimi ile verim arasında doğrusal ilişki olduğu belirlenmiştir. Araştırmanın ilk yılında $R^2 = 0.92$ ve istatistiksel olarak $P = 0.000043^{**}$ ($P < 0.01$) önemli; ikinci yılında ise $R^2 = 0.97$ ve istatistiksel olarak $P = 0.0000022^{**}$ ($P < 0.01$) önemli, iki yılın ortalaması $R^2 = 0.95$ ve istatistiksel olarak $P = 0.000008^{**}$ ($P < 0.01$) önemli ilişkiler belirlenmiştir.



Şekil 4.5 Damla sulama uygulamalarında bitki su tüketimi verim ilişkisi

4.9. Sulama suyu-verim ilişkileri (Y)

Deneme yıllarında sulama konularında belirlenen sulama suyu ile verim (Y) arasındaki ilişkiler Şekil 4.6'da verilmiştir. Her iki yılda da sulama suyu ile verim arasında ikinci dereceden ilişki olduğu belirlenmiştir. Araştırmanın ilk yılında $R^2 = 0.99$ ve istatistiksel olarak $P = 0.04^*$ ($P < 0.05$) önemli; ikinci yılında ise $R^2 = 0.99$ ve istatistiksel olarak $P = 0.05^*$ ($P = 0.05$) önemli, iki yılın ortalaması $R^2 = 0.99$ ve istatistiksel olarak $P = 0.04^*$ ($P < 0.05$) önemli ilişkiler belirlenmiştir.



Şekil 4.6 Sulama suyu verim ilişkisi

4.10. Bitki boyu

Hasat olgunluğuna gelen bitkilerden 10 adet seçilmiş ve bitkilerin toprak seviyesi ile salkımın en uç başakçığı arasındaki mesafe ölçülmüştür. Bitki boylarına ilişkin değerler ve istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Çizelge 4.12’ye göre 2019 yılında tava sulama yöntemi ile sulanan parsellerde ölçülen bitki boyları 104.28 cm ve damla sulama konularında ölçülen bitki boyları ise 77.83 ile 90.67 cm arasında değişmiştir. Denemenin ikinci yılında ise tava sulama yapılan parsellerde ölçülen bitki boyu 120.71 cm iken, damla sulama yapılan parsellerde 86.41 ile 103.92 cm arasında değişen bitki boyları ölçülmüştür. Damla sulama yöntemlerinde en uzun bitki boyu değerleri hem 2019 hem de 2020 yıllarında I₃ konusunda belirlenmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı azaldıkça bitki boyunun kısaldığı belirlenmiştir. Beşer (1997) yaptığı çalışmada, kullanılan sulama suyu miktarının azalmasının, çeltik bitkisinin boyunun kışalmasına neden olacağını vurgulamıştır. Vanitha (2011)’in bildirdiğine göre ise hasata döneminde tava sulama ile önermiş olduğu 1.5 pan katsayısı arasında bitki boyu gelişimi açısından çok fazla farklılık bulunmazken, 1.25 pan katsayısı ile yetiştirdiği alandaki çeltiklerin boyunun daha kısa olduğu ve istatistiksel olarak %5 seviyesinde bu sınıfları açıkladığını bildirmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.12) hem 2019 hem de 2020 yıllarında uygulanan farklı sulama konuları arasında %99 güvenle fark olduğu belirlenmiştir. LSD sınıflamasında 2019 yılında tava sulama konusu 1. grupta, I₃ sulama konusu 2. grupta, I₂ ve I₁ sulama konuları ise 3. grupta yer almıştır. 2020 yılında ise tava sulama konusu 1. grupta, I₃ sulama konusu 2. grupta, I₂ sulama konusu 3. grupta ve I₁ sulama konusu ise 4. grupta yer almıştır.

Çizelge 4.12 Bitki boylarına ilişkin değerler ve LSD gruplandırması

Sulama Konuları ve İstatistiksel Analiz	Bitki boyu (cm)		
	2019	2020	Ortalama
I ₁	77.83 c	86.41 d	82.12d
I ₂	77.50 c	95.78 c	86.64c
I ₃	90.67 b	103.92 b	97.30b
Tava Sulama	104.28 a	120.71 a	112.50a
LSD (0.05)	5.28	6.82	3.84
P(Olasılık)	0.01**	0.01**	0.0001**
CV(%)	3.02	3.36	3.23

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

4.11. Verim bileşenleri

Çalışmada çeltik bitkisi üzerinde farklı sulama yöntemleri ve sulama konularının çeltik veriminde olduğu gibi verim bileşenlerinde de (M^2 'de salkım sayısı, bin dane ağırlığı, salkım uzunluğu, salkım dane sayısı, kırıklı randıman, kıriksız randıman, hektolitre ağırlığı ve hasat indeksi) farklı etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

4.11.1. M^2 'de salkım sayısı

Metrekarede salkım sayılarının ortalaması, yapılan sulama uygulamalarına göre 2019 yılında 338.67 ile 492.33 arasında 2020 yılında ise 354.3 ile 506.7 adet m^{-2} arasında değişmiştir. Her iki yıl içinde çeltik bitkisinin metrekaredeki salkım sayısı tava sulama konusundan pan katsayısı 1.0 olan I1 konusuna doğru azalma göstermiştir (Çizelge 4.13). İstatistiksel olarak konular arasında fark olup olmadığını belirlemek için varyans analizi yapılmıştır. 2019 ve 2020 yıllarında çeltik verimlerine uygulanan varyans analizi sonuçlarına göre konular arasında $P<0.01$ önem düzeyinde istatistiksel farklılıklar belirlenmiştir (Çizelge 4.13). Yapılan LSD sınıflamasına göre 2019 yılında tava sulama konusu 1. sınıfta, I₃ sulama konusu 2. sınıfta, I₂ sulama konusu 3. sınıfta ve I₁ sulama konusu 4. sınıfta yer almıştır. 2020 yılında ise tava sulama konusu 1., I₃ konusu 2., I₂ konusu 3. ve I₁ konusu 4. sınıfta yer almıştır. Metrekarede salkım sayısı değerleri iki yıllık olarak değerlendirildiğinde yıllar arasında fark bulunmazken konular arasında farkın istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır (Çizelge 4.13 ve Ek 11). Ortalama metrekaredeki salkım sayısı değerleri 346.5 ile 499.5 arasında değişim göstermiş olup oluşan sınıflandırma ise denemenin ikinci yılı ile paralellik göstermiştir. Vanitha (2011), yapmış olduğu çalışmada geleneksel sulama yöntemleri ile farklı pan (1.0, 1.25 ve 1.5) katsayılarına göre sulama yapılan yüzey üstü ve yüzey altı damla sulama yöntemlerini karşılaştırdığı çalışmasında geleneksel tava yönteminde metrekarede salkım sayısını ortalama 641 adet bulurken 1.0 pan katsayısında bu sayıyı 624 adet m^{-2} , 1.25 katsayısında 679 adet m^{-2} ve 1.5 katsayısında ise sayısı 671 adet m^{-2} olarak belirlemişlerdir. Tuna (2012) ise farklı sulama stratejileri ve yöntemlerini karşılaştırdığı çalışmasında geleneksel tava yöntemi ile daimî olarak su seviyesini 10 cm'de tuttuğu konusunda ortalama metrekarede salkım sayısını 446 adet bulurken, pan buharlaşmasına göre sulama konularını belirlediği damla sulama konularında 1xEpan konusunda 460 adet m^{-2} , 1.5xEpan konusunda 444 adet m^{-2} ve 2xEpan konusunda 454 adet m^{-2} olarak belirlemiştir.

Çizelge 4.13 M^2 'de salkım sayısına ilişkin değerler ve LSD gruplandırması

Sulama Konuları ve İstatistiksel Analiz	M^2 'de salkım sayısı (adet)		
	2019	2020	Ortalama
I ₁	338.67 c	354.33 d	346.50 d
I ₂	418.67 b	413.6 c	416.14 c
I ₃	454.0 ab	458.67 b	456.34 b
Tava Sulama	492.33 a	506.67 a	499.50 a
LSD (0.05)	53.41	23.41	25.96
P(Olasılık)	0,0021**	0,0001**	0,0001**
CV(%)	6.30	2.70	4.80

$P<0.01$ (** %1 düzeyinde önemli) $P<0.05$ (* %5 düzeyinde önemli) $P>0.05$ öd (önemli değil)

4.11.2. Bin dane ağırlığı (g)

Bin dane ağırlığını belirlemek için her parselden dört örnekleme yapılmış ve sayıların ortalamaları alınmıştır. 2019 ve 2020 yılı için çeltik bin tane ağırlığı değerleri 32.6-34.43 g aralığında belirlenmiştir (Çizelge

4.14). 2019 yılında sulama konuları arasında istatistiki fark önemli bulunmazken, 2020 için sulama konuları arasında %95 önem derecesinde farklılıklar bulunmuştur. En yüksek bin tane ağırlığına sahip konu tava sulama olurken (34.4g) en düşük bin tane ağırlığı I₁ konusundan (32.57 g) elde edilmiştir (Çizelge 4.14). Yapılan LSD sınıflamasında 2020 yılı için tava konusu 1. grupta, I₃ konusu 2., I₂ ve I₁ konusu 3. grupta yer almıştır. Bin dane parametresine ait birleştirilmiş yıllar için analiz sonuçlarına göre yıllar arasında fark bulunmazken, konular arasındaki farkı % 1 seviyesinde önemli olduğu bulunmuştur (Ek 14). İki yıllık ortalama verilerin sınıflandırması Çizelge 4.14'de verildiği gibi gerçekleşmiştir. Fawibe ve ark. (2020) Koshihikari çeşidi çeltikte geleneksel tava ile plastik film malçla kaplı damla sulama yöntemlerini karşılaştırmış ve çeltik bin tane ağırlıkları 2017 yılında tava ve damla sulama yöntemi için sırasıyla 24.3 g ve 22.9 g olarak, 2018 yılında ise 24.1 g ve 23.2 g olarak belirlenmiştir. Her iki yılda da sulama konuları arasındaki fark %95 önem derecesine göre anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 4.14 Çeltik bin tane ağırlığına ilişkin değerler ve LSD gruplandırması

Sulama Konuları ve İstatistiksel Analiz	Bin dane verimi (g)		
	2019	2020	Ortalama
I ₁	33.03	32.57 b	32.80 c
I ₂	33.8	33.30 b	33.55 b
I ₃	34.43	33.50 ab	33.97 ab
Tava Sulama	34.4	34.40 a	34.37 a
LSD (0.05)	1.06	0.97	0.64
P(Olasılık)	0.056 öd	0.022*	0.49 öd
CV(%)	1.56	1.45	1.51

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli), P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05, öd (önemli değil)

4.11.3. Salkımda dane sayısı

Yapılan önceki çalışmalar, salkımda dane sayısındaki artışın verimdeki artışa sebep olan önemli parametrelerden olduğunu belirtmektedir. Bu bağlamda çalışmada salkımda dane sayısı parametresinin de değerlendirilmesi amacı ile ölçümler alınmıştır. Araştırma sonuçlarına göre salkımda dane sayısı 2019 yılında 91.9-146.17, 2020 yılında 110-138 adet arasında değişmiştir. 2019 yılında en fazla dane sayısına sahip olan konu TS olurken, 2020 yılında sulama konuları arasında tava ile I₃ konusu aynı grupta, I₂ ve I₁ konusu da aynı gruplarda yer almışlardır. 2019 yılında istatistiksel olarak gruplar arasındaki farkın önem düzeyi %99 iken, 2020 yılında %95 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.15). Salkımda dane sayısı verilerinin iki yıllık ortalama değerleri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde yıllar arasında fark bulunamamış olup, sulama konuları arasında fark %1 önem seviyesinde anlamlı çıkmıştır (Ek 17). Yapılan LSD sınıflandırma testi sonuçlarına göre ise tava sulama konusu 142 adet ile ilk grubu, damla sulama konularından öne çıkan I₃ konusunda 120 adet ile ikinci grubu oluşturmuştur. I₂ ve I₁ konularında ise sırası ile salkımda dane sayısı değerleri 108 ve 101 adet olarak gerçekleşirken bu iki sulama konusu üçüncü grupta yer almıştır. Rao ve ark. (2017)'da devamlı akış (geleneksel tava) ve damla sulama yöntemlerini karşılaştırdıkları çalışmada salkımda dane sayısı değerlerini 133-162 arasında belirlemişlerdir. Geleneksel yöntemde salkımda dane sayısı ortalama 133 adet olurken damla sulama konularında 149-162 adet arasında değişim göstermiştir. Şavşatlı ve ark. (2008) yapmış oldukları çalışmalarında 49 farklı çeltik genotipinde değerlendirme yapmışlar ve sonuçta salkımda dane sayısının çeşitler bazında ortalama 75-175 adet aralığında değiştiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.15 Salkımda dane sayısına ilişkin değerler ve LSD gruplandırması

Sulama Konuları ve İstatistiksel Analiz	Salkımda Dane Sayısı (adet)		
	2019	2020	Ortalama
I ₁	91.92 c	110.14 b	101.03 c
I ₂	101.36 c	114.13 b	107.745 c
I ₃	115.11 b	125.77 ab	120.44 b
Tava Sulama	146.17 a	137.88 a	142.025 a
LSD (0.05)	11.56	16.16	8.85
P(Olasılık)	0.01**	0.05*	0.0001**
CV(%)	5.09	6.63	5.97

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

4.11.4. Salkım uzunluğu (cm)

Verime bağlı diğer bir parametrede salkım uzunluğu değeridir. Çalışmanın ilk yılında (2019) 13.57-15.12 cm arasında değişen salkım uzunluklarının, 2020 yılında 13.79-15.08 cm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. 2019 yılında salkım uzunluklarında sulama konularına göre %95 önem düzeyinde farklılıklar belirlenmiş ve ilk LSD sınıfını da 15.12 cm ile tava sulama konusu oluşturmuştur. I₃ konusu ile tava sulama konusu aynı grupta bulunurken I₁ ve I₂ konuları sırası ile 13.57 cm ve 13.99 cm ile ikinci sınıfta yer almışlardır. 2020 yılında ise sulama konuları arasında salkım uzunlukları için istatistiki farkın önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.16). Salkım uzunluklarına ait ortalama değerlere varyans analizi yapıldığında sulama konuları arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir (p<0.01, Ek 20). Varyans analizinden sonra sulama konularının sınıflandırmasını belirlemek adına LSD testi yapılmış ve salkım uzunlukları bakımında tava sulama konusu 1. grubu, I₃ konusu tava ile aynı grupta olmasına rağmen 2. Grubu, I₂ ve I₁ konuları ise sırası ile 3 ve 4. Grupları oluşturmuşlardır (Çizelge 4.16). Rao ve ark. (2017) Hindistan'da hem su verimliliğini hem de çeltik üretimini arttırmak için diğer kültürel uygulamalardaki değişikliklerin yanında damla sulamanın kullanımını değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda verim ve verime katkıda bulunan ortalama salkım uzunluğu ve ağırlığı, salkımda dane sayısı, m²'deki salkım sayısı ve ortalama tane veriminin geleneksel tava sulamaya göre 20 cm aralıklarla yerleştirilen damla sulama yönteminde önemli ölçüde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.16 Salkım uzunluğuna ilişkin değerler ve LSD gruplandırması

Sulama Konuları ve İstatistiksel Analiz	Salkım uzunluğu (cm)		
	2019	2020	Ortalama
I ₁	13.57 b	13.79	13.68 d
I ₂	13.99 b	14.32	14.16 c
I ₃	14.41 ab	14.44	14.43 bc
Tava Sulama	15.12 a	15.08	15.10 a
LSD (0.05)	0.85	1.18	0.0034
P(Olasılık)	0.02*	0.16 öd	0.65**
CV(%)	2.99	4.09	3.23

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

4.11.5. Hasat indeksi

Araştırmanın 2019 ve 2020 yıllarına ait hasat indeksi değerleri Çizelge 4.17'de verilmiştir. Çizelge 4.17 incelendiğinde 2019 yılında hasat indeksi değerleri damla sulama konularında %34.37-35.27 ve 2020 yılında

%38.1-39.4 aralıklarında değişmiştir. Tava sulama yönteminde ise yıllar bazında sırası ile %30.27 ve %35.77 olarak bulunmuştur.

Varyans analizi sonuçlarına göre her iki yılda da damla sulama konuları aynı grubu oluştururken hasat indeksi değerlerinin tava sulama konusuna göre yüksek olduğu belirlenmiştir. Konuların %99 oranında önem düzeyi belirlenirken LSD grupları Çizelge 4.17’de verildiği gibi gerçekleşmiştir. İki yıllık ortalama veriler değerlendirildiğinde sulama konularına bağlı olarak hasat indeksi değerleri arasında % 1 önem seviyesinde farklılıkların olduğu belirlenmiştir (Ek 23). Ortalama hasat indeksi değerleri % 33-37 arasında değişim gösterirken, damla sulama konularından I₁ konusu % 37.34 ile en yüksek hasat indeksi değerini vermiştir. En düşük hasat indeksi değeri tava sulama da gerçekleşirken I₂ ve I₃ konularında ise yaklaşık %36’lık bir hasat indeksi değeri bulunmuştur. Yapılan LSD grup sınıflandırmasına ait değerler ise Çizelge 4.17’de verildiği gibi oluşmuştur. Hasat indeksinin damla sulama konularında yüksek olmasının nedeni tane veriminin saplı ağırlığa oranlanması ile belirlendiğinden sulama suyunun azalması vejetatif kısmın gelişimini tane veriminden daha fazla düşürmesine bağlı olarak bu sonuçların elde edildiği düşünülmektedir. Hasat indeksi, biyolojik verimden elde edilen ekonomik verimin oranını yansıtır ve damla sulama yöntemi, verim artışına katkısı sağlar (Parthasarathi ve ark. 2018). Bueno ve Lafarge (2009)’a göre çeltik hasat indeksleri genel olarak %17-56 arasında değişirken, Beser ve ark. (2016) ise damla sulama konularının geleneksel tava konularına göre daha yüksek hasat indeksi değerleri verdiğini bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmaya göre geleneksel tava yönteminde hasat indeksi %43, aynı çalışmanın farklı damla sulama konularında hasat indeksi değerleri %44.5-46.1 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Parthasarathi ve ark. (2018) damla sulama yönteminde hasat indeksinin (ortalama %41) tava sulama yöntemine (%36.7) göre daha fazla bulunduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4.17 Hasat indeksine ilişkin değerler ve LSD gruplandırması

Sulama Konuları ve İstatistiksel Analiz	Hasat İndeksi		
	2019	2020	Ortalama
I ₁	35.27 a	39.40 a	37.34 a
I ₂	34.30 a	38.33 a	36.32 b
I ₃	34.37 a	38.10 a	36.24 b
Tava Sulama	30.27 b	35.77 b	33.02 c
LSD (0.05)	1.59	1.54	0.98
P(Olasılık)	0.01**	0.01**	0.0001**
CV(%)	2.37	2.03	2.19

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

4.11.6. Kırıklı ve kırksız randıman

Her bir parseli temsilen üç tekrarlamalı olarak 100’er gram çeltik örneğinde randıman makinesinden geçirilerek pirince dönüştürülmüştür. Elde edilen hem kırıklı hem de kırksız tanelerin toplamı tartılarak (kavuzları arındırılmış şekilde) hassas terazide ağırlıkları alınmış ve % olarak kırıklı randıman değerleri hesaplanmıştır. Sulama konularına ve yıllara göre elde edilen kırıklı randımanı değerleri arasında istatistiksel farkların olup olmadığını belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre 2019 yılı itibarı ile kırıklı randıman değerleri %64-71.8, 2020 yılı içinse %68-72.3 aralıklarında değişim göstermiştir. Yapılan LSD testleri sonucunda denemenin ilk yılında tava sulama konusu ilk grupta, I₃ ve I₂ sulama konuları ikinci grupta ve I₁ konusu son grupta yer almış, ikinci yılda ise tava ve I₃ damla sulama konusu aynı grupta yer almıştır (Çizelge

4.18). Denemenin her iki yılı da değerlendirildiğinde kırıklı randıman değerleri özellikle 2020 yılında istenilen aralıklarda bulunmuştur. Kırıklı randıman parametresine ait elde edilen verilere yıl birleştirmesine göre yapılan varyans analizi sonucuna göre yıllar ve konular bakımından önemli farklılıklar belirlenmiştir. Bu aşamadan sonra LSD gruplandırmasına göre sulama konularının sınıflandırmasına geçilmiştir. Tava sulama konusundan % 72 randıman elde edilmiş ve bu konu ilk sırada yer almış bu konuyu damla sulama konularından I₃ konusu % 70.7 ile 2. sırada, I₂ konusu % 68.72 ile üçüncü ve I₁ konusu ise % 66.15 ile dördüncü olarak takip etmiştir (Çizelge 4.18). Beşer ve ark. (2016)'da yapmış oldukları çalışmalarında geleneksel tava, damla sulama yöntemleri ile farklı malç uygulamalarının çeltikte verim ve verim parametrelerine olan ilişkisini araştırdıkları çalışmalarında toplam randıman değerleri geleneksel yöntemde %73 ve damla sulama konularında ise %70-72 arasında değişim göstermiştir. Yapılan diğer bir çalışmada Trakya bölgesinde damla sulama konularında %70-74 oranında randıman elde edilirken geleneksel tavada kırıklı randıman değeri yaklaşık ortalama %73 olarak gerçekleşmiştir (Özer, 2018). Vanitha (2011) ise geleneksel tava sulama yönteminde randıman değerini %69 civarında bulmuş, damla sulama konuları olan 1.0, 1.25 ve 1.5 katsayıları için sırası ile ortalama olarak %68.7, %69.6 ve %69.4 olarak bulmuştur.

Çizelge 4.18 Kırıklı randımana ilişkin değerler ve LSD gruplandırması

Sulama Konuları ve İstatistiksel Analiz	Kırıklı Randıman (%)		
	2019	2020	Ortalama
I ₁	64.00 c	68.03 c	66.015 d
I ₂	67.67 b	69.77 b	68.72 c
I ₃	69.67 b	71.73 a	70.7 b
Tava Sulama	71.8 a	72.3 a	72.05 a
LSD (0.05)	2.09	0.64	0.97
P(Olasılık)	0.01**	0.01**	0.0001**
CV(%)	1.53	0.45	1.11

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

Kırıklı randıman işleminin devamında randıman makinesinde kırıklı ve kırksız taneler ayrıştırılarak kırksız randıman değerleri % olarak hesaplanmıştır. Kırksız randıman değerleri 2019 yılında %54.7-61.7, 2020 yılında %65.2-% 68.7arasında değişim göstermiştir. Varyans analizlerine göre her iki yılda da sulama konuları arasında kırksız randıman verimleri açısından %99 önem derecesinde farklılıklar belirlenmiştir. Konular arasındaki grupların belirlenmesine yönelik yapılan LSD testlerinde her 2 yılda da tava sulama konusu ilk sırayı oluştururken, 2019 yılında I₃, I₂ ve I₁ konuları 2., 3. ve 4. grubu, 2020 yılında ise I₃ konusu tava sulama konusu ile aynı grubu oluşturmuştur (Çizelge 4.19). Kırksız randıman değerlerine ilişkin yıl birleştirmesi analizine ait sonuçlar Ek 29'da verilmiştir. Analiz sonucunda konu bazında iki yılın ortak değerlendirilmesi sonucunda yapılan LSD grupları ise %65 ile tava sulama birinci, damla sulama konularından I₃ konusu % 64 ile ikinci, I₂ konusu % 62 ile üçüncü ve I₁ konusu ise yaklaşık % 60 ile dördüncü grupta yer alması şeklinde gerçekleşmiştir (Çizelge 4.19). Beşer ve ark. (2016)'ya göre geleneksel tava yönteminde kırksız randıman değerleri yaklaşık %60 oranında gerçekleşirken, malçlı ve malçsız arazi koşullarında damla sulama konularında kırksız randıman değerlerinin % 55-58 arasında değiştiğini bilmişlerdir. Drame (2016)'da ise Bafra ovasında farklı toprak hazırlığı ve sulama derinlikleri için çeltikte verim ve verim parametrelerini incelemiştir. Çalışmanın bulgularına göre kırksız çeltik randımanları %67-70 arasında değişim göstermiştir. Özer (2018)'de ise kırksız çeltik randımanları geleneksel tavada %72, damla sulamada %70-71 arasında değişmiştir. Tuna (2012)'nin bildirdiğine göre ise 10 cm sürekli su derinliğinde bulundurulana geleneksel tava konusu için kırksız randıman değeri üç yılın ortalamasında %62, damla sulama

konuları için 1.0, 1.5 ve 2 pan katsayıları konularında sırası ile %66.4, %64.8 ve %64.6 olarak bulunduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.19 Kırıksız randımana ilişkin değerler ve LSD gruplandırması

Sulama Konuları ve İstatistiksel Analiz	Kırıksız Randıman (%)		
	2019	2020	Ortalama
I ₁	54.67 d	65.20 c	59.935 d
I ₂	57.67 c	66.57 b	62.12 c
I ₃	60.00 b	68.07 a	64.035 b
Tava Sulama	61.67 a	68.67 a	65.17 a
LSD (0.05)	1.52	1.05	0.83
P(Olasılık)	0.01**	0.01**	0.0001**
CV(%)	1.30	0.78	1.04

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

4.11.7. Çeltikte hektolitre ağırlığı

Denemeye ait 2019 ve 2020 yılları için hektolitre ağırlıkları ve LSD testi sınıflandırmaları Çizelge 4.20'de verilmiştir. Denemede damla sulama konularında anılan parametre 2019 yılında 55.73-60.67 kg, 2020 yılında 56.33-59.33 kg arasında değişirken, tava sulama konusunda 2019 ve 2020 yılları için sırasıyla 61.77 ile 61.13 kg olarak bulunmuştur. Konular arasında istatistiksel farkın önem derecesi ilk yılda %99 ikinci yılda ise %95 olarak tespit edilmiştir. Her iki yıl için tava sulama konusu hektolitre ağırlık açısından öne çıkarken, denemenin ilk yılında I₃ konusu ile tava sulama konusu aynı grupta yer almış, 2020 yılında ise I₃ konusu damla sulama konuları açısından en yüksek hektolitre ağırlık değerini vermiştir (Çizelge 4.20). İki yıllık hektolitre ağırlığı değerleri ise 56-61.45 kg arasında değişim göstermiştir. Yapılan varyans analizine göre yıllar arasında fark oluşmazken sulama konuları arasında %1 önem seviyesinde farklılıklar belirlenmiştir. Bu bağlamda LSD sınıflandırmasına geçilmiş ve tava sulama ilk grubu oluştururken I₃, I₂ ve I₁ konuları ise sırası ile 2., 3. ve 4. Grupta yer almışlardır. Tuna (2012) farklı sulama yöntemleri ve seviyelerinin çeltikte verim ve verime ait unsurlarını değerlendirdiği çalışmasında daimi olarak 10 cm su seviyesinde tuttuğu geleneksel tava sulama yöntemi, farklı seviyelerdeki damla sulama konularında (buharlaştırma kap katsayısı $k_p=1.0$, 1.5 ve 2.0) hektolitre ağırlık değerlerini incelemiş ve çalışma sonucunda üç yıllık ortalama verilere göre anılan konular arasında farklar bulamamıştır ve tava sulamada 51.62 kg, 1.0 katsayılı damla sulama konusunda 50.04 kg, 1.5 kap katsayısında 50.48 kg ve 2.0 kap katsayısında ise 51.25 kg olarak hektolitre ağırlık değerlerini bulmuşlardır.

Çizelge 4.20 Hektolitre ağırlığına ilişkin değerler ve LSD gruplandırması

Sulama Konuları ve İstatistiksel Analiz	Hektolitre Ağırlığı (kg)		
	2019	2020	Ortalama
I ₁	55.73 c	56.33 c	56.03 d
I ₂	57.73 b	57.33 c	57.53 c
I ₃	60.67 a	59.33 b	60.00 b
Tava Sulama	61.77 a	61.13 a	61.45 a
LSD (0.05)	1.74	1.57	1.04
P(Olasılık)	0.01**	0.01*	0.0001**
CV(%)	1.47	1.34	1.41

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

4.11.8. Ekonomik analiz

Çizelge 4.21’de projenin ekonomik analiz sonuçları verilmiştir. Ekonomik analizde iki yılın ortalama değerleri kullanılmıştır. Değişken masraflar işgücü, çeki gücü, tohum, gübre, ilaç, su ve elektrik masrafları, sulama sistemi yıllık bakım onarım ücreti ve döner sermaye faizinden oluşmaktadır. Tava yöntemi hariç diğer tüm konularda en yüksek masraf kalemini işgücü masrafları oluşturmaktadır. Tava yönteminde ise su ve elektrik masrafları diğer konulara göre oldukça yüksektir. Değişken masraflar toplamı tava yönteminde yüzey üstü sulama yöntemine göre daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni, tava yönteminde su ve elektrik masraflarının daha yüksek olması ve tesviye işleminin yer almasıdır.

Sabit masraflar genel idari giderleri, arazi kirası, sulama sistemleri yatırım masrafları amortismanı ve sulama sistemleri yatırım masrafları faizinden oluşmaktadır. Ancak, yüzey üstü damla sulama yönteminde sulama sistemleri yatırım masrafları amortismanı ve faizi sabit masraf olarak alınırken, tava yönteminde bu masraf kalemi yer almamaktadır. Üretim masrafları toplamı 2702 TL da⁻¹ ile en yüksek tava yönteminden elde edilmiş olup, bunu sırasıyla I₃, I₂ ve I₁ yöntemleri takip etmektedir. Ortalama verim ve gayri safi üretim değeri en yüksek tava yönteminden elde edilmiştir. Nisbi kar tava sulama yönteminde 1.52, I₃ damla sulama yönteminde 1.62, I₂ damla sulama yönteminde 1.50 ve I₁ damla sulama yönteminde 1.31 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.21 Ekonomik analiz

	YÜ1	YÜ2	YÜ3	TAVA
İşgücü	515	515	515	725
Çeki gücü	175	175	175	215
Tohum	110	110	110	110
Gübre	350	350	350	350
İlaç	100	100	100	100
Su ve elektrik	170	208	245	750
Sulama sistemi yıllık bakım onarım ücreti	80	80	80	20
Döner sermaye faizi	75	77	79	112
Değişken masraflar toplamı	1575	1615	1654	2382
Genel idari giderleri	47	48	50	70
Arazi kirası	250	250	250	250
Sulama sistemleri yatırım masrafları amortismanı	325	325	325	0
Sulama sistemleri yatırım masrafları faizi	81	81	81	0
Sabit masraflar toplamı	704	705	706	320
Üretim masrafları toplamı	2279	2320	2360	2702
Verim	665	774	851	910
Satış fiyatı	4.5	4.5	4.5	4.5
GSÜD	2993	3483	3830	4095
Brüt kar	1418	1868	2176	1713
Net kat	714	1163	1470	1393
Nisbi kar	1.31	1.50	1.62	1.52

5. Sonuç ve Öneriler

Araştırmada Samsun ili Bafra ilçesi iklim koşullarında farklı damla sulama rejimleri içeren (stratejileri, konuları) ve geleneksel tava sulama yöntemleri kullanılarak yetiştirilen çeltik bitkisinin için gerekli olan sulama suyu miktarları, damla sulama koşulları için bitki su tüketimi değerleri ile farklı sulama konuları için elde edilen verim ve verim parametrelerinin arasındaki ilişkiler belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla geleneksel tava yönteminde su seviyesi daimî olarak 10 cm yükseklikte tutulurken, damla sulama ile sulanan parsellerde sulama suyu miktarı hesaplanmasında A sınıfı buharlaşma kabından olan yığışimli buharlaşmanın 1.0, 1.25 ve 1.5 katı kadar su uygulaması şeklinde sulamalar yapılmıştır.

Çalışmanın 2019 ve 2020 yılları toplu olarak değerlendirildiğinde damla sulama konularına yağışlarla birlikte 763-1058 mm, tava sulama konusuna ise 3651-3656 mm sulama suyu uygulanmıştır. Damla sulama konuları için 2019 yılında bitki su tüketimi değerleri 819-1116 mm, 2020 yılında ise 849-1068 mm aralıklarında değişim göstermiştir. 2019 ve 2020 yılları itibarı ile damla sulama konularında ortalama verim 665 kg da^{-1} ile 851 kg da^{-1} arasında değişirken tava sulama yönteminde 910 kg da^{-1} olarak belirlenmiştir. Damla sulama konularından elde edilen verim değerleri tava yöntemine göre %9-27 daha az elde edilmesine rağmen, damla sulama konularından elde edilen sulama suyu tasarrufu %70-80 oranında gerçekleşmiştir.

Su kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılması adına, su kullanım randımanı ve su üretkenliğinin değerlendirilmesi yapılmış olan bu çalışmanın sonuçlarına göre 2019 ve 2020 yıllarında damla sulama konularında $0.76\text{-}0.84 \text{ kg m}^{-3}$ arasında değişirken, tava sulamada iki yılda da 0.25 kg m^{-3} olarak belirlenmiştir. Sulama suyu etkinliği açısından bakıldığında damla sulama konuları için değişimin $0.86\text{-}1.06 \text{ kg m}^{-3}$ arasında olduğu tava sulamada suyu bu durumun 0.26 kg m^{-3} bazında gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bu bağlamda sulama suyunda edilen tasarruf ve damla sulamaya geçilmesi durumunda oluşacak verim kayıpları hesaplanmıştır. Buna göre ortalama olarak damla sulama konularından %71-79 oranında su tasarrufu yapılabileceği buna karşın ise kullanılacak sulama suyu miktarına bağlı olarak %6-30 oranında verim kayıpları olabileceği sonucuna varılmıştır. Damla sulama konularından öne çıkan I₃ konusuna mevsimlik yağışlarla birlikte ortalama 1058 mm sulama suyu uygulanmasına karşılık 851 kg da^{-1} verim elde edilebileceği ve verimdeki kaybın % 7 oranında olabileceği ve sulama suyundan da % 70 civarında kazanç sağlanabileceği kanısına varılmıştır.

Çalışmada verimin yanında verim parametrelerinin ve sulama suyu miktarları arasındaki durum değerlendirilmesi amacı ile çeltikte bin dane ağırlığı, salkım uzunluğu, metrekarede salkım sayısı, salkımda tane sayısı, kırıklı randıman, kıriksız randıman, hektolitre ağırlığı ve hasat indeksi gibi unsurlarda gözlemlenmiştir. Bu kapsamda iki yıllık ortalama olarak anılan verim parametreleri değerlendirildiğinde çeltik bin tane ağırlığı konularına göre 32.8-34.4 gr arasında değişim göstermiş ve Rekor Cl çeşidinin standartlarını karşılamıştır. Diğer bir parametre olan salkım uzunluğu değerleri ise 13.7-15.1 cm arasında ölçülürken bu parametrenin verime çok fazla etki etmediği düşünülmektedir. Çalışma sonucunda iki yıllık ortalama bitki boyu uzunlukları ortalamaları 82-112.5 cm arasında değişmiştir. Diğer yandan verime en fazla etki ettiği düşünülen salkımda tane sayısı değerleri ise tava sulama 142 adet iken bu konuya en yakın konu olan I₃ konusunda 120 adet olarak gerçekleşmiştir. Verim ile ilişkili olabileceği düşünülen diğer bir parametre olan metrekaredeki salkım sayıları ise 346-499 adet m^{-2} arasında değişmiş olup, tava sulama ile verim parametrelerinde önde çıkan I₃ konusu için sırası ile 499 ve 456 adet m^{-2} olarak bulunmuştur ve buradan görüleceği üzere tava ve I₃ konuları birbirine çoğu verim parametresinde yakın

sonuçlar vermiştir. Çeltikte rn pazarlamada en çok kullanılan parametrelerden olan kırıklı ve kırksız randıman değerleri ise 2019 ve 2020 yılları için kırıklı randımanda %64-72.30 arasında, kırksız randıman değerleri ise %54.7-68.7 arasında değişmiştir. Hem kırıklı hem de kırksız randımanlar tava ve damla sulama konuları ve yıllar itibarı ile Toprak Mahsulleri Ofisinin (2017/18'den itibaren) satın almada aramış olduğu alt sınır değeri olan %50 randıman seviyesinin üzerinde hesaplanmış olup bu kalite açısından istenilen bir durum olarak standartları karşılamıştır. Hasat indeksi parametresi genel olarak değerlendirildiğinde ise tava sulama konusunda 2019-2020 yılında %30 ve %35.77, damla sulama konularında %34-39 arasında değişmiş olup damla sulama konuları tava sulama konusuna göre %3-4 daha iyi hasat indeksi değerlerine sahip olmuşlardır.

Çalışmanın sonucunda damla sulama konuları ve tava sulama konusu arasındaki durumun daha net ortaya konulabilmesi adına ekonomik analiz yapılmıştır. Ekonomik analizde değişken ve sabit masraflar toplam üretim masrafını oluştururken, elde edilen karı değerleri hesaplayabilmek amacı ile Gayri Safi retim Değeri (GSÜD) verim ve satış fiyatına göre belirlenmiştir. Brüt ve net kar değerleri tava sulama da sırası ile 1713 ve 1393 TL da¹ olarak gerekleşiirken, damla sulama konularında brüt kar konular bazında 1418-2176 TL da¹, net kar ise 714-1470 TL da¹ olarak hesaplanmıştır.

Damla sulama ve tava sulama yöntemlerinin ekonomik ve fiziksel açıdan genel olarak değerlendirildiğinde üreticiler için damla sulama ile pratikte;

- Kıt kaynaklardan olan suyun daha tasarruflu bir şekilde kullanılması,
- nceki yapılan çalışmalarda göz önünde bulunursa metan ve sera gazları salınımının ciddi azalmaların olması,
- Gübre ve sulama miktarlarında azalmanın yanı sıra bu iş kalemlerinde işçilikte azalmaların olması,
- Arazi tesviyesi mümkün olmayan arazilerde ve düz arazilerde tesviye olmaksızın tarımsal faaliyetlerin yapılabilmesi,
- rn mnavebesine ve ikinci ürüne olanak sağlayabilmesi,
- Damla sulama ile soğuk stresinin daha az zararlı etkisinin olması,
- Çiftçiler arasında oluşabilecek su davalarının azalmasına katkı sağlaması,
- Tarımsal retim olduğu alanlarda komşu arazilere olacak su kaçakları ve sızmalarının nlenmesine bağlı olarak ürün desenlerinin çeşitlenmesine ve arazilerin daha verimli kullanılmasına katkı sağlaması,
- Çeltik alanlarında aşırı su kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan toprak tuzluluğu ve çoraklaşma ile toprakların kalitesindeki düşmelerin önüne geçilmesi ve toprakta meydana gelebilecek bozunumun da ünün geçilmesi gibi pek çok avantajı getirmesi beklenmektedir.

6. Kaynaklar

- AÇIL AF., DEMİRCİ R., (1984). Tarım Ekonomisi Kitabı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 880. Ankara.
- ALLEN RG., PEREIRA LS., RAES D., SMİTH M., (1998). FAO Irrigation and drainage paper No. 56. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 56(97), e156.
- ANONİM(2018). Çeltik. Tarım Ürünleri Piyasası. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Yayınları. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2018-Ocak%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/2018-Ocak%20%C3%87eltik.pdf>. Erişim Tarihi: 02.04.2021
- ANONİM(2019). Çeltik. Tarım Ürünleri Piyasası. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Yayınları. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2019-Temmuz%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/2019-Temmuz%20%C3%87eltik.pdf>. Erişim Tarihi: 02.04.2021
- ANONİM(2020). Çeltik. Tarım Ürünleri Piyasası. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Yayınları. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2020-Temmuz%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/%C3%87eltik,%20Temmuz-2020,%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasa%20Raporu.pdf>. Erişim Tarihi: 31.03.2021
- ARTHI T., LALITHA R., VALLALKANNAN S. (2018). Yield, Crop Response Factor and Water Productivity of Paddy under Deficit Irrigation Condition. Res. J. Agric. Sci., 9, 291-295.
- BANSAL R., SHARMA N., SOMAN P., SINGH S., BHARDWAJ A. K., PANDIARAJ T., BHARDWAJ R.K., (2018). On-farm drip irrigation in rice for higher productivity and profitability in Haryana, India. International Journal of Current Mikrobiyoloji and Applied Sciences, 7(2):506-512.
- BAYRAK F., (1986). Irrigation module and water requirement of rice at Bafra plain, Publication, Directorate of Rural Affairs Research Institute, Samsun General Publication No 37, Report Serial 32.
- BAYRAK F., (1997). Bafra Ovası Koşullarında İkinci Ürün Mısır'ın Su Tüketimi. TC Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Samsun Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın (91).
- BELDER P., BOUMAN BAM., SPIERTZ S., PENG AR., CASTANEDA AR., VISPERAS RM., (2005). Crop performance, nitrogen and water use in flooded and aerobic rice, Plant Soil, 273: 167-182.
- BESER N., SUREK H., SAHİN S., KAYA R., TUNA B., CAKİR R., (2015). Determination of Rice (Oryza Sativa L.) Genotypes Suitable for Drip Irrigation. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 21(6), 1222-1228.
- BESER N., SUREK H., SAHİN S., KAYA R., TUNA B., CAKİR R., (2016). An investigation of various drip irrigation treatments in rice (Oryza sativa L.), Feb-Fresenius Environmental Bulletin, vol. 25, No:9, pp: 3680-3686.
- BEŞER N., (1997). *Trakya Bölgesi'nde Değişik Ekim ve Sulama Yöntemlerinin Çeltikte Verim ve Verim Unsurları ile Kalite Karakterlerine Etkisi*, (Doktora tezi), T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü- Edirne.
- BHARDWAJ A. K., PANDIARAJ T., CHATURVEDI S., SINGH TC., SOMAN P., BHARDWAJ RK., LABH B., (2018). Growth, Production Potential and Inputs Use Efficiency of Rice under Different Planting Methods in Drip Irrigation. Current Journal of Applied Science and Technology, 1-9.
- BHARDWAJ A. K., PANDIARAJ T., CHATURVEDİ S., SINGH T. C., SOMAN P., BHARDWAJ R. K., LABH B. (2018). Growth, Production Potential and Inputs Use Efficiency of Rice under Different Planting Methods in Drip Irrigation. Current Journal of Applied Science and Technology, 1-9.
- BILONI M., DİEGO G., FILIP H., TABACCHİ M., ANDREA Z., ALVARO S., LUIS M., (2014). The Clearfield Rice Varieties in Europe. 4th International Rice Conference, 27 Oct.-01 Nov., 2014, Bangkok, Thailand. Abstract No: IRC14-0648.
- BLACKWELL J, MEYER W.S., SMITH R.G.C., (1985). Growth and yield of rice under sprinkler irrigation on a free draining soil, Australian J. Exp. Agric., 25: 636-641.
- BOROJENI BH, SALEHI F., (2013). Effect of Continuous and Intermittent Irrigation Methods on Rice (cv. Koohrang) Yield. Archives of Agronomy and Soil Science. 59 (7): 947-954.

- BOUMAN B.A.M., XIAO GUANG Y., HUAQI W., ZHIMING W., JUNFANG Z., CHANGGUI W., BIN C., (2002). Aerobic rice (Han Dao): A New Way of Growing Rice in Water-Short Areas, Proceedings of the XII. International Soil Conservation Organization Conference, 26-31 May, Beijing, China. Tsinghua University Press. Pp. 175-181.
- BUENO CS., LAFARGE T., (2009). Higher crop performance of rice hybrids than of elite inbreds in the tropics: 1. Hybrids accumulate more biomass during each phenological phase. *Field Crops Research*, 112(2-3), 229-237.
- CARRIJO D. R., LUNDY M. E., LINQUIST B. A., (2017). Rice yields and water use under alternate wetting and drying irrigation: A meta-analysis, *Field Crops Research*, 203, 173-180.
- CASTANEDA A.R., BOUMAN B.A.M., PENG S., VISPERAS R.M., (2002). The Potential of Aerobic Rice to Reduce Water Use in Water-Scarce Irrigated Lowlands in the Tropics, Proceedings of the International Workshop on Water-wise Rice Production, 8-11 April, International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, p. 165-176. ISBN 971-22-0182-1.
- ÇAKIR R., (2020). Assessments on water productivity of rice crop under application of various irrigation techniques. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 7 (10):25-35, 2020
- ÇAKIR R., SUREK H., AYDIN H. KARAATA H., (1998)a. Sprinkler Irrigation – a Water Saving Approach in Rice Farming, 1 st Inter-Regional Conference on Environment-Water: Innovative Issues in Irrigation and Drainage, 16-18 September, Lisboa/Portugal, p 287-293.
- ÇAKIR R., SUREK H., AYDIN H. KARAATA H., (1998)b. Vegetative and Reproductive Manifestations of Rice Under Sprinkler Irrigation. Sustainable Irrigated Agriculture under Conditions of Transition from Centrally Planned to a Market Economy, Proceedings of the Irrigation and Drainage'98 International Conference, 10-12 June, Sofia, pp. 178-185.
- DABNEY S. M., BREITENBECK G. A., GRIFFIN J. L., HOFF B. J., (1989). Subterranean clover cover crop used to increase rice yield, *Agronomy Journal*, 81(3), 483-487.
- DABNEY S. M., HOFF B. J., (1989). Influence of water management on growth and yield of no-till planted rice, *Crop Science*, 29(3), 746-752.
- DEMİREL K., ÇAMOĞLU G., TATAR Ö., NAR H., BORAN, A., EROĞLU, İ., GENÇ L., (2020). Use of subsurface drip irrigation and water retention barrier to effective use of water in rice, *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(2), 108-121.
- DOBERMANN A., (2000). *Rice*, Nutrient disorders & nutrient management. Int. Rice Res. Inst.
- DOU F., SORIANO J., TABIEN RE., CHEN K., (2016). Soil Texture and Cultivar Effects on Rice (*Oryza sativa*, L.) Grain Yield, Yield Components and Water Productivity in Three Water Regimes. *PloS one*, 11(3).
- DRAME M., (2016). *Farklı arazi hazırlama uygulamaları ile farklı sulama suyu derinliklerinin çeltik (Oryza sativa L.) verimine ve su kullanım randımanına etkisi*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 87.
- DUNN BW., MATHEWS SK., BEECHER HG., THOMPSON JA., HUMPHREYS E., (2004). Growing Rice On Raised Beds In South-Eastern Australia, 4th International Crop Science Congress.
- FAGERIA NK., BALIGAR VC., (2005). Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants, *Advances in Agronomy*, 88, 97-185
- FAO (2002). Global IPM facility available. <http://faostat.fao.org/>
- FAWIBE OO., HIRAMATSU M., TAGUCHI Y., WANG J., ISODA A., (2020). Grain yield, water-use efficiency, and physiological characteristics of rice cultivars under drip irrigation with plastic-film-mulch. *Journal of Crop Improvement*, 34(3), 414-436.
- FENG ZY., QIN T., DU XZ., SHENG F., LI CF., (2021). Effects of irrigation regime and rice variety on greenhouse gas emissions and grain yields from paddy fields in central China. *Agricultural Water Management*, 250, 106830.
- HOWELL, T.A., CUENCA, R.H., SOLOMON, K.H., (1990). Crop Yield Response, in: Management of Farm Irrigation Systems. (Eds.: Hoffman GJ, Howell TA, Solomon KH). An ASAE Monog. St. Joseph, MI pp. 93-124.
- INTHAPAN P., FUKAI S., (1988). Growth and yield of rice cultivars under sprinkler irrigation in South-Eastern Queensland. 2. comparison with maize and grain sorghum under wet and dry conditions, *Australian Journal of Exp. Agriculture*, 28:243-248.

- KANBER R., (1999). Sulama. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:174, Ders Kitapları Yayın No:A-52, Adana.
- KANBER R., GÜNGÖR H., (1986). *Açık Su Yüzeyi (Class A Pan) Buharlaştırmasının Sulama Programlarının Oluşturulmasında Kullanılması*, Köy Hizmetleri Araştırma Ana Projesi, Eskişehir.
- KATO Y., KATSURA K., (2014). Rice adaptation to aerobic soils: physiological considerations and implications for agronomy, *Plant Prod. Sci.*, 17(1):1-12.
- KHAIRI M., AFIFAH A., JAHAN MS., NOZULAI M., (2015). Effect of various water regimes on rice production in lowland irrigation, *Australian Journal of Crop Science*, 9(2), 153.
- KIRAL T., KASNAKOĞLU H., TATLIDİL F.F., FİDAN H., GÜNDOĞMUŞ E., (1999). Tarımsal Ürünler İçin Maliyet Hesaplama Metodolojisi ve Veri Tabanı Rehberi. Proje Raporu 1999-13, Yayın No:37.
- KOMBALI G., NAGARAJU R. B., ANUSHA S., BHASKAR V., SOMASHEKAR K. (2017). Drip Irrigation: A Climate Smart Irrigation Practice for Sustaining Crop Productivity, Water Saving and Mitigating Green House Gases (GHG's) in Rice. *Biosciences*, 1853.
- KOMBALI G., REKHA B., SHESHADRI T., THIMMEGOWDA M. N., MALLIKARJUNA G. B. (2016). Optimization of water and nutrient requirement through drip fertigation in aerobic rice. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*, 7(2), 300-304.
- LANG NT., BUU BC., (2007). Rice breeding and inheritance of herbicide resistance in clearfield rice (*Oryza sativa* L.). *Omonrice*, 15, 36-45.
- LI Y., BARKER R., (2004). Increasing water productivity for paddy irrigation in China. *Paddy and Water Environment*, 2(4), 187-193.
- LI YH, CUI YL., (1996). Real-time forecasting of irrigation water requirements of paddy fields. *Agricultural Water Management* 31(3):185–193.
- LINSCOMBE S., (2004). The Development and Introgression of Clearfield Technology into Commercial Rice Production. In: *Proceeding of Conference* (Eds., Ferrero A, Vidotto F), Torino, Italy 13-15 September, pp. 348-352.
- LINSCOMBE S., (2010). Clearfield technology clears out red rice, *Rice Today*, 9(4): 44-45.
- LU GA, LI YH, SHA ZY, CAO SX, LIU XC., (2000). Impact of water saving irrigation on uptake efficiency of phosphorus nutrient by rice. *Irrigation and Drainage* 19(4):16–20.
- MAHAJAN G., CHAUHAN BS., TINSINA J., SINGH PP., SINGH K., (2012). Crop performance and water-and nitrogen-use efficiencies in dry-seeded rice in response to irrigation and fertilizer amounts in Northwest India, *Field Crops Research*, 134, 59-70.
- MAO Z., (1997). Water saving irrigation for rice. *China Rural Water and Hydropower* 4:45–47.
- MCCAULEY G. N., (1990). Sprinkler vs. flood irrigation in traditional rice production regions of southeast Texas, *Agronomy Journal*, 82(4), 677-683.
- MERAL R., TEMİZEL K. E., (2006). Çeltik tarımında sulama uygulamaları ve etkin su kullanımı. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9(2), 104-109.
- MUIRHEAD W. A., BLACKWELL J., HUMPHREYS E., WHITE R. J. G., (1989). The growth and nitrogen economy of rice under sprinkler and flood irrigation in South East Australia, *Irrigation Science*, 10(3), 183-199.
- NATARAJAN S.K., DURAISAMY V.K., THIYAGARAJAN G., MANIKANDAN M., (2020). Evaluation of drip fertigation system for aerobic rice in western zone of Tamil Nadu, *International Journal of Plant & Soil Science*, 32(7): 41-47.
- OOSTERHUIS D.M., (1978). Nitrogen studies on rice grown under sprinkler irrigation in the south-eastern low veld of Rhodesia, *Rhodesia Agric. Journal*, 75:5.
- OTTIS B., HENGELER JC., VORIES E., (2006). *Low-pressure Drip-irrigation for Rice*. American Society of Agronomy.
- ÖZER S., (2018). *Çeltik (Oryza sativa L.) Yetiştiriciliğinde Bitki Su Tüketimi Bileşenleri ile Su-Üretim Fonksiyonlarının Farklı Sulama Yöntemleri Altında Belirlenmesi*.(Doktora Tezi), Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi.
- ÖZGENÇ N., ERDOĞAN FC., (1988). DSİ Sulamalarında Bitki Su Tüketimleri ve Sulama Suyu İhtiyaçları, DSİ Basım ve Foto-Film İşletme Müdürlüğü Matbaası, Ankara, 88-91.

- PADMAJA B., (2014). *Fertigation Studies in Aerobic Rice–Zero Tillage Maize Cropping System*, (Doctoral dissertation), Acharya Ng Ranga Agricultural University.
- PADMAJA B., MALLA REDDY M., 2018. Drip irrigation and fertigation effects on aerobic rice (*Oryza sativa*) in semi-arid conditions of Telangana State, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 7(8), 1156-1171.
- PARTHASARATHI T., VANITHA K., MOHANDASS S., VERED E., (2018). Evaluation of drip irrigation system for water productivity and yield of rice, *Agronomy Journal*, 110(6): 2378-2389.
- PEŞKİRCİOĞLU M., TORUNLAR H., SIRLI B. A., ÖZAYDIN K., MERMER A., ŞAHİN M. KODAL S., (2013). Türkiye’de çeltik (*Oryza sativa L.*) yetiştirmeye uygun potansiyel alanların coğrafi bilgi sistem teknikleri ile belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 22(1), 20-25.
- RAMULU V., RAO V. P., DEVÍ M. U., KUMAR K. A., RADHIKA K., (2016). Evaluation of Drip Irrigation And Fertigation Levels In Aerobic Rice For Higher Water Productivity. 2nd World Irrigation Forum (WIF2) 6-8 November, Chiang Mai, Thailand.
- RAO K. V. R., GANGWAR S., R–CHOURASIA, L. B., 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.
- RICHARDS LA., (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*, U.S. Dept. of Agric. Agricultural Handbook, 60, USA.
- SAĞLAM M.T., (1995). Gübrelerin Kimyasal Yapısı İle Toprak Özellikleri ve Bitki Gelişmesi Arasındaki İlişkiler. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, Cilt: 4. Sayı: 1Z2. S: 168Z183. Tekirdağ.
- SARKAR N., GHOSH U., BISWAS RK., (2018). Effect of drip irrigation on yield and water use efficiency of summer rice cultivation in pots, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(1), 37-40.
- SHARDA R., MAHAJAN G., SİAG M., SİNGH A., CHAUHAN B. S., (2017). Performance of drip-irrigated dry-seeded rice (*Oryza sativa L.*) in South Asia. *Paddy and Water Environment*, 15(1), 93-100.
- SHIVRAIN V.K., BURGOS N.R., MOLDENHAUAR K.A., MCNEW K., RONALD W., BALDWIN T.L., (2006). Characterization of spontaneous crosses between clearfield rice (*Oryza sativa*) and red rice (*Oryza sativa*), *Weed Technology*, 20(3): 576-584.
- 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*, 6(1), 161-164.
- SOMAN P. (2012). Drip irrigation and fertigation technology for rice cultivation. In *Asian Irrigation Forum*.
- SÜREK H., AYDIN H., ÇAKIR R., KARAATA H., NEGİS M., KUSKU H., (1996). Rice yield under sprinkler irrigation, *International Rice Research (IRRI)*, vol. 21, No.2-3, 1996. IRRI.
- SÜREK H., BEŞER N., (1997). Trakya Bölgesinde Farklı Dozlarda Azotlu Gübrelemenin Çeltikte (*Oryza Sativa L.*) Çeltik Tane Verimi, Saplı Ağırlık Verimi Ve Hasat Endeksine Etkisi, I. Trakya Toprak ve Gübre Sempozyumu, 20-22 Ekim, Tekirdağ. Sayfa 127-135.
- SÜREK H., ÜNAN R., BEŞER N., KAYA R., KARA A., (2016). Yabancı ot ilaçlarına dayanıklı bazı çeltik (*Oryza sativa L.*) genotiplerinin geliştirilmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25 (ÖZEL SAYI-1), 94-99.
- SÜREK, H., KAHRAMAN, T., ÜNAL R., (2016). Çeltik (*Oryza sativa L.*) Genotiplerinin Trakya Koşullarının Farklı Lokasyonlarında Adaptasyonu ve Bazı Karakterler Yönünden Stabilité Analizleri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25 (ÖZEL SAYI-1), 123-128.
- ŞAVŞATLI Y., GÜLÜMSER A., SEZER İ., (2008). Samsun ekolojik şartlarında yetiştirilen çeltik genotiplerinin verim ve verim unsurları bakımından karşılaştırılması. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 23(1), 7-16.
- TALBERT, R.E.; AKKARİ, K.H.; GİLMORE, J.T. AND FERGUSON, J.A., (1982). Update on Sprinkler- Irrigated Rice Production. *Proceedings 19th Rice Technical Working Group, Hot Springs, Arkansas- Feb. 23-25, 1982*, pp 87-88.
- TAN S., EVANS R.R., DAHMER M.L., SİNGH B., SHANAR D.L., (2005). Imidazolinone-tolerant crops: history, current status and future, *Pest management Science*, 61(3): 246-257.

- TAŞAN M., (2017). *Samsun İli Alaçam İlçesi Kıyı Bölgesi Çeltik Alanlarının Sulanmasında Yeraltı Suyu Kullanımının Toprak-Su Özellikleri ve Deniz Suyu Girişimine Etkilerinin Farklı Enterpolasyon Yöntemleri ile Değerlendirilmesi*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 267.
- TILAHUN-TADESSE F., NIGUSSIE-DECHASSA R., WONDIMU B., SETEGN C., (2013). Impact of rainwater management on growth and yield of rainfed lowland rice, *Wudpecker Journal of Agricultural Research* Vol. 2(4), p. 108 – 114.
- TUNA B., (2012). *Trakya Koşulları Çeltik (Oryza Sativa L.) Tarımında Farklı Sulama Uygulamaları ve Su-Verim-Kalite İlişkilerinin Belirlenmesi*, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- TÜLÜCÜ K., (2003). *Özel Bitkilerin Sulanması*, Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Yayın No:254, Adana, s:75-89.
- TÜZÜNER A., (1990). *Toprak ve Su Analiz Laboratuvarı El Kitabı*. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları Ankara.
- UZUNDUMLU A. S., TOZLU G., GEDİKLİ O., (2014). Çeltik üretiminde kimyasal ilaç kullanımını etkileyen faktörlerin analizi: Samsun ili örneği, *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 20 (1 ve 2), 79-88.
- VANITHA K., (2011). *Physiological comparison of surface and sub-surface drip system in aerobic rice (Oryza sativa L.)* Ph.D. Thesis, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, India.
- VIJAYKUMAR L., CHAKRAVARTHY A. K., PATIL S. U., RAJANNA D., (2009). Resistance mechanism in rice to the midge *Orseolia oryzae* (Diptera: Cecidomyiidae), *Journal of economic entomology*, 102(4), 1628-1639.
- VORİES E., COUNCE P., KEİSLİNG T., (2002). Comparison of flooded and furrow-irrigated rice on clay, *Irrigation Science*, 21(3), 139-144.
- YAN J., YU J., TAO G.C., VOS J., BOUNMAN B., XİE G.H., MEİNKE H., (2010). Yield formation and tillering dynamics of direct-seeded rice in flooded and nonflooded soils in the Huai River basin of China. *Field Crops Research*, 116(3), 252-259.
- YANG S., PENG S., XU J., LUO Y., LI D., (2012). Methane and nitrous oxide emissions from paddy field as affected by water-saving irrigation. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 53, 30-37.
- ZHANG W., LINSOMBE S.D., WEBSTER E., TAN S., OARD J., (2006). Risk assessment of the transfer of imazethapyr herbicide tolerance from clearfield rice to red rice (*Oryza sativa*), *Euphytica*, 152(1): 75-86.

7. Ekler

Ek 1. 2019 yılı sulama tarihleri ve damla sulama yöntemi sulama suyu miktarları (mm)

Sulama Tarihi	P (%)	Buharlaşma Miktarı Epan (mm)	Kpc		
			1.0	1.25	1.5
15.05.2019-07.06.2019	Eşit su uygulaması*		94	94	94
10.06.2019	1.00	13	13	16.25	19.5
12.06.2019	1.00	11	11	13.75	16.5
14.06.2019	1.00	12.2	12.2	15.25	18.3
17.06.2019	1.00	19.3	19.3	24.125	28.95
21.06.2019	1.00	8.4	8.4	10.5	12.6
24.06.2019	1.00	23.1	23.1	28.875	34.65
26.06.2019	1.00	19	19	23.75	28.5
28.06.2019	1.00	18.2	18.2	22.75	27.3
1.07.2019	1.00	22.1	22.1	27.625	33.15
3.07.2019	1.00	17	17	21.25	25.5
5.07.2019	1.00	17.4	17.4	21.75	26.1
8.07.2019	1.00	24.2	24.2	30.25	36.3
10.07.2019	1.00	16.5	16.5	20.625	24.75
17.07.2019	1.00	17.8	17.8	22.25	26.7
19.07.2019	1.00	8.8	8.8	11	13.2
22.07.2019	1.00	19	19	23.75	28.5
24.07.2019	1.00	15	15	18.75	22.5
26.07.2019	1.00	11	11	13.75	16.5
29.07.2019	1.00	24.5	24.5	30.625	36.75
31.07.2019	1.00	14.6	14.6	18.25	21.9
2.08.2019	1.00	13.5	13.5	16.875	20.25
5.08.2019	1.00	19.1	19.1	23.875	28.65
7.08.2019	1.00	10.2	10.2	12.75	15.3
9.08.2019	1.00	17.2	17.2	21.5	25.8
12.08.2019	1.00	27	27	33.75	40.5
14.08.2019	1.00	17	17	21.25	25.5
16.08.2019	1.00	12.7	12.7	15.875	19.05
19.08.2019	1.00	12	12	15	18
21.08.2019	1.00	3.3	3.3	4.125	4.95
26.08.2019	1.00	16.6	16.6	20.75	24.9
28.08.2019	1.00	12	12	15	18
30.08.2019	1.00	11	11	13.75	16.5
2.09.2019	1.00	16.3	16.3	20.375	24.45
4.09.2019	1.00	11	11	13.75	16.5
6.09.2019	1.00	11.4	11.4	14.25	17.1
9.09.2019	1.00	5	5	6.25	7.5
11.09.2019	1.00	11	11	13.75	16.5
Konulu sulama toplam			558	698	838
*Eşit su uygulaması			94	94	94
Yağış			126	126	126
Genel Toplam			778	918	1058

*toprağın ilk 30 cm'si doymun halde tutuldu

Ek 2. 2020 yılı sulama tarihleri ve damla sulama yöntemi sulama suyu miktarları (mm)

Sulama Tarihi	P (%)	Buharlaşma Miktarı Epan (mm)	Kpc		
			1.0	1.25	1.5
12.05.2020-09.06.2020	Eşit su uygulaması*		98	98	98
10.06.2020	1.00	16	16	20	24
12.06.2020	1.00	16	16	20	24
15.06.2020	1.00	13.4	13.4	16.75	20.1
17.06.2020	1.00	8	8	10	12
19.06.2020	1.00	14	14	17.5	21
22.06.2020	1.00	21	21	26.25	31.5
24.06.2020	1.00	15	15	18.75	22.5
26.06.2020	1.00	15	15	18.75	22.5
29.06.2020	1.00	26	26	32.5	39
1.07.2020	1.00	16	16	20	24
3.07.2020	1.00	14	14	17.5	21
6.07.2020	1.00	20	20	25	30
8.07.2020	1.00	14	14	17.5	21
10.07.2020	1.00	11	11	13.75	16.5
13.07.2020	1.00	24	24	30	36
15.07.2020	1.00	17	17	21.25	25.5
17.07.2020	1.00	6.6	6.6	8.25	9.9
20.07.2020	1.00	22.2	22.2	27.75	33.3
22.07.2020	1.00	17	17	21.25	25.5
24.07.2020	1.00	15	15	18.75	22.5
27.07.2020	1.00	24.4	24.4	30.5	36.6
29.07.2020	1.00	14	14	17.5	21
31.07.2020	1.00	5.8	5.8	7.25	8.7
3.08.2020	1.00	21	21	26.25	31.5
5.08.2020	1.00	11	11	13.75	16.5
7.08.2020	1.00	15	15	18.75	22.5
10.08.2020	1.00	23	23	28.75	34.5
12.08.2020	1.00	12	12	15	18
14.08.2020	1.00	10.5	10.5	13.125	15.75
17.08.2020	1.00	19	19	23.75	28.5
19.08.2020	1.00	14	14	17.5	21
21.08.2020	1.00	6	6	7.5	9
24.08.2020	1.00	13	13	16.25	19.5
26.08.2020	1.00	12	12	15	18
28.08.2020	1.00	11	11	13.75	16.5
31.08.2020	1.00	18	18	22.5	27
2.09.2020	1.00	12	12	15	18
4.09.2020	1.00	10	10	12.5	15
7.09.2020	1.00	10	10	12.5	15
9.09.2020	1.00	8	8	10	12
Konulu sulama toplam			591	738	886
*Eşit su uygulaması			98	98	98
Yağış			74	74	74
Genel Toplam			763	910	1058

*toprağın ilk 30 cm'si doygun halde tutuldu

Ek 3. Verim değerlerine ilişkin varyans analizi (2019)

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekrar	1384.67	692.34	2	0.84	0.4757
Konular	81378.92	27126.31	3	33.03	0.0004
Hata	4927.33	821.22	6		
Genel	87690.92	7971.90	11	9.71	0.0011
Cv(%)			3.53		

Ek 4. Verim değerlerine ilişkin varyans analizi (2020)

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekrar	1852.67	926.34	2	2.42	0.1693
Konular	122057.00	40685.67	3	106.41	0.0001
Hata	2294.00	382.33	6		
Genel	126203.67	11473.06	11	30.01	0.0001
Cv(%)			2.48		

Ek 5. Verim değerlerine ilişkin birleştirilmiş yıllar varyans analizi

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekerrür	3237.33	809.33	4	1.34	0.3096
Konu	201357.00	67119.00	3	111.53	0.0001
Yıl	2882.04	2882.04	1	3.56	0.1322
Yıl*Konu	2079.13	693.04	3	1.15	0.3682
Hata	7221.33	601.78	12		
Genel	216776.63	9425.07	23		0.0001

Cv(%) =3.07

Ek 6. Bitki boyu değerlerine ilişkin varyans analizi (2019)

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekrar	24.81	12.40	2	1.77	0.2482
Konular	1454.93	484.98	3	69.34	0.0001
Hata	41.97	6.99	6		
Genel	1521.71	138.34	11	19.78	0.0001
Cv(%)			3.02		

Ek 7. Bitki boyu değerlerine ilişkin varyans analizi (2020)

Kaynakları	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekrar	37.65	18.83	2	1.62	0.2744
Konular	1904.81	634.94	3	54.52	0.0001
Hata	69.87	11.65	6		
Genel	2012.33	182.94	11	15.71	0.0003
Cv(%)			3.36		

Ek 8. Bitki boyu değerlerine ilişkin birleştirilmiş yıllar varyans analizi

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekerrür	62.46	15.62	4	1.68	0.2198
Konu	3278.60	1092.87	3	117.26	0.0001
Yıl	1198.79	1198.79	1	76.77	0.0009
Yıl*Konu	81.13	27.04	3	2.90	0.0787
Hata	111.84	9.32	12		
Genel	4732.83	205.78	23		0.0001

Cv(%)=3.23

Ek 9. M²'de salkım sayısı değerlerine ilişkin varyans analizi (2019)

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekrar	236.17	118.08	2	0.17	0.8514
Konular	38594.92	12864.97	3	18.00	0.0021
Hata	4287.83	714.64	6		
Genel	43118.92	3919.90	11	5.49	0.0057
Cv(%)			6.28		

Ek 10. M²'de salkım sayısı değerlerine ilişkin varyans analizi (2020)

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekrar	211.17	105.58	2	0.77	0.5042
Konular	37942.00	12647.33	3	92.15	0.0001
Hata	823.50	137.25	6		
Genel	38976.67	3543.33	11	25.82	0.0001
Cv(%)			2.70		

Ek 11. M²'de salkım sayısı değerlerine ilişkin birleştirilmiş yıllar varyans analizi

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekerrür	447.33	111.83	4	0.26	0.8964
Konu	76120.50	25373.50	3	59.57	0.0001
Yıl	330.04	330.04	1	2.95	0.1609
Yıl*Konu	416.46	138.82	3	0.33	0.8067
Hata	5111.33	425.94	12		
Genel	82425.62	3583.72	23		0.0001

Cv(%)=4.80

Ek 12. Bin dane ağırlığı değerlerine ilişkin varyans analizi (2019)

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekrar	2.32	1.16	2	4.14	0.074
Konular	3.79	1.26	3	4.51	0.056
Hata	1.68	0.28	6		
Genel	7.79	0.71	11	2.53	0.05
Cv(%)			1.56		

Ek 13. Bin dane ağırlığı değerlerine ilişkin varyans analizi (2020)

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekrar	0.10	0.05	2	0.21	0.812
Konular	4.93	1.64	3	6.99	0.022
Hata	1.41	0.24	6		
Genel	6.45	0.59	11	2.50	0.053
Cv(%)			1.45		

Ek 14. Bin dane ağırlığı değerlerine ilişkin birleştirilmiş yıllar varyans analizi

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekerrür	2.42	0.61	4	2.35	0.1127
Konu	8.07	2.69	3	10.44	0.0012
Yıl	1.35	1.35	1	2.23	0.2093
Yıl*Konu	0.65	0.22	3	0.85	0.4942
Hata	3.09	0.26	12		
Genel	15.59	0.68	23		0.0083

Cv(%)=1.51

Ek 15. Salkımda dane sayısı değerlerine ilişkin varyans analizi (2019)

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekrar	353.87	176.94	2	5.29	0.0474
Konular	5049.38	1683.13	3	50.30	0.0001
Hata	200.79	33.47	6		
Genel	5604.04	509.46	11	15.22	0.0003
Cv(%)			5.09		

Ek 16. Salkımda dane sayısı değerlerine ilişkin varyans analizi (2020)

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekrar	51.35	25.68	2	0.39	0.6915
Konular	1407.08	469.03	3	7.17	0.0207
Hata	392.49	65.41	6		
Genel	1850.92	168.27	11	2.57	0.0483
Cv(%)			6.63		

Ek 17. Salkımda dane sayısı değerlerine ilişkin birleştirilmiş yıllar varyans analizi

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekerrür	405.22	101.30	4	2.05	0.1512
Konu	5857.55	1952.52	3	39.49	0.0001
Yıl	417.42	417.42	1	4.12	0.1122
Yıl*Konu	598.93	199.64	3	4.04	0.0337
Hata	593.28	49.44	12		
Genel	7872.40	342.28	23		0.0001

Cv(%)=5.97

Ek 18. Salkım uzunluğu değerlerine ilişkin varyans analizi (2019)

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekrar	0.26	0.13	2	0.71	0.53
Konular	3.92	1.31	3	7.19	0.021
Hata	1.09	0.18	6		
Genel	5.27	0.48	11	2.64	0.045
Cv(%)			2.99		

Ek 19. Salkım uzunluğu değerlerine ilişkin varyans analizi (2020)

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekrar	1.19	0.59	2	1.71	0.26
Konular	2.54	0.85	3	2.44	0.16
Hata	2.08	0.35	6		
Genel	5.81	0.53	11	1.52	0.19
Cv(%)			4.09		

Ek 20. Salkım uzunluğu değerlerine ilişkin birleştirilmiş yıllar varyans analizi

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekerrür	1.45	0.36	4	1.37	0.3026
Konu	6.33	2.11	3	7.97	0.0034
Yıl	0.11	0.11	1	0.29	0.6186
Yıl*Konu	0.12	0.04	3	0.16	0.923
Hata	3.18	0.27	12		
Genel	11.19	0.49	23		0.048

Cv(%) =3.58

Ek 21. Hasat indeksi değerlerine ilişkin varyans analizi (2019)

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekrar	9.62	4.81	2	7.63	0.0224
Konular	44.87	14.96	3	23.74	0.0010
Hata	3.78	0.63	6		
Genel	58.27	5.30	11	8.41	0.0017
Cv(%)			2.37		

Ek 22. Hasat indeksi değerlerine ilişkin varyans analizi (2020)

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekrar	1.04	0.52	2	0.87	0.4647
Konular	21.09	7.03	3	11.82	0.0063
Hata	3.57	0.60	6		
Genel	25.70	2.34	11	3.93	0.015
Cv(%)			2.03		

Ek 23. Hasat indeksi değerlerine ilişkin birleştirilmiş yıllar varyans analizi

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekerrür	10.66	2.67	4	4.35	0.0211
Konu	63.18	21.06	3	34.38	0.0001
Yıl	113.54	113.54	1	42.60	0.0028
Yıl*Konu	2.78	0.93	3	1.51	0.2623
Hata	7.35	0.61	12		
Genel	197.50	8.59	23		0.0001

Cv(%) =2.19

Ek 24. Kırıklı randıman değerlerine ilişkin varyans analizi (2019)

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekrar	1.72	0.86	2	0.79	0.4975
Konular	98.32	32.77	3	30.02	0.0005
Hata	6.55	1.09	6		
Genel	106.58	9.69	11	8.88	0.0001
Cv(%)			1.53		

Ek 25. Kırıklı randıman değerlerine ilişkin varyans analizi (2020)

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekrar	0.05	0.02	2	0.23	0.8044
Konular	34.50	11.50	3	111.29	0.0001
Hata	0.62	0.10	6		
Genel	35.17	3.20	11	30.94	0.0001
Cv(%)			0.45		

Ek 26. Kırıklı randıman değerlerine ilişkin birleştirilmiş yıllar varyans analizi

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekerrür	1.76	0.44	4	0.74	0.584
Konu	123.74	41.25	3	69.08	0.0001
Yıl	28.82	28.82	1	65.50	0.0013
Yıl*Konu	9.08	3.03	3	5.07	0.0170
Hata	7.17	0.60	12		
Genel	170.06	7.39	23		0.0001

Cv(%)=1.11

Ek 27. Kırksız randıman değerlerine ilişkin varyans analizi (2019)

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekrar	0.50	0.25	2	0.43	0.6699
Konular	83.00	27.67	3	47.43	0.0001
Hata	3.50	0.58	6		
Genel	87.00	7.91	11	13.56	0.0004
Cv(%)			1.30		

Ek 28. Kırksız randıman değerlerine ilişkin varyans analizi (2020)

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekrar	0.46	0.23	2	0.82	0.4844
Konular	21.84	7.28	3	26.24	0.0008
Hata	1.67	0.28	6		
Genel	23.96	2.18	11	7.85	0.002
Cv(%)			0.78		

Ek 29. Kırksız randıman değerlerine ilişkin birleştirilmiş yıllar varyans analizi

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekerrür	0.96	0.24	4	0.55	0.6996
Konu	94.83	31.61	3	73.44	0.0001
Yıl	446.34	446.34	1	1869.50	0.0001
Yıl*Konu	10.00	3.33	3	7.75	0.0038
Hata	5.17	0.43	12		
Genel	557.31	24.23	23		0.0001

Cv(%)=1.04

Ek 30. Hektolitre ağırlığı değerlerine ilişkin varyans analizi (2019)

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekrar	1.00	0.50	2	0.66	0.5513
Konular	68.12	22.71	3	30.06	0.0005
Hata	4.53	0.76	6		
Genel	73.64	6.69	11	8.86	0.0014
Cv(%)			1.47		

Ek 31. Hektolitre ağırlığı değerlerine ilişkin varyans analizi (2020)

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekrar	0.65	0.32	2	0.52	0.6168
Konular	41.04	13.68	3	22.18	0.0012
Hata	3.70	0.62	6		
Genel	45.39	4.13	11	6.69	0.0032
Cv(%)			1.34		

Ek 32. Hektolitre ağırlığı değerlerine ilişkin birleştirilmiş yıllar varyans analizi

Kaynaklar	K.T.	K.O.	S.D.	F	Prop>F
Tekerrür	1.64	0.41	4	0.60	0.6709
Konu	106.28	35.43	3	51.65	0.0001
Yıl	1.17	1.17	1	2.85	0.1665
Yıl*Konu	2.88	0.96	3	1.40	0.2911
Hata	8.23	0.69	12		
Genel	120.20	5.23	23		0.0001

Cv(%)=1.41

8. Özgeçmiş

Adı Soyadı	Dr. Mehmet TAŞAN
Unvan	Ziraat Yüksek Mühendisi
Telefon/ E-mail	(0362) 445 16 00 - 256 02 14- 2113 tasanmehmet@tarimorman.gov.tr https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae/Belgeler/CV/mehmet_tasan_cv.pdf
Çalıştığı Kurum	Kardeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü - SAMSUN
EĞİTİM BİLGİLERİ	
Doktora	
Üniversite Adı	Ondokuz Mayıs Üniversitesi- SAMSUN
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD - 2017
Yüksek Lisans	
Üniversite Adı	Ondokuz Mayıs Üniversitesi - SAMSUN
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD - 2006
Lisans	
Üniversite Adı	Ondokuz Mayıs Üniversitesi - SAMSUN
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Ziraat Fakültesi - Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü - 2003

Adı Soyadı	Dr. Aslıhan CANTÜRK
Unvan	Ziraat Yüksek Mühendisi
Telefon/ E-mail	(0362) 445 16 00 – 2115 aslihan.atis@tarimorman.gov.tr https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae/Belgeler/CV/aslihan_atis_cv.pdf
Çalıştığı Kurum	Kardeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü - SAMSUN
EĞİTİM BİLGİLERİ	
Doktora	
Üniversite Adı	Ondokuz Mayıs Üniversitesi - SAMSUN
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD - 2019
Yüksek Lisans	
Üniversite Adı	Ondokuz Mayıs Üniversitesi - SAMSUN
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD - 2011
Lisans	
Üniversite Adı	Ondokuz Mayıs Üniversitesi - SAMSUN
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Ziraat Fakültesi - Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü - 2009

Adı Soyadı	Dr. Demet YILDIRIM
Unvan	Ziraat Yüksek Mühendisi
Telefon/ E-mail	(0362) 256 14 05 – 2112 demet.yildirim@tarimorman.gov.tr https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae/Belgeler/CV/demet_yildirim_cv.pdf
Çalıştığı Kurum	Kardeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü - SAMSUN
EĞİTİM BİLGİLERİ	
Doktora	
Üniversite Adı	Ondokuz Mayıs Üniversitesi - SAMSUN
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD- 2020
Yüksek Lisans	
Üniversite Adı	Ondokuz Mayıs Üniversitesi- SAMSUN
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD- 2013
Lisans	
Üniversite Adı	Ondokuz Mayıs Üniversitesi - SAMSUN
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Ziraat Fakültesi - Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü - 2008

Adı Soyadı	Dr. Murat BİROL
Unvan	Ziraat Yüksek Mühendisi
Telefon/ E-mail	(0362) 256 14 05 – 2114 murat.biol@tarimorman.gov.tr https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae/Belgeler/CV/murat_biol_cv.pdf
Çalıştığı Kurum	Kardeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü - SAMSUN
EĞİTİM BİLGİLERİ	
Doktora	
Üniversite Adı	Gaziosmanpaşa Üniversitesi - TOKAT
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme ABD- 2021
Yüksek Lisans	
Üniversite Adı	Gaziosmanpaşa Üniversitesi - TOKAT
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme ABD- 2011
Lisans	
Üniversite Adı	Gaziosmanpaşa Üniversitesi - TOKAT
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Ziraat Fakültesi - Toprak Bilimi ve Bitki Besleme - 2008

Adı Soyadı	Dr. Sevda TAŞAN
Unvan	Ziraat Yüksek Mühendisi
Telefon/ E-mail	(0362) 312 19 19 - 1277 sevda.safi@omu.edu.tr https://personel.omu.edu.tr/tr/sevda.safi
Çalıştığı Kurum	Ondokuz Mayıs Üniversitesi – Ziraat Fak. Tar. Yap. ve Sulama ABD - SAMSUN
EĞİTİM BİLGİLERİ	
Doktora	
Üniversite Adı	Ondokuz Mayıs Üniversitesi - SAMSUN
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD- 2018
Yüksek Lisans	
Üniversite Adı	Gaziosmanpaşa Üniversitesi - TOKAT
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD - 2012
Lisans	
Üniversite Adı	Ondokuz Mayıs Üniversitesi - SAMSUN
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Ziraat Fakültesi - Tarımsal Yapılar ve Sulama - 2009

Adı Soyadı	Hakan ARSLAN
Unvan	Prof. Dr.
Telefon/ E-mail	(0362) 312 19 19 – 1282 hakan.arслан@omu.edu.tr https://personel.omu.edu.tr/tr/hakan.arслан
Çalıştığı Kurum	Ondokuz Mayıs Üniversitesi – Ziraat Fak. Tar. Yap. ve Sulama ABD - SAMSUN
EĞİTİM BİLGİLERİ	
Doktora	
Üniversite Adı	Ondokuz Mayıs Üniversitesi - SAMSUN
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD - 2010
Yüksek Lisans	
Üniversite Adı	Ondokuz Mayıs Üniversitesi - SAMSUN
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD - 2005
Lisans	
Üniversite Adı	Ondokuz Mayıs Üniversitesi - SAMSUN
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü - 1999

Adı Soyadı	Bilal CEMEK
Unvan	Prof. Dr.
Telefon/ E-mail	(0362) 312 19 19 - 1271 bcemek@omu.edu.tr https://personel.omu.edu.tr/tr/bcemek
Çalıştığı Kurum	Ondokuz Mayıs Üniversitesi – Ziraat Fak. Tar. Yap. ve Sulama ABD - SAMSUN
EĞİTİM BİLGİLERİ	
Doktora	
Üniversite Adı	Ondokuz Mayıs Üniversitesi - SAMSUN
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD - 2002
Yüksek Lisans	
Üniversite Adı	Ondokuz Mayıs Üniversitesi - SAMSUN
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD- 1996
Lisans	
Üniversite Adı	Atatürk Üniversitesi – ERZURUM
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü - 1992

Adı Soyadı	Dr. Rasim ÜNAN
Unvan	Ziraat Yüksek Mühendisi
Telefon/ E-mail	(0362) 256 14 05 – 2034 rasim.unan@tarimorman.gov.tr https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae/Belgeler/CV/rasim_unan_cv.pdf
Çalıştığı Kurum	Kardeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü - SAMSUN
EĞİTİM BİLGİLERİ	
Doktora	
Üniversite Adı	Namık Kemal Üniversitesi – TEKİRDAĞ
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri ABD- 2016
Yüksek Lisans	
Üniversite Adı	Ondokuz Mayıs Üniversitesi - SAMSUN
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri ABD- 2011
Lisans	
Üniversite Adı	Ondokuz Mayıs Üniversitesi - SAMSUN
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Ziraat Fakültesi - Tarla Bitkileri - 2002

Adı Soyadı	Melih ENGİNSU
Unvan	Ziraat Yüksek Mühendisi
Telefon/ E-mail	(0362) 256 14 05 – 2032 melih.enginsu@tarimorman.gov.tr https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae/Belgeler/CV/melih_enginsu_cv.pdf
Çalıştığı Kurum	Kardeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü - SAMSUN
EĞİTİM BİLGİLERİ	
Doktora	
Üniversite Adı	-
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	-
Yüksek Lisans	
Üniversite Adı	Gaziosmanpaşa Üniversitesi - TOKAT
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD- 2015
Lisans	
Üniversite Adı	Gaziosmanpaşa Üniversitesi - TOKAT
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi - 2004

Adı Soyadı	Nagehan ÇİL TURGUT
Unvan	Ziraat Yüksek Mühendisi
Telefon/ E-mail	(0362) 256 14 05 – 2042 nagehan.cil@tarimorman.gov.tr https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae/Belgeler/CV/nagehan_cil_cv.pdf
Çalıştığı Kurum	Kardeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü - SAMSUN
EĞİTİM BİLGİLERİ	
Doktora	
Üniversite Adı	Ondokuz Mayıs Üniversitesi - SAMSUN
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma ABD – Devam etmekte
Yüksek Lisans	
Üniversite Adı	Gaziosmanpaşa Üniversitesi - TOKAT
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma ABD- 2012
Lisans	
Üniversite Adı	Gaziosmanpaşa Üniversitesi - TOKAT
Akademik Birim/ Mezuniyet Yılı	Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma – 2009

9. PROJE SONUÇLARININ UYGULAMAYA AKTARILMA PLANI

Proje Adı:	Ana Proje: Çeltikte Damla Sulama Sistemlerinin Kullanım Olanaklarının Alt Proje Bafra Ovası Koşullarında Çeltikte Damla Sulama Sistemlerinin Kullanım Olanaklarının Araştırılması
PSUP Hedefi: Projenin genel amaçları kapsamında ulaşılan hedefler kısaca yazılır.	
<ul style="list-style-type: none">• Çeltikte damla sulama yöntemi ile sulanan alanlarda gerekli olan sulama suyu ihtiyacının belirlenmiştir.• Çeltik bitkisi için yöre koşullarında hem damla hem de geleneksel tava yöntemi için su verim ilişkileri belirlenmiştir.• Çeltikte damla sulama yapılan alanlarda hasat sonrası toprağın işlenebilir olması nedeni ile 2. Ürün ya da münavebeli yetiştiricilik sayesinde üreticilere ekonomik katkıda bulunulması düşünülmektedir.• Yüzeyüstü damla sulama yöntemi kullanılarak çeltik yetiştirilebileceği ortaya konmuştur.• Çeltik bitkisinin, damla sulama yöntemi ile sulanması sonucunda yüksek oranda su tasarrufu (%71) sağladığı ortaya konmuştur.• Gübreleme fertigasyon yöntemi ile yapılmış ve kayıplar en aza indirgenmiştir.• Kuru ziraat olarak tabir edilen yetiştirme şekli için İMİ toleranslı Rekor CL çeşidinin yabancı ot kontrollünün sağlanması açısından uygun olduğu ortaya çıkmıştır.• Proje çıktılarının uygulamaya aktarılması ile çiftçi ekonomisine katkı, bölge kalkınmasına ve dolayısıyla ülke ekonomisine katkı sağlayacağı öngörülmektedir.	
ÇIKTILARIN UYGULAMAYA AKTARILMASI VE YAYGINLAŞTIRILMASI	
<p>Proje tamamlandıktan sonra, sadece bu çıktıların uygulamaya aktarılması ve yaygınlaştırma adım ve mekanizmaları somut olarak ve kısaca belirtilmelidir.</p>	
<ul style="list-style-type: none">• Proje, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün talebi ile gündeme alınmış olup, elde edilene çıktılar ilgili kuruluşa aktarılacaktır.• Proje çıktıları düzenlenecek tanıtım toplantıları ile İl Tarım ve Orman Müdürlüklerinin ilgili şubelere aktarılarak çiftçiye ulaşması sağlanacaktır veya sonuçlar bölge çiftçisine doğrudan aktarılacaktır.• Yapılacak eğitim ve tanıtımlarla çeltik üretiminde damla sulama yönteminin yaygınlaştırılması çalışmaları yapılacaktır	

Yönetim Düzeni

Projede görev alan kişilerin her birinin projede gerçekleştirdiği faaliyetler tanımlanmalıdır.

Adı Soyadı	Araştırmacıların Projeye Katkıları		
	Yapılan Faaliyetlerdeki Sorumlulukları	Projede Çalışma Süresi (Ay)	Katkı Oranı (%)
Dr. Mehmet TAŞAN	Arazi işleri, proje sonuç raporu yazımı	36	100
Dr. Aslıhan CANTÜRK	Arazi işleri	18	50
Dr. Demet YILDIRIM	Arazi işleri	18	50
Dr. Murat BİROL	Arazi işleri	18	50
Dr. Sevda TAŞAN	Arazi işleri, raporlama	18	50
Prof. Dr. Hakan ARSLAN	Teknik destek	2	10
Prof. Dr. Bilal CEMEK	Teknik destek	2	10
Dr. Rasim ÜNAN	Teknik destek	2	10
Melih ENGİNSU	Arazi işleri	2	10
Nagehan ÇİL TURGUT	Bitki koruma, teknik destek	2	5

Sıra	Proje Çıktıları:	Çıktıların Uygulamaya Aktarılma Mekanizmaları:
	Proje sonucunda elde edilecek. her türlü ürün. sistem. prototip. bilgi. pilot uygulama. malzeme. üretim tekniği. yöntem. yazılım vb. proje çıktısı olarak yazılmalıdır.	Detay verilerek yazılmalıdır.
1	Çeltikte damla sulama programına ilişkin bilgi	Elde edilen veri ve bilgiler, DSİ, TRGM, BÜGEM SYGM, Özel sektör ve STK ile paylaşılacaktır
2	Sonuç raporu	Sonuç raporu ve sonuçları Tarım ve Orman Bakanlığı merkez, taşra kurum ve kuruluşları ile paylaşılacaktır.
3	Liflet	Çeltikte damla sulama el broşür/kitapçığı basılarak Tarım ve Orman Bakanlığı merkez, taşra kurum ve kuruluşları ile özel sektör ve STK ile paylaşılacaktır.

4	Makale veya bildiri	Elde edilen verilerin kongre, sempozyum ve bilgi alışveriş toplantılarında ilgililere duyurulması. Ulusal ve uluslararası dergilerde makale olarak yayınlanacaktır.
Adı – Soyadı: Dr. Mehmet TAŞAN Görevi: Ziraat Yüksek Mühendisi Tarih : İmza:		

10. El Broşür (Liflet) Örneği

ÖNERİ

Bafra ovası koşullarında damla sulama yöntemi kullanılarak çeltik yetiştiriciliği için sulama programlarının A sınıfı buharlaşmaya göre rahatlıkla yapılabileceği ve buharlaşma kap katsayısının 1.5 alınmasının uygun olacağı önerilmektedir.

Çalışma Samsun ilinde yürütülmüş olup, bölgenin iklim şartları göz önüne alınarak damla sulama ile çeltik yetiştiriciliği yapıldığında, aşağıdaki tabloda yer alana verilerden yararlanılabilir.

Karadeniz Bölgesi'nde damla sulama yöntemi ile yetiştirilen çeltik bitkisine uygulanan sulama suyu miktarları (Samsun)

	Uygulanması gereken sulama suyu miktarı		
	mm	ton da ⁻¹	Günlük su ihtiyacı (mm)
15 Mayıs-10 Haziran*	96	96	3.7
Haziran	201	201	6.7
Temmuz	322	322	10.4
Ağustos	268	268	8.6
Eylül**	71	71	7.1

*toprağın 30 cm'lik katmanının doymun tutulduğu tarih

**Son sulama 09 Eylül

¹Denemenin yürütüldüğü yıllarda çeltik bitkisi yetiştirme sezonunda düşen yağış miktarı 100 mm'dir.

²Çalışmada sulamalar bir gün arayla yapılmıştır.

Damla sulama sistem tertibinde lateral ve damlatıcı aralıkları ile damlatıcı debilerinin belirlenmesinde yetiştiricilik yapılacak alana ait toprağın infiltrasyon durumu ve fiziksel durumuna göre planlaması önerilmektedir.

Damla sulama yönteminde yabancı otlarla mücadelede önemli olduğunda yabancı otlara baskın gelecek çeşit seçimi de önem arz etmektedir.

İleri çalışmalarda damla sulama yöntemiyle birlikte çalışacak yabancı ot ilaçlama programlarının yapılması önerilmektedir.

Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Samsun-Ordu Karayolu 17. Km Tekkeköy/SAMSUN
Telefon: 0 362 256 05 14-15 Faks: 0 362 256 05 16

www.tarimorman.gov.tr

<http://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae>

ktae@tarimorman.gov.tr



TAGEM
AR-GE & İNOVASYON

T.C.

TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI

Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü

Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü

ÇELTİKTE DAMLA SULAMA SİSTEMLERİNİN KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

BAFRA OVASI KOŞULLARINDA ÇELTİKTE DAMLA SULAMA SİSTEMLERİNİN KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI



Dr. Mehmet TAŞAN

Dr. Aslihan CANTÜRK Dr. Demet YILDIRIM

Dr. Murat BİROL

Dr. Sevda TAŞAN

Prof. Dr. Hakan ARSLAN

Prof. Dr. Bilal CEMEK

Dr. Rasim ÜNAN

Melih ENGİNSU

Nagehan ÇİL TURGUT

SAMSUN-2021

AMAÇ ve BEKLENEN ÇIKTILAR

Bu çalışmanın amacı Bafra ovası koşullarında çeltik yetiştiriciliğinde damla sulama sistemlerinin kullanılabilirliğini araştırmak ve elde edilen bulguların geleneksel tava yöntemi ile elde edilen veriler ile karşılaştırmaktadır. Diğer yandan da aşağıdaki konularda çıktıların olması beklenmiştir;

- Çeltik yetiştiriciliği yapılan alanlarda su tasarrufu sağlanarak mevcut su miktarı ile daha fazla alanın sulanmasına katkıda bulunmak,
- Damla sulama ile sulanan alanlarda gerekli olan sulama suyu ihtiyacının belirlenmesi,
- Sulama suyu ve gübre kullanımı ve işçilik masraflarında azalmanın olması,
- Çeltiğin farklı sulama yöntemleri (Damla ve Tava) altında su verim ilişkilerinin belirlenmesi,
- Çeltik yetiştiriciliği yapılan alanlardan oluşan karbondioksit, metan ve nitröz oksit gibi zararlı gaz salınımlarının azaltılması,
- Çeltikte damla sulama yapılan alanlarda hasat sonrası toprağın işlenebilir olması nedeni ile 2. Ürün ya da münavebeli yetiştiricilik sayesinde üreticilere ekonomik katkıda bulunulması,
- Geleneksel yöntem ile kullanılan aşırı su kullanımı azaldığından toprak verim kalitesinde iyileşmelerin olması,
- Ürün çeşitliliğine olanak sağlanması,
- Yamaç arazilerde ya da su kaynağının kısıtlı olduğu alanlarda çeltik yetiştiriciliğine olanak sağlanması gibi.

MATERYAL ve METOT

Araştırmada kuru ziraat ürünlerinde kullanılan imazamox içerikli yabancı ot ilaçlarının kullanımına imkan sağlayan, IMI çeltik çeşitlerinden Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsünce geliştirilmiş olan Rekor CL çeltik çeşidi kullanılmıştır.

Araştırma, Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre dört konulu, üç tekrarlı bir arazi denemesi olarak yürütülmüştür. Damla sulama yönteminde sulama konuları A sınıfı buharlaşma kabından olan yığışlı buharlaşmanın 1.00, 1.25 ve 1.50 katı sulamaların yapılması şeklinde yürütülürken geleneksel tava yönteminde ise tavadaki su yüksekliği daimi olarak 10 cm'de tutulmuştur. Damla sulama yönteminde sulamalar Pazartesi, Çarşamba ve Cuma günlerinde yapılmıştır ve ekimden bitki çıkışlarına kadar 30 cm'lik toprak katmanı sature halde tutulmuştur. Deneme parselleri 100 m² (5x20 m), sıra arası

mesafe 20 cm, lateraller arası mesafe 60 cm ve damlatıcı arası mesafe ise 40 cm olacak şekilde damla sulama sistemi tertibi ve ekimler yapılmıştır.

Çeltik ekimleri kuruya havalı mibzerle ve dekara 17-18 kg tohum gelecek şekilde yapılmıştır.



Yabancı ot kontrolünde dar yapraklı otlar için baklagiller ve kuru ziraat ürünlerinde kullanılan imazamox içerikli yabancı ot ilaçları, geniş yapraklı otlar içinse Dichlorprop-P ve Bentazone etken maddeli ilaçlar kullanılmış ve başarılı sonuçlar alınmıştır.



Damla sulama parsellerin tertibi, bitki gelişim durumu ve makineli hasadından bir görüntü

SONUÇ

Çalışmanın 2019 ve 2020 yılları toplu olarak değerlendirildiğinde damla sulama konularına yağışlarla birlikte 763-1058 mm, tava sulama konusuna ise ortalama 3654 mm sulama suyu uygulanmıştır. Damla sulama konuları için 2019 yılında bitki su tüketimi değerleri 819-1116 mm, 2020 yılında ise 849-1068 mm aralıklarında değişim göstermiştir. 2019 ve 2020 yılları itibarı ile damla sulama konularında ortalama verim 665 kg/da ile 851 kg/da arasında değişirken tava sulama yönteminde 910 kg/da olarak belirlenmiştir. Damla sulama konularından elde edilen verim değerleri tava yöntemine göre %7-30 daha az elde edilmesine rağmen, damla sulama konularından elde edilen sulama suyu tasarrufu önerilen konu için %71 oranında gerçekleşmiştir.