

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**

**MENEMEN OVASI KOŞULLARINDA ÇELTİKTE DAMLA SULAMA
SİSTEMLERİNİN KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI
TAGEM/TSKAD/G/19/A9/P3/01-2**

Perihan TARI AKAP

Mehmet GÜNDÜZ

Şener ÖZÇELİK

Sinan ARAS

Ümit ALKAN

Dr. Zübeyde ALBAYRAM DOĞAN

Dr. Yıldız SOKAT

Süleyman ŞEN

Proje Danışmanı: Prof. Dr. Recep ÇAKIR

**ULUSLARARASI TARIMSAL ARAŞTIRMA VE EĞİTİM MERKEZİ
MÜDÜRLÜĞÜ**

Haziran/2021

İZMİR

Önsöz

Dünya genelinde yaklaşık 150 milyon ha alanda çeltik tarımı yapılmakta ve ortalama 4.9 t ha⁻¹ verim elde edilmektedir. Üretilen çeltiğin büyük bir kısmı tropikal ve subtropikal bölgelerde yetiştirilmektedir. Ülkemizde çeltik ekim alanı Cumhuriyetin ilk yıllarında 20 000 ha civarında iken; 1980'li yıllarda 70 000 ha'a kadar yükselmiştir. 2000'li yıllarda ise yaklaşık 60 000 hektar alanda çeltik tarımı yapılmıştır. Çeltik tarımında en önemli kısıtlayıcı etmen sulama suyunun sağlanması ve yönetimidir. Ülkemizde çeltiğin bitki su tüketiminin iklim koşullarına göre 810-1625mm arasında değiştiği tahmin edilmektedir. Bununla beraber uygulamada su tüketimi kayıplardan dolayı tahmin edilen miktardan çok daha fazla gerçekleşmektedir. Ülkelerin ekonomisinin büyümesinin ve kalkınması büyük oranda tarımsal gelire bağlıdır. Bu bağlamda tarımda suyun verimli kullanılması için çiftçilere bazı yeni yaklaşımlar sunmalıyız.

Çalışma. Ege Bölgesi'nde önemli yere sahip olan verimli arazilerin bulunduğu ve 30 yıldır çeltik ekiminin yapılmadığı Menemen Ovası'nda yer alan T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü merkez arazisinde yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda; çeltik bitkisinin önemli miktarda su tasarrufu sağlayan damla sulama yöntemi kullanılarak yetiştirilebileceği belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda elde edilen bulguların başta benzer konularda çalışan araştırmacılar olmak üzere, akademisyenlere, planlamacılara, politika yapıcılara ve karar vericilere yararlı olacağı düşünülmekte ve umulmaktadır.

Araştırmanın planlanmasından. yapılan arazi çalışmaları, değerlendirmeler ve rapor yazımına kadar emeği geçen, katkıda bulunan herkese teşekkür eder, sonuçların ülke tarımına yararlı olmasını dilerim.

Tuncay TOPDEMİR

Enstitü Müdürü

İçindekiler

İçindekiler	ii
Kısaltma Tanımları:	iv
Çizelge Listesi	vi
Şekil Listesi	vii
1. Giriş	1
2. Literatür Özeti	2
2.1. Genel bilgiler.....	2
2.2. Sulama çalışmaları	5
3. Materyal ve Metot	12
3.1. Materyal	12
3.1.1. Araştırma yerinin tanımı	12
3.2. Metot	18
3.2.1. Deneme metodu	18
3.2.2. Analiz ve inceleme.....	19
3.2.3. Tarımsal işlemler, gözlemler ve ölçümler.....	20
3.2.4. Analiz ve değerlendirme	26
3.2.5. Ekonomik analiz	26
4. Bulgular ve Tartışma	28
4.1. İklim verileri	28
4.2. Tarımsal İşlemler	28
4.3. Uygulanan sulama suyu miktarları	30
4.4. Toprak su içeriği	32
4.5. Damla sulama uygulanan parsellerde bitki su tüketimi değerleri.....	33
4.6. Çeltik verimi	34
4.7. Su kullanım randımanı (WUE) ve sulama suyu üretkenliği (WP)	36
4.8. Damla sulama uygulanan parsellerde bitki su tüketimi (ET)-verim ilişkileri (Y).....	38
4.9. Sulama suyu-verim ilişkisi (Y)	38
4.10. Bitki boyu.....	39
4.11. Verim bileşenleri	40
4.11.1. M ² 'de salkım sayısı.....	40
4.11.2. Saplı ağırlık.....	42
4.11.3. Bin dane ağırlığı (çeltik)	43
4.11.4. Salkımda dane sayısı.....	44
4.11.5. Salkım uzunluğu	45
4.11.6. Hasat indeksi.....	46
4.11.7. Kırıklı ve kırksız randıman	47

4.11.8. Ekonomik analiz	49
5. Sonuç.....	52
5.1. Sonuç.....	52
5.2. Öneriler	53
6. Kaynaklar.....	54
7. Ekler.....	59
8. Özgeçmiş.....	64
9. PROJE SONUÇLARININ UYGULAMAYA AKTARILMA PLANI.....	67
Yönetim Düzeni	68
10. El Broşür (Liflet) Örneği.....	69

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
Cu	: Bakır
da	: Dekar
DAP	: Diamonyum fosfat
dS m ⁻¹	: Desisimens metre
EC	: Elektriksel iletkenlik
ENK	: Elverişli nem kapasitesi
Epan	: Buharlaştırma kabında buharlaşan su miktarı (mm)
ET	: Bitki su tüketimi (mm)
Ey	: Ekonomik Verim (Birim alandan elde edilen verim)
Fe	: Demir
g	: Gram
GSÜD	: Gayrisafı üretim değeri
h	: Saat
ha	: Hektar
HCO ₃ ⁻	: Bikarbonat
I	: Sulama suyu miktarı (L)
IWUE	: Sulama suyu kullanım randımanı (kg da ⁻¹ m ⁻¹)
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

Mn	: Mangan
Mo	: Molibden
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 kapılar 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
ZnSO ₄	: Çinko sülfat

Çizelge Listesi

Çizelge 3.1 Menemen uzun yıllar ortalama meteoroloji verileri (MGM, 2021).....	13
Çizelge 3.2 Deneme yeri toprağının bazı fiziksel özellikleri.....	15
Çizelge 3.3 Deneme yeri toprağının verimlilik analiz sonuçları	15
Çizelge 3.4 Araştırmada kullanılan sulama suyunun bazı kimyasal özellikleri.....	15
Çizelge 3.5 Uygulanan gübreler ve uygulama tarihleri	23
Çizelge 3.6 Herbisit uygulamaları ve tarihleri.....	24
Çizelge 4.1 2019 yılı aylık. ortalama. maksimum. minimum sıcaklık ve yağış değerleri	28
Çizelge 4.2 2020 yılı aylık. ortalama. maksimum. minimum sıcaklık ve yağış değerleri	28
Çizelge 4.3 Çeltik bitkisi BBCH fenolojik dönem çizelgesi (2019).....	29
Çizelge 4.4 Çeltik bitkisi BBCH fenolojik dönem çizelgesi (2020).....	30
Çizelge 4.5 Uygulanan sulama suyu miktarları ve sulama sayıları	31
Çizelge 4.6 Çeltik bitkisinde farklı sulama konularının aylık ve mevsimlik su tüketimi değerleri (2019)	33
Çizelge 4.7 Çeltik bitkisinde farklı sulama konularının aylık ve mevsimlik su tüketimi değerleri (2019)	34
Çizelge 4.8 Deneme konularına ait verim değerleri (kg da ⁻¹).....	34
Çizelge 4.9 Verime ilişkin değerler ve LSD gruplandırması.....	34
Çizelge 4.10 Konulara göre su kullanım randımanları	36
Çizelge 4.11 2019 yılı deneme konuları oransal verim azalışı ve sulama suyu tasarrufu.....	37
Çizelge 4.12 2020 yılı deneme konuları oransal verim azalışı ve sulama suyu tasarrufu.....	37
Çizelge 4.13 Deneme konularına ait bitki boyu (cm).....	39
Çizelge 4.14 Bitki boylarına ilişkin değerler ve LSD gruplandırması.....	39
Çizelge 4.15 Deneme konularına ait m ² 'de salkım sayısı (adet)	40
Çizelge 4.16 M ² 'de salkım sayısına ilişkin değerler ve LSD gruplandırması	41
Çizelge 4.17 Deneme konularına ait saplı ağırlık değerleri (t da ⁻¹)	42
Çizelge 4.18 Saplı ağırlığa ilişkin değerler ve LSD gruplandırması	43
Çizelge 4.19 Deneme konularına ait bin dane ağırlığı (çeltik) değerleri (g)	43
Çizelge 4.20 Bin dane ağırlığına ilişkin değerler ve LSD gruplandırması	44
Çizelge 4.21 Deneme konularına ait salkımda dane sayısı (adet)	44
Çizelge 4.22 Salkımda dane sayısına ilişkin değerler ve LSD gruplandırması	45
Çizelge 4.23 Deneme konularına ait salkım uzunluğu değerleri (cm).....	45
Çizelge 4.24 Salkım uzunluğuna ilişkin değerler ve LSD gruplandırması.....	46
Çizelge 4.25 Deneme konularına ait hasat indeksi değerleri (%).....	46
Çizelge 4.26 Hasat indeksine ilişkin değerler ve LSD gruplandırması	47
Çizelge 4.27 Deneme konularına ait kırıklı randıman değerleri.....	47
Çizelge 4.28 Kırıklı randıman değerleri ve LSD gruplandırması.....	48
Çizelge 4.29 Deneme konularına ait kıriksiz randıman değerleri.....	48
Çizelge 4.30 Kıriksiz randıman değerleri ve LSD gruplandırması.....	49
Çizelge 4.31 Damla sulama sistemi amortisman değerleri (TLda ⁻¹).....	49
Çizelge 4.32 Çeltik bitkisinde deneme konularının ekonomik analizi	50

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 (Peşkirioğlu ve ark.. 2013).....	4
Şekil 3.1 Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü deneme yeri	15
Şekil 3.2 Rekor CL.....	17
Şekil 3.3 Deneme alanına ait kroki (ölçeksiz).....	19
Şekil 3.4 Çeltik ekiminden görüntüler.....	20
Şekil 3.5 Herbisit uygulamasından görünüm.....	25
Şekil 3.6 Yer paskalyası ve Amaranthus palmeri.....	25
Şekil 4.1 2019 yılı zamana göre toprak nem içeriği (90 cm).....	32
Şekil 4.2 2020 yılı zamana göre toprak nem içeriği (90 cm).....	33
Şekil 4-3 Bitki su tüketimi verim ilişkisi.....	38
Şekil 4-4 Sulama suyu verim ilişkisi	39
Şekil 4-5 M ² 'de salkım sayısı belirlemeden görünüm	41
Şekil 4.6 Saplı ağırlık örnekleme görüntüleri.....	42

Özet

Tahıllar içerisinde çeltik, Dünya’da ekim alanı yönünden buğdaydan, üretimde ise mısırdan sonra ikinci sırada gelmekte olup dünya nüfusunun yarısından fazlasının temel besinidir. Çeltik tarımında en önemli kısıtlayıcı etmen sulama suyunun sağlanması ve yönetimidir. DSİ tarafından inşa edilerek işletmeye açılan sulama alanlarında su yetersizliği ve enerji sorunu nedeni ile çeltik ekimine izin verilen alanlara kısıtlamalara gidilmektedir. Bu kapsamda, çeltik ekili alanlarda su tasarrufu sağlayan yöntemlerin yaygınlaştırılması amacıyla, damla sulama sistemlerinin kullanım olanaklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Araştırma, 2019-2020 yılları arasında Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi arazisinde tesadüf parsellerinde üç yinelemeli olarak yürütülmüştür. Deneme konularını geleneksel tava sulama (TS) ile damla sulamada 3 sulama düzeyi I_1 , I_2 ve I_3 (Epan:1.00. Epan: 1.25. Epan:1.50) oluşturmuştur. Çeşit olarak imi toleranslı Rekor CL kullanılmıştır. Çeltik bitkisinin verim ve verim bileşenleri (salkım sayısı, saplı ağırlık, bin dane ağırlığı, salkım dane sayısı, salkım uzunluğu, kırıklı randıman, kırıksız randıman) üzerine etkisi incelenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre; verim ve verim bileşenlerinde tava sulama yönteminin üstünlüğü deneme yıllarında istatistiki olarak belirlenmiş; bunu sırasıyla I_3 , I_2 ve I_1 konuları izlemiştir.

Uygulanan sulama suyuna karşın, 2019 ve 2020 yıllarında geleneksel TS yöntemi ile sulama yapılan konudan 1230 ve 1134 kg da⁻¹ verim elde edilirken, damla sulama yöntemiyle sulama yapılan konularda en yüksek verim 1039 ve 960 kg da⁻¹ ile I_3 konusunda tespit edilmiştir. Buna karşın I_3 konusundan %35 su tasarrufu sağlanmıştır.

Denemenin ilk yılında nisbi kar en yüksek I_3 konusunda bulunurken (1.41); bunu sırasıyla I_2 (1.35), I_1 (1.28) ve TS (1.07) konuları izlemiştir. İkinci yılda da yine benzer olarak en yüksek nisbi kar I_3 konusunda bulunurken (1.43), bunu sırasıyla I_1 (1.13), I_2 (1.07) ve en son olarak da TS konusu (1.07) izlemiştir. Araştırma kapsamında 2019 ve 2020 yılları kendi içinde değerlendirildiğinde; sulama maliyetinin düşüklüğü damla sulama yönteminin daha ekonomik olduğunu ortaya koymuştur. Bu doğrultuda, her iki yılda da I_3 konusu ekonomik açıdan en avantajlı konu olarak ön plana çıkarmıştır.

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

Abstract

Among the grains, rice comes second in the world in terms of cultivation area after wheat and corn in production, and it is the basic food of more than half of the world population. The most important restrictive factor in rice agriculture is the provision and management of irrigation water. The restrictions are being applied to the areas where rice cultivation is operated due to lack of water and energy problems seen in the irrigation areas designed by DSI. In this context, it is aimed to determine the usage possibilities of drip irrigation systems in order to expand water saving methods in the rice fields.

The research was conducted through randomized block plots with three replications at the territory of International Agricultural Research and Training Center between 2019-2020. The experimental subjects were composed of 3 irrigation levels I_1 , I_2 and I_3 (Epan: 1.00, Epan: 1.25, Epan: 1.50) in conventional border irrigation (TS) and drip irrigation. Rekor CL, imi tolerant variety, was used as plant material. The effect of rice plant on yield and yield components (cluster number, stem weight, thousand grain weight, cluster grain number, cluster length, fractured yield, fracture-free yield) was investigated.

According to the results obtained;

The advantage of border irrigation system in yield and yield components was determined statistically during the trial year, and it is followed by I_3 , I_2 and I_1 subjects, respectively.

In spite of the irrigation water applied, yields were obtained with the traditional TS method for irrigation of 1230 in 2019 and 1134 kg da⁻¹ in 2020, while the highest yield was found in 1039 and 960 kg da⁻¹ with drip irrigation method in the same years, on the other hand 35% water saving is achieved with I_3 subject.

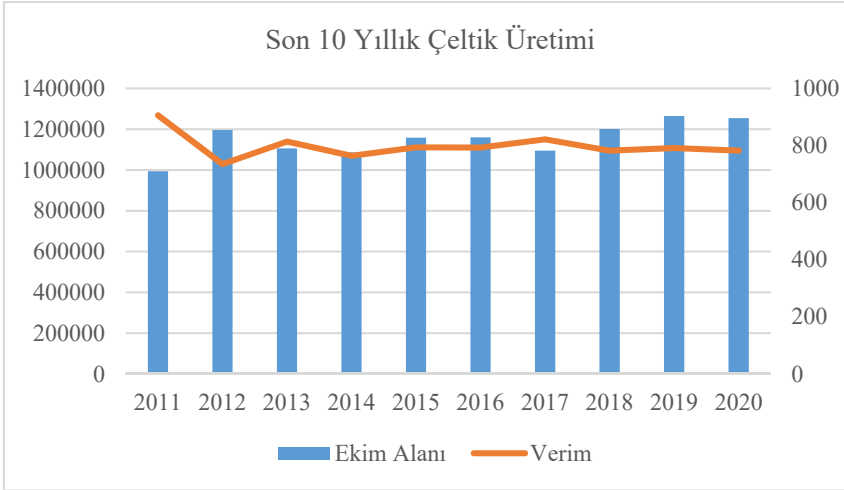
In the first year of the trial, the relative profit was the highest in I_3 (1.41), followed by I_2 (1.35), I_1 (1.28), TS (1.07), respectively. Similarly, in the second year, while the highest relative profit was found in I_3 (1.43), it was followed by I_1 (1.13), I_2 (1.07) and lastly with the TS issue (1.07). When the years 2019 and 2020 are evaluated with each other within the scope of the research, the low cost of irrigation revealed that the drip irrigation method is more economical than conventional border irrigation (TS). In this direction, I_3 has highlighted the most economically advantageous subject in both years.

Keywords: rice, drip irrigation, border 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 arttırılamayan 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 sentetiğinin 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 arttırılmasının 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 damla sulama yönteminin kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bununla birlikte, çeltik yetiştiriciliğinde damla sulama yönteminin kullanılması, yabancı ot sorununu da beraberinde getirdiğinden, projede damla sulama yönteminin yanı sıra, yabancı ot mücadelesi de kontrollü bir şekilde yapılmış, yabancı ot sorununa çözüm getirilmeye çalışılmıştır.

Çeltik yetiştiriciliğinde alternatif damla sulama yöntemi 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 ekonomisine katkı, 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 arttırılabilmesi 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).

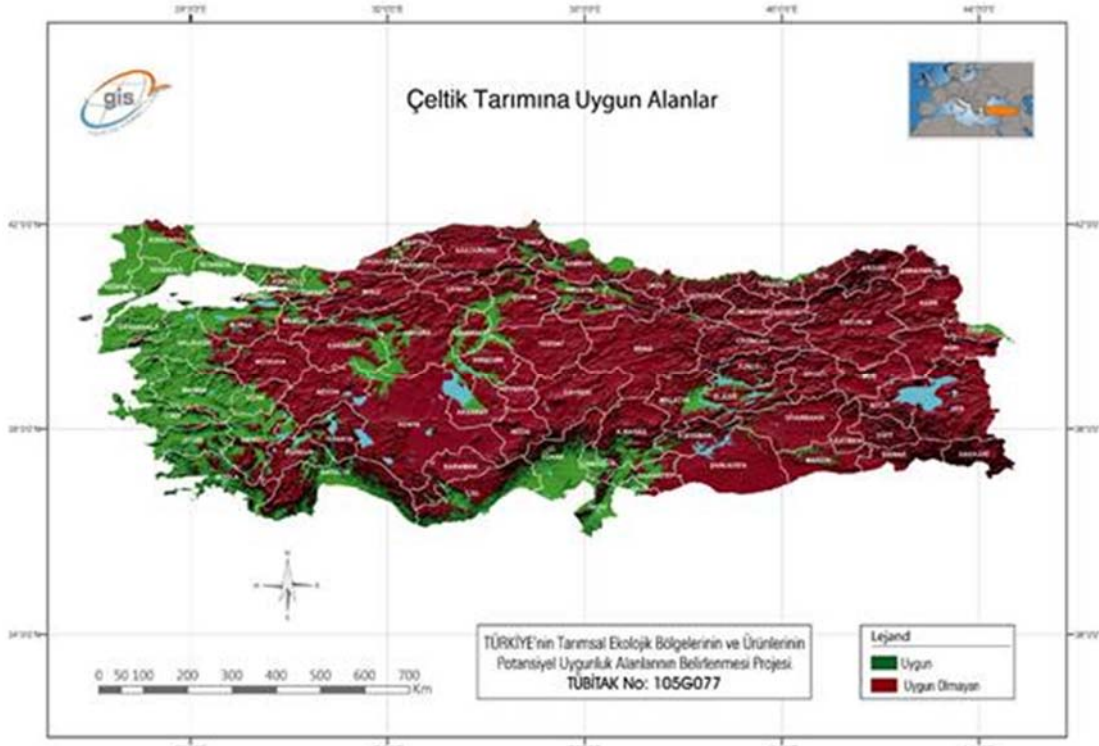
Tarım ve Orman Bakanlığı, TAGEM, Tarım Ekonomisi ve Politika Geliştirme Enstitüsü tarafından her yıl hazırlanan tarım ürünleri piyasaları yayınlarında, “Çeltik” ile ilgili verilere göre; 2016/2017 pazarlama yılında Türkiye’de çeltik üretimi 116 bin hektar alanda, 2017/2018 sezonunda 110 bin hektar alanda, 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 fazlalaşır (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 konulmuştur. 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 doymuş 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 doymuş 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 Zimbabwe (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 kullanılma 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 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 damlaticı 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'nun uygulandığı damla sulama, T7: 4 gün aralıkla kümülatif pan buharlaşmasının %50'nin uygulandığı damla sulama ve T8: 5 gün aralıkla kümülatif pan buharlaşmasının %60'nun 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 kurutmayı 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 (T1) 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 (1014 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 ha⁻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 (I1: her gün; I2: 2 gün; I3: 4 gün; I4: 6 gün) araştırdıkları çalışmada en yüksek verimi I2: 2 gün konusunda 5655.6 kg ha⁻¹, en düşük verimi de I4: 6 gün konusunda 3421.3 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, olgunlaşmayı 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 bulundurarak 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 m³ ha⁻¹ su kullanılırken, karık sulamada 17.200 m³ ha⁻¹, toprak altı damla sulamada ise 15.100 m³ 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) IRRI'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, bindane ağırlığı, saplı ağırlık, hasat indeksi, hektolitre ağırlığı, çaltik 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 bindane 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 yerinin tanımı

3.1.1.1. Coğrafi konum

Araştırma; Menemen Ovasında yer alan; Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi arazisinde 38° 37' 21.8'' K enlemi ve 27° 21' 29.37'' D boylamlarında kurulmuş ve Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Araştırma yeri, Gediz Irmağı'nın beslenme ve boşalım alanı olan Gediz Havzası içerisinde yer alır. Gediz Havzası, Türkiye'nin batısında, Gediz Irmağı ve kollarıyla sularını Ege Denizi'ne boşalttığı alanda konumlanmıştır. Havza kuzeyden Yağcı Dağı, Kikseki Dağı, Seydan Dağı; doğudan Murat Dağı, Tavşan Dağı, Elma Dağı, Umurbaba Dağı; güneyden Çal Dağı, Boz Dağı, Büyükgöl Dağları ve batıdan da Manisa Dağları, Kemalpaşa Dağları ile Mahmut Dağı'nın su bölüm çizgisiyle sınırlanmıştır.

Kütahya il sınırları içerisinde Murat ve Şaraphane dağlarından doğan Gediz Irmağı, 401 km uzunluğu, 1721895 ha su havzasıyla, Türkiye yüzölçümünün yaklaşık %2.2'sini oluşturmaktadır. Yıllık su potansiyeli 1.95×10^9 m³ olarak hesaplanmıştır. Bu değer; toplam potansiyelinin %1.1'ini oluşturmaktadır. Antik adıyla *Hermos* olarak isimlendirilen bu ırmak; Hamam Suyu, Cumburt Suyu ve diğer dereleri katıp Kızılüzüm'den sonra Gediz Irmağı adını alır. Eşme Yaylası önünde batıya yönelir, Şaphane Dağı'ndan gelen dereleri kendine katar, Çubuk Dağı'ndan doğup Alaşehir'in doğusundan geçen Derbent Çayı ile Salihli yakınlarında birleşir ve batı yönünde Manisa Ovası'na ilerler. Daha sonra Menemen'de bir dirsek yapıp Foça'nın güneyindeki İzmir Körfezi'ne dökülür. Geçmişte taşıdığı çok fazla alüvyonla İzmir Körfezi'ni doldurma olasılığı bulunan Gediz Irmağı'nın yatağı, 1886 yılında değiştirilerek bugünkü durumuna getirilmiştir (Munsuz ve ark., 1999).

Gediz Vadisi, Batı Anadolu'daki dört büyük ova arasında havza ve taban genişliği bakımından ikinci sırada yer alır. Kuzeyinde Bakırçay ve Susurluk havzaları, güneyinde Küçük ve Büyük Menderes havzaları ile çevrelenen vadinin alüvyal tabanı, Manisa'nın batısındaki Emiralem Boğazı'yla ikiye bölünmüştür. Boğazla deniz arasında kalan aşağı kısım, Menemen Ovası olarak tanımlanır. Menemen Ovası 38° 26'-38° 40' Kuzey enlemleri ile 26°40'-27°07' Doğu boylamları arasında yer alır; Aşağı Gediz alüvyal tabanından başka, bitişik yan dere alüvyalleriyle kolüvyal etekleri de içerisine alır. Doğuda Yamanlar Dağı, kuzeyde Foça dağlık yöresi, ovayı kuşatmıştır. Ovanın denizden yüksekliği 10.3 m'dir (Topraksu, 1971).

3.1.1.2. İklim

Menemen Ovası, makro iklim özelliği yönünden Akdeniz iklim tipine girmekte; THORNTWAITE (1948)'in iklim sınıflamasına göre; yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık ve yağışlı, mezotermal iklim tanımlaması göstermektedir. Uzun yıllar ortalama iklim verilerine göre; toplam yıllık yağış 530.91 mm olup bunun %51.38'i kış, %24.85'i ilkbahar, %23.5'i sonbahar ve %2.58'i yaz aylarında düşmektedir. Ortalama sıcaklık 16.6 °C olup, en sıcak ay ortalaması 27.01 °C ile temmuz ve en soğuk ay ortalaması 7.85 °C ile ocak ayıdır. Ortalama nispi nem %57.38 olup en yüksek %68.01 ile aralık, en düşük ise %47.25 ile temmuz ayında gerçekleşmiştir. Toplam

buharlařma 1483.44 mm, en dűşűk aylık buharlařma 43.37 mm ile aralık ayında, en yűksek buharlařma ise 255.39 mm ile temmuz ayında gerçekleřmiřtir.

Çizelge 3.1 Menemen uzun yıllar ortalama meteoroloji verileri (MGM, 2021)

1954-2020 yılları		X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Yıllık
Yağış (mm)	Toplam	37.7	74.6	108.0	91.3	73.5	62.1	42.5	27.4	8.6	2.4	2.7	12.5	543.3
	Gűnlűk Max	87.8	119.8	75.8	79.0	64.0	83.9	42.0	44.6	46.9	21.6	33.9	72.9	119.8
	Ortalama	17.4	13.0	9.7	7.9	8.8	11.1	15.0	20.0	24.7	27.0	26.5	22.3	16.9
Sıcaklık (°C)	Ext.Max	39.4	31.3	25.4	22.8	26.5	31.9	33.8	40.2	43.0	42.3	44.3	41.4	44.3
	Ext.Min	1.2	-2.0	-4.5	-7.6	-5.6	-4.4	-1.4	2.8	6.7	10.7	10.8	6.0	-7.6
	Ortalama	99.2	57.0	43.8	43.8	49.1	77.6	109.7	167.3	218.6	258.2	226.8	159.1	1510.2
Buharlaşma (mm)	Gűnlűk Max	9.4	8.9	7.2	7.4	8	7.4	9.9	13.7	15.5	14.8	15.5	11.2	15.5
	Ortalama	60.8	65.0	68.0	66.6	63.9	62.2	59.2	55.7	49.3	47.3	49.0	55.0	58.5
Nispi nem	Ortalama	2.3	2.7	3.5	3.7	3.7	3.2	2.7	2.5	2.6	2.8	2.6	2.4	2.9
	En ok Es.Yűnű	E	E	E	ENE	E	E	E	E	E	ENE	ENE	NE	E

3.1.1.3. Arazi varlığı

Menemen Ovası topraklarının bűyűk bir kısmı orta ve orta-aęır bűnyeli olup eski Gediz yataęı kenarında genel olarak hafif, batıya doęru gidildikçe aęır karakter kazanmaktadır. Menemen Ovası aluviyal araziler ile koluviyal daę eteklerini kapsamaktadır. Ovayı doęu ve kuzeyden dik eęimli tepeler kuřatmaktadır. Gediz aluviyal tabanı 0-6 m. yan aluviyaller ise 6-30 m yűkseltide olup evre daęlarının yűkseklięi ise 1100 m'ye yaklařmaktadır. Ovada 5 toprak birlięi içinde 16 toprak serisi bulunmaktadır. Bűyűk ۆlűde yűksek araziler űzerinde oluřmuř Ulucak serisi dikkate alınmadıęında ova topraklarının ilk űc sırada yer alan bařlıca toprak serileri %24.5 Sűzbeyli, %17.8 Gediz ve %13 ile Eskiyatak serileridir. Ovada yan dere aluviyumu ve koluviyum űzerindeki toprakların iyi drenajlı olmasına karřın. Gediz ve Havaalanı serisi toprakları orta ve yetersiz drenajlı, alçak tabandaki Gűrle, Sűzbeyli ve Tuzcullu toprakları yetersiz drenajlıdır. Gediz Nehrinin doldurduęu delta ve ova tarıma elveriřli olup, deniz seviyesindeki yerlerde tuzlu bataklıklar bulunmaktadır (Topraksu. 1971).

3.1.1.4. Tarımsal yapı ve űretim

İzmir'in Kuzey bۆlgesini teřkil eden ilçeler içerisinde en fazla karasal toprak parçasına sahip olan ilçelerden biri olan Menemen'de Akdeniz ikliminin hakim olması tarımsal űrűn olarak muz hariç tűm bitkisel űrűnler için oldukça műsaittir. Ova topraklarının tűmű derin yapıda ve genelde orta-aęır bűnyeli alűvyal olduęundan, bu alanlarda baę, sebze, zeytin ile çeřitli meyveler yetiřtirilmektedir. Coęrafi konumu, jeolojik ve tomografik yapısıyla çoklu kűltűr tarıma uygunluęu, geliřmiř tarımsal mekanizasyon, sanayi ve deneyimli ifti potansiyeli ile Menemen'de tarım çok ۆnemli bir yere sahiptir. İlçede yılda iki űrűn, bazen ű űrűn alınabilmektedir. İlçenin batı ve gűney kısmında bulunan kۆylerde bařta pamuk olmak űzere hububat tarımı yapılmaktadır. Pamuk, buęday, ekirdeksiz űzűm, řeftali, zeytin, incir, kayısı, erik, domates, kavun, karpuz, biber, patlıcan, ilek, mandalina, ıspanak, yem bitkileri ovada kendisine ekim alanları bulmaktadır. Toplam 23000 ha'lık tarım arazisi potansiyeli ile bۆlgenin en ۆnemli tarımsal űretim alanlarından biri olan Menemen Ovası, İzmir kenti sebze ihtiyaının bűyűk bir bۆlűműnű karřılamaktadır. Menemen Ovası tarımsal űrűn çeřitlilięi, organik tarıma uygun alanların varlıęı, bۆlge sanayi merkezlerine yakınlıęı ve ana ulařım aęı űzerinde bulunması gibi pek çok avantaja sahiptir. Menemen Ovası, plansız tarımsal űretim, kontrolsűz ilaç kullanımı, tarım alanlarının imara açılması nedeniyle űretim alanlarının daralması ve tarımda kullanılan su kaynaklarının sanayi ve tarımsal atıklar nedeniyle kirlenmesi gibi

çeşitli zorluk ve tehditlerle karşı karşıyadır. Gerek gıda ve sanayi kaynaklı ürün talebi gerekse bölgenin toprak ve su kaynaklarındaki sınırlamalar nedeniyle ovanın ürün deseni zaman içinde çok değişkenlik göstermiştir. Günümüzde Pamuk en çok yetiştirilen bitki olup, 1988'den önce bunu çeltik izlerken, bu yıldan sonra kuraklık nedeni ile bu bitkinin ekimi yasaklanmıştır.

3.1.1.5. Araştırma bölgesinin genel toprak özellikleri ve araştırma yeri toprak özellikleri

Menemen Ovası topraklarının büyük bir kısmı orta ve orta-ağır bünyeli olup eski Gediz yatağı kenarında genel olarak hafif, batıya doğru gidildikçe ağır karakter kazanmaktadır. Menemen Ovası aluviyal araziler ile koluviyal dağ eteklerini kapsamaktadır. Ovayı doğu ve kuzeyden dik eğimli tepeler kuşatmaktadır. Gediz aluviyal tabanı 0-6 m, yan aluviyaller ise 6-30 m yükseltide olup çevre dağlarının yüksekliği ise 1100 m'ye yaklaşmaktadır. Ovada 5 toprak birliği içinde 16 toprak serisi bulunmaktadır. Büyük ölçüde yüksek araziler üzerinde oluşmuş Ulucak serisi dikkate alınmadığında ova topraklarının ilk üç sırada yer alan başlıca toprak serileri %24.5 Süzbeyli, %17.8 Gediz ve %13 ile Eskiyatak serileridir. Ovada yan dere aluviyumu ve koluviyum üzerindeki toprakların iyi drenajlı olmasına karşın. Gediz ve Havaalanı serisi toprakları orta ve yetersiz drenajlı, alçak tabandaki Gürle, Süzbeyli ve Tuzcullu toprakları yetersiz drenajlıdır. Gediz Nehrinin doldurduğu delta ve ova tarıma elverişli olup, deniz seviyesindeki yerlerde tuzlu bataklıklar bulunmaktadır (Topraksu, 1971).

Araştırma, Uluslararası Tarımsal Araştırma ve eğitim Merkezi Müdürlüğünün Alüvyal arazileri üzerine yürütülmüştür. Araştırma alanını topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3'da verilmiştir.

Deneme alanında profil çukuru kazılarak toprak profil tanımlaması yapılmış ve derinlikler; 0-25, 25-50, 50-70, 70-90, 90-105 ve 105-120 cm olarak belirlenmiştir. Alınan bozulmuş ve bozulmamış toprak örneklerinde bünye, TK, SN, hacim ağırlığı gibi bazı fiziksel analizler ile pH, EC, kireç, OM, bitkiye yararlı P₂O₅, K₂O miktarları belirlenmiştir.

Çizelge 3.2 Deneme yeri toprağının bazı fiziksel özellikleri

Derinlik (cm)	Bünye	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	HA (g cm ⁻³)	TK (mm)	SN (mm)	YS (mm)
0-25	L	41.84	18.16	40.00	1.47	110.18	43.37	66.81
25-50	L	39.84	20.16	40.00	1.53	96.93	47.81	49.11
50-70	SL	59.84	10.16	30.00	1.55	60.17	27.87	32.30
70-90	CL	31.84	28.16	40.00	1.41	85.45	44.56	40.89
90-105	L	49.84	14.16	36.00	1.48	51.28	23.31	27.97

Çizelge 3.3 Deneme yeri toprağının verimlilik analiz sonuçları

Derinlik cm	Toplam tuz	Kireç (%)	Organik madde	Alınabilir fosfor	Alınabilir potasyum	Saturasyon	pH	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
0-25	0.011	6	1.3	6.4	69.2	63.8	8.11	246.3	333.4	1.1	7.3	4.29	0.94
25-50	0.011	6.4	1.4	4.6	66.2	63.8	8.14	324.3	446.5	1.28	9.31	3.99	0.66



Şekil 3.1 Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü deneme yeri

3.1.1.6. Denemede kullanılan su kaynağının özellikleri

Çizelge 3.4 Araştırmada kullanılan sulama suyunun bazı kimyasal özellikleri

pH	EC (dS m ⁻¹)	Kasyonlar (me L ⁻¹)			Anyonlar (me L ⁻¹)			SAR	RSC	B (mg L ⁻¹)	Sulama Suyu Sınıfı	
		Na	K	Ca+Mg	Cl	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻					SO ₄
7.62	0.67	1.96	0.16	6.00	4.40	-	3.20	0.52	1.13	-	0.60	T ₂ A ₁

Denemede kullanılan sulama suyu, Uluslararası Tarımsal Araştırma ve eğitim Merkezi arazisinde bulunan derin kuyudan sağlanmıştır. Kuyudan alınan sulama suyu örnekleri enstitü laboratuvarında analiz edilmiş ve sonuçlar

Çizelge 3.4'te verilmiştir. Yapılan analizler sonucunda denemede kullanılan sulama suyu sınıfı T₂A₁ olarak belirlenmiştir.

3.1.1.7. Araştırmalarda kullanılan bitki çeşidi ve özellikleri

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 çıkış 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., (2005) ve Lang ve ark., (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, yabancı ot kontrolüne daha uygundur.

Yukarıda açıklanan sebeplerden dolayı, yürütülecek bu proje çalışmasında, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsünde geliştirilen (kırmızı çeltik ve konvansiyonel çeltik yabancı ot ilaçlarına direnç gösteren yabancı otları kontrol etmek için) IMI çeşit, Rekor CL (Şekil 3.2) kullanılmıştır.



Şekil 3.2 Rekor CL

Bu çeşit için, üretimde kullanılan yabancı ot ilacı, imazamox içeriklidir. IMI özelliği taşıdığından bu herbisite dayanıklıdır. Ayrıca, Rekor CL fide döneminde hızlı bir şekilde gelişerek toprak yüzeyini kaplamakta ve yabancı otların çıkışını engellemektedir. Aynı zamanda yabancı otlar ile rekabet edebilecek boy yapısına sahiptir.

3.1.1.8. Araştırmalarda kullanılan A sınıfı buharlaşma kabının özellikleri

Deneme konularına uygulanan su miktarının belirlenmesinde A sınıfı buharlaşma kabı kullanılmıştır. A sınıfı buharlaşma kabı 121 cm çapında ve 25.5 cm derinliğinde olup galvanize saçtan yapılmıştır. Araştırmada uygulanacak sulama suyu miktarlarının belirlenmesi amacı ile kullanılan buharlaşma kabı deneme alanının içine konumlandırılmıştır. Buharlaşma kabı yerden yüksekliği 15 cm olan ahşap bir ızgara üzerine oturtulmuştur. Kabın içerisindeki su yüksekliği kabın üst seviyesinden, genelde 5-7.5 cm düşük tutulmuştur.

3.1.1.9. Araştırmada kullanılan sulama sisteminin özellikleri

Kuyudan deneme alanına kadar Ø75 mm'lik PE boru döşenmiştir.

Deneme alanı toprağının infiltrasyon hızı daha önce yapılan ölçümlerde 5 mm/h olarak belirlenmiştir.

Damla sulama parselleri için; sırasıyla, ana boru hattı, kontrol birim ünitesi, manifold boru ve lateral boru hatlarından oluşmuştur. Her deneme parselinin manifold boru başlangıcına yerleştirilmiş olan su sayacıyla sulama suyu miktarları kontrol edilmiştir. Damlatıcı aralığı; 40 cm, lateral aralığı 60 cm olup her parselde 8 adet lateral döşenmiştir. Damlatıcı debisi 2 l h⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Tava sulama yönteminde; parsel içi tesviye işlemleri gerçekleştirilerek parsel etrafı 30-40 cm yüksekliğinde seddelerle çevrilmiştir. Su uygulaması tarla başına kadar suyun getirileceği manifoldlardan su sayacı ile kontrol edilerek parsellere verilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Deneme metodu

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

Çalışma, tesadüf bloklarında üç yinelemeli olarak yürütülmüştür.

Parsel ölçüleri: 20 x 5= 100 m²

Sıra arası: 20 cm

Lateral aralığı: 60 cm

Damlaticı aralığı: 40 cm

Deneme Konuları

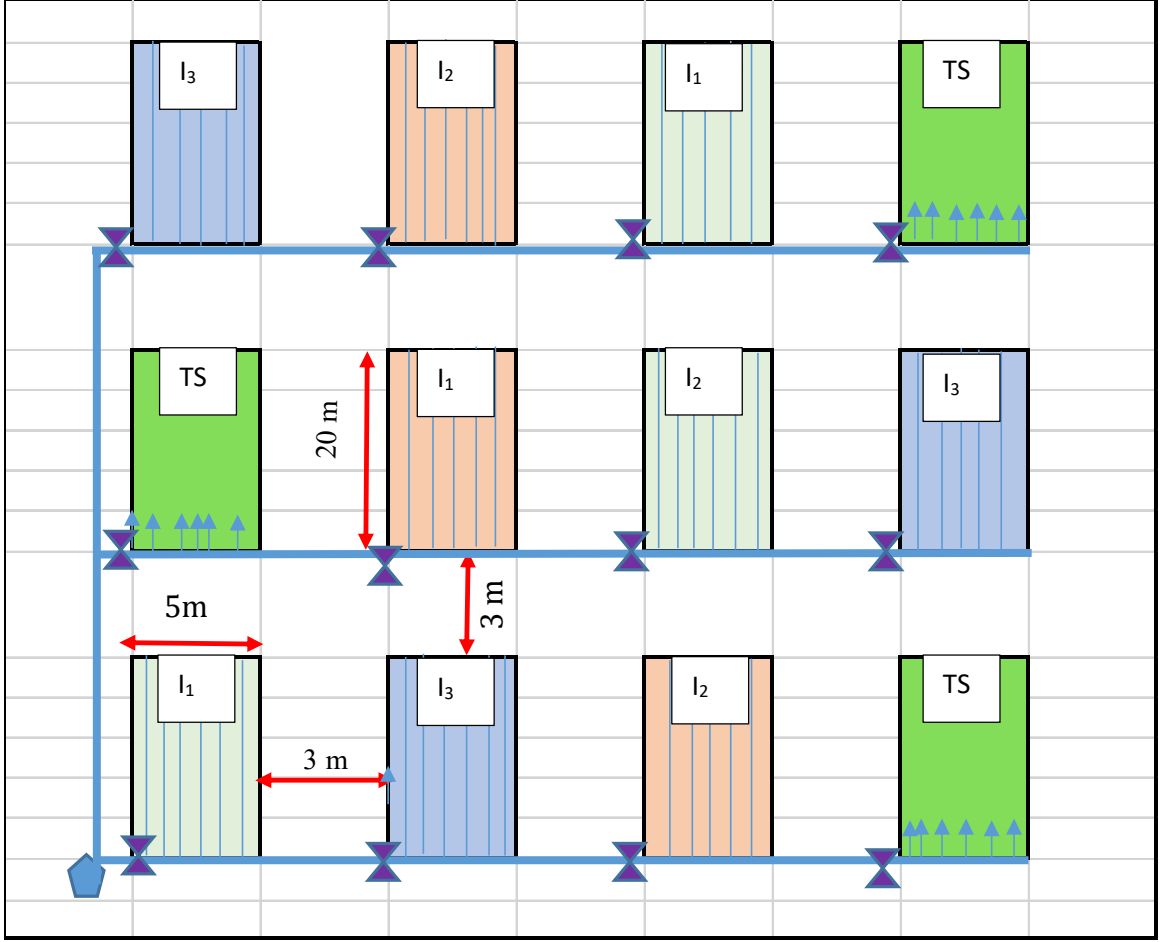
Damla sulama yönteminde A sınıfı buharlaşma kapından meydana gelen yığışimli buharlaşma miktarının üç farklı katsayısı ele alınmıştır.

I₁: Class A-pan Ep x 1.00

I₂: Class A-pan Ep x 1.25

I₃: Class A-pan Ep x 1.50

TS: Tava sulama yöntemi



Şekil 3.3 Deneme alanına ait kroki (ölçsüz)

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 açılmış ve profil tanımlaması yapılmıştır. Buna göre; derinlikler 0-25, 25-50, 50-70, 70-90, 90-105 ve 105-120 cm olarak kaydedilmiştir. Bu derinliklerden bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınarak fiziksel analizler yapılmıştır. Ayrıca; 0-25 ile 25-50 cm derinliklerden alınan bozulmuş toprak örneklerinde yetiştirilen bitkilerin gübrelenmesi için gerekli olan analizler yapılmıştır.

Toprak örneklerinde kullanılan analiz yöntemleri

- Hacim Ağırlığı- Bozulmamış toprakta silindir metodu (Tüzüner, 1990)
- Tarla Kapasitesi- Bozulmamış toprak örneklerinde Tüzüner (1990)'e göre
- Solma Noktası- Bozulmamış toprak örneklerinde Tüzüner (1990)'e göre
- Su ile doymuluk (%)- Toprak doymun hale gelinceye kadar saf su ilave edilerek (Tüzüner 1990)
- Bünye Analizi- Bouycous hidrometre yöntemiyle (Tüzüner, 1990)
- Organik Madde- Smith-Weldon metodu ile (Sağlam, 1994)

-Fosfor ve potasyum içeriği (Tüzüner, 1990)

-Elektriki İletkenlik (dS/m)- saturasyon ekstaktında elektrod yöntemiyle (Richards, 1954)

-Toprak Reaksiyonu- toprak ekstaktında pH metre ile (Richards, 1954) yapılmıştır.

3.2.2.2 Sulama suyu analiz yöntemleri

-pH- cam elektrotlu pH metre ile (Richards, 1954)

-Elektriki İletkenlik- 25 °C’de elektriksel iletkenliğin kondaktivimetre ile ölçülmesi (Richards, 1954)

-Eriyebilir katyon (Na, Ca, Mg, K) ve anyonlar (Cl, SO₄, CO₃, HCO₃), Tüzüner (1990)’in belirtmiş olduğu esaslara göre yapılmıştır.

3.2.3. Tarımsal işlemler, gözlemler ve ölçümler

3.2.3.1. Toprak hazırlığı ve ekim

Deneme alanlarının ilk yılında lazerli tesviye ile düz olması sağlanmıştır. Düzleme işleminin ardından çizel (15-20 cm) ve son olarak ta rotatil ile (5-10 cm) toprak işlenmesi yapılacaktır. İkinci yıl ekim öncesi rotatil ile toprak işleme yapılmıştır.



Şekil 3.4 Çeltik ekiminden görüntüler

Tohum yatağı hazırlığı yapıldıktan sonra, ekim dekara (m²'ye 500-600 adet) ortalama 16 kg tohum denk gelecek şekilde yapılmıştır.

Çalışmanın ilk yılında ekim, 24.05.2020 tarihinde; ikinci yıl da, 20.05.2021 yılında yapılmıştır. Damla sulama ve tava uygulamalarında ekim mibzer ile yapıldığından tohumlar ıslatılmadan ekim yapılmıştır.

3.2.3.2. Sulama suyu uygulaması

Damla ve tava sulama yöntemlerinde bitki çıkışı sağlanana kadar toprağın 30 cm'lik katmanı saturasyon noktasına yakın nem seviyesinde tutulmuştur. Çimlenme tamamlandıktan sonra konulu sulama uygulamalarına geçilmiştir.

Damla sulama yöntemi uygulanan konuların sulama suyu hesabı Kanber ve Güngör (1986)'de belirtilen esaslar göz önüne alınarak, açık su yüzeyi buharlaşması kullanılarak belirlenmiştir. Sulama konularına uygulanan sulama suyu miktarlarının belirlenmesinde deneme alanına yerleştirilen A sınıfı buharlaşma kabından yararlanılmıştır.

Bu amaçla her gün saat 09.00'da buharlaşma kabındaki su düzeyi ölçülerek, ölçülen su düzeyi değeri ile bir önceki gün ölçülen su düzeyi arasındaki fark alınarak günlük buharlaşma miktarı saptanmıştır. Su düzeyi ölçmeleri 0.01 mm duyarlılıktaki mikrometreli derinlikölçer ile sürekli aynı noktada yapılmıştır.

Su düzeyindeki alçalma miktarı 25 mm civarında olduğunda kabın üzerinde 5 cm hava payı kalacak şekilde su ilave edilmiştir. Bunun yanında her hafta kap içerisindeki su boşaltılarak kap temizlenmiştir (Doorenbos ve Pruiitt 1977, Yıldırım ve Madanoğlu 1985).

Deneme parsellerine her sulamada uygulanan sulama suyu miktarları, belirlenen yığışimli buharlaşma değerleri ile alt konulara esas olan katsayılar (1. 1.25 ve 1.5) kullanılarak aşağıdaki eşitlik yardımı ile belirlenmiştir.

$$I = A \times E_{pan} \times k_p \times P$$

I = Sulama suyu miktarı (lt)

A = Parsel alanı (m²)

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

k_p = Pan katsayısı (denemede alt konu olarak verilen k katsayıları)

P = Islatılan alan yüzdesi (%)

Çeltik bitkisine uygulanan sulama suyu miktarının hesaplanmasında parsel alanının tamamı, ıslatılacak alan (P) olarak alınmış ve tüm yetiştirme dönemi süresince sabit tutulmuştur.

Tava sulama yönteminde, çeltik bitkisi çimlenene kadar toprağın 0-30 cm'lik kısmı saturasyon noktasına yakın tutulmuştur. Çimlenme tamamlandıktan sonra bitkiyi boğmayacak şekilde tavalara su verilmiş ve bitki gelişimini tamamladıktan sonra su yüksekliği 5-10 cm de tutulmuştur. Bitkiye oksijen sağlanması için tavalardaki su haftada bir kez tamamen boşaltılmış ve oksijence zengin su ile tekrar göllendirilmiştir.

Sulamalar, haftanın üç günü; Pazartesi, Çarşamba ve Cuma günleri olarak uygulanmıştır.

3.2.3.3. Bitki su tüketimi (ET) hesaplama

Damla sulama yöntemi ile sulama yapılan tüm deneme konularında 0-25, 25-50, 50-70, 70-90 ve 90-120 cm'lik katmanlardaki nem içeriği, gravimetrik metoda göre 15 günde bir hesaplanmıştır.

Aşağıda verilen su bütçesi eşitliği ile aylık veya mevsimlik ET değerleri tespit edilmiştir (BEYCE ve MADANOĞLU, 1972).

$$\Delta W = P + I + R \pm Q \text{ eşitlikte;}$$

ΔW : İzlenen toprak derinliğinde rutubet değişimi, mm

P: Yağış, mm

I: Sulama ile torağa eklenen su miktarı, mm

R: Yüzeysel akış, mm

Q: Derine süzülme (-) veya kapılar yükselme (+)

Bitki su tüketimi hesabı damla sulama yöntemi ile sulanan konularda yapılmıştır. Damla sulama yöntemi kullanıldığı için ve damla sulama yönteminde damlatıcı debisi infiltrasyon hızından küçük bir değer seçildiği için yüzey akışa izin verilmemiştir. Bu yüzden yüzey akış (R) ihmal edilmiş ve ölçülü su verildiği için derine sızma (Q) sıfır sayılmıştır.

3.2.3.4. Su kullanım randımanları ve su üretkenliği

Su kullanım randımanı ve su uygulama randımanı yüzeyüstü ve yüzeyaltı damla sulama yöntemlerinin uygulandığı konularda aşağıdaki eşitliklerle hesaplanacaktır (Kanber, 1999).

$$WUE = E_y / ET$$

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 üretkenliği, Çakır (2020)'in belirtmiş olduğu yaklaşımlarla tespit edilmiştir.

$$WP_I = Y / I$$

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

WP₁: 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

Gübreleme toprak analiz sonuçlarına göre yapılmıştır. Ekimden önce 50 kg da⁻¹ Kükürt tüm tarla yüzeyine serpilip 15-20 cm derinliğinde toprağa karıştırılmıştır. Yine ekimden önce 5 kg da⁻¹ Çinko Sülfat (ZnSO₄.7H₂O) yüzeye serildikten sonra bekletilmeden 15-20 cm derinliğinde toprağa karıştırılmıştır. Ekim sırasında 20 kg da⁻¹ Amonyum Sülfat (%21 N) ve 20 kg da⁻¹ Potasyum Sülfat (% 48-52 K₂O) serpmeye olarak. 22 kg da⁻¹ DAP (Diamonyum Fosfat %18 N / 46 P₂O₅) mibzerle banda verilmiştir.

Üst gübrenin birinci kısmı kardeşlenme başlangıcında 34 kg da⁻¹ Amonyum Sülfat (%21 N) olarak, ikinci kısmı ise ekimden 55-60 gün sonra salkım oluşum evresi başlangıcında 34 kg da⁻¹ Amonyum Sülfat (%21 N) serpmeye olarak verilmiştir. Başaklanma döneminin ortasında 9.6 kg da⁻¹ (%21 N) (2kg saf N) toprağa serpmeye şeklinde verilmiştir.

Yaprak Gübrelmesi: İçeriğinde çinko bulunan kombine yaprak gübreleri ile gübreleme bayrak yaprağın açılması döneminde 100 litre suya 150 gr dozu ile pülvarizatör ile uygulanmıştır.

Çizelge 3.5 Uygulanan gübreler ve uygulama tarihleri

Deneme yılı	Gübre	Uygulama tarihi
2019	ZnSO ₄ .7H ₂ O	23.05.2019
	(NH ₄) ₂ SO ₄ + K ₂ SO ₄ +DAP	24.05.2019
	(NH ₄) ₂ SO ₄	18.06.2019
	(NH ₄) ₂ SO ₄	07.08.2019
	Yaprak gübresi (15-15-15+ZnSO ₄)	20.08.2019
2020	ZnSO ₄ .7H ₂ O	18.05.2020
	(NH ₄) ₂ SO ₄ + K ₂ SO ₄ +DAP	20.05.2020
	(NH ₄) ₂ SO ₄	26.06.2020
	(NH ₄) ₂ SO ₄	14.08.2020
	Yaprak gübresi (15-15-15+ZnSO ₄)	25.08.2020

3.2.3.6. Zirai mücadele

Çeltik bitkisi yetiştiriciliğinde, damla sulama yöntemi ile su uygulanmasında en önemli sorunlarda biri yabancı ot kontrolüdür.

Çalışmada yabancı ot kontrolünün sağlanabilmesi amacıyla imi toleranslı Rekor CL çeşidi kullanılmıştır. İMİ teknolojisi, bitkilerin tarımında imidazolinone herbisitlerinin kullanımına izin veren yabancı ot kontrolü seçeneği olarak geliştirilmiştir. Imidazolinone herbisitlerinin tesir enzimi asetohidroksiasit sintaz (AHAS) inhibitörleridir. Geleneksel tohumlar imidazolinone herbisitlerine karşı daha duyarlı iken, İMİ toleranslı hibritler bu herbisite dayanıklı bir şekilde hayatta kalabilecek şekilde modifiye edilmiştir. 40g L⁻¹ imazamox etken maddeli herbisit, 125 ml da⁻¹ dozunda uygulanmıştır. İmazamox, darıcan (*Echinochloa crus-galli*), baraj otu (*Diplachne fusca*), güvercin ayağı (*Ammania coccinea*), biber otu (*Polygonum lapatifolium*) gibi yabancı otlar ile mücadelede etkilidir.

Denemede, imazamox herbisitinin yanı sıra semizotu gibi geniz yapraklı yabancı otların mücadelesinde basagran kullanılmıştır. Basagran SL formülasyonda, 250 g L⁻¹ Bentazone + 125 g L⁻¹ MCPA aktif maddelerini içeren etkili bir herbisit.

Denemenin ilk yılında iki kez imazamox uygulanmıştır. Denemenin ikinci yılında iki kez imazamox ve iki kez de basagran uygulanmış olup, ilk imazamox uygulamasını takiben aşırı yağış düşmesi ilk doz uygulamasının etkisini zayıflattığı gibi yabancı ot gelişimini arttırmıştır. Bu nedenle denemenin ikinci yılında daha fazla herbisit uygulaması yapılmıştır. Denemenin ikinci yılında dar yapraklı yabancı otlardan ziyade geniş yapraklı (*Amarantus spp.* vb.) yabancı otlar daha çok görülmüştür.

Çizelge 3.6 Herbisit uygulamaları ve tarihleri

Deneme yılı	Herbisit	Uygulama tarihi
2019	İmazamox	12.06.2019
	İmazamox	03.07.2019
2020	İmazamox	17.06.2020
	İmazamox	02.07.2020
	Basagran	15.07.2020
	Basagran	09.08.2020

Deneme alanında görülen yabancı ot türleri;

Portulaca Oleraceae (Semiz otu)
Chenopodium album (Sirken)
Amarantus palmeri (Amarantus)
Senecio vulgaris L.(Bülbül otu)
Echinochloa crus-galli L. (Darıcan)
Echinochloa oryzoides L. (Çeltiksi darıcan)
Sonchus arvensis L. (Eşek marulu)
Xanthium stromorium (Domuz pıtrağı)
Yer paskalyası



Şekil 3.5 Herbisit uygulamasından görünüm



Şekil 3.6 Yer paskalyası ve Amaranthus palmeri

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.

Saplı ağırlık: Parsellerde kenar tesiri alındıktan sonra, bitkiler toprak yüzeyinden 10 cm yükseklikten biçilerek hasat edilmiş, güneş altında kurutulduktan sonra. 0.01 g hassas terazide tartılarak bulunmuştur.

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 ölçülür ve % 14 nem içeriğine göre gerekli düzeltmeler yapılarak parsel ve dekar verimleri hesaplanır.

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

3.2.3.8. Hasat

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

3.2.4. Analiz ve değerlendirme

Deneme konularına ilişkin derlenen verilerin istatistiksel analizlerinde JUMP paket programı kullanılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılmasında LSD yöntemi uygulanmıştır. Damla sulama ve kontrol konusu (tava sulama) karşılaştırılmasında student's t-test kullanılmıştır. Su verim ilişkilerinin belirlenmesinde 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).

Araştırmada farklı sulama düzeyleri ile sulanan çeltik bitkisinin çeşitli kalite parametreleri üzerine etkisi incelenmektedir. Diğer yandan, uygulanan sulama suyu düzeylerindeki farklılıkların sonucu olarak karşımıza çıkan verim ve kazanç yönüyle değişkenliğin maliyet açısından karşılaştırması yapılarak konular itibariyle ekonomik açıdan değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar dört farklı sulama konusunda karşılaştırılarak ekonomik açıdan en avantajlı sulama konusu belirlenmiştir. Bu amaçla; her bir uygulamanın tesis ve üretim dönemindeki sabit ve değişken masraflar ile verim ve üretim değerlerine ilişkin veriler saptanmıştır. Birim maliyet, brüt marj (brüt kar), net kar ve oransal kar gibi ölçütler hesaplanarak değerlendirmeler yapılmıştır.

Sistem döşemesinin amortismanı (yıpranma) azalan bilanço yöntemine göre hesaplanmıştır. Buna göre hesaplama formülü aşağıdaki gibidir:

$$A=(D-H)/n$$

Eşitlikte A, yıllık amortisman payını; D, sistemin mal oluş değerini; H, sistemin hurda değerini; n ise ekonomik ömrünü göstermektedir. Damla sulama sisteminde hurda değeri çok küçük olduğundan dikkate alınmamaktadır (H=0). Amortisman oranı sistemin her yılki yıpranma değeri düşüldükten sonra geri kalan kıymetine tatbik edilerek hesaplanır (Cinemre ve Kılıç, 2015).

4. Bulgular ve Tartışma

4.1. İklim verileri

Deneme süresince Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü arazisinde kurulu olan meteoroloji istasyonundan alınan veriler Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de verilmiştir. Alınan verilere göre, denemenin ilk yılı olan 2019 yılında en yüksek sıcaklık değeri 39.5°C Ağustos ayında, en düşük sıcaklık değeri 8.8°C Mayıs ayında ölçülmüştür. Çeltik yetiştirme döneminde ortalama sıcaklıklar 20.5°C ile 28.6°C arasında değişmiştir. Yağışlara baktığımızda ise en fazla yağış 27.8 mm olarak Eylül ayında düşmüştür. Çeltik bitkisinin yetiştirme döneminde düşen toplam yağış miktarı ise 79.6 mm’dir.

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

Aylar	Sıcaklık		Yağış	
	Minimum	Maksimum	Ortalama	Toplam
Mayıs	8.8	35.6	20.5	3.6
Haziran	14.7	37.9	26.3	27.6
Temmuz	16.7	37.7	27.0	20.6
Ağustos	16.0	39.5	28.6	0
Eylül	11.7	35.6	23.3	27.8

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

Aylar	Sıcaklık		Yağış	
	Minimum	Maksimum	Ortalama	Toplam
Mayıs	8.5	39.7	20.7	48.6
Haziran	12.3	34.7	23.9	34.2
Temmuz	17.8	40.5	28.5	0.0
Ağustos	17.2	40.5	27.8	0.0
Eylül	15.6	36.9	25.6	0.0

Denemenin ikinci yılında en yüksek sıcaklık değeri 40.5°C ile Temmuz ve Ağustos ayında, en düşük sıcaklık değeri 8.5°C olarak Mayıs ayında ölçülmüştür. Çeltik yetiştirme döneminde ortalama sıcaklıklar 20.7°C ile 28.5°C arasında değişmiştir. Yağışlara baktığımızda ise (Çizelge 4.2) en fazla yağış 48.6 mm olarak Mayıs ayında çeltik ekimini takiben düşmüştür. Çeltik bitkisinin yetiştirme döneminde düşen toplam yağış miktarı ise 82.8 mm’dir.

2020 yılında çeltik ekimi 20.05.2020 tarihinde yapılmış olup, ekimin yapıldığı tarihte minimum ve maksimum sıcaklıklar 12 °C ve 29.5 °C iken, takip eden bir haftalık süreçte ani sıcaklık düşüşü ve ani ve fazla yağış sonucu çeltikte soğuklama zararı meydana gelmiştir.

4.2. Tarımsal İşlemler

Denemenin ilk yılında 20 Mayıs’ta toprak işlemesi yapılmış ve taban gübresi verilerek karıştırılmıştır. Akabinde parseller oluşturulmuş ve 24 Mayıs’ta çeltik ekimi 20 cm sıra aralığı ve 2 cm derinliğe mibzer ile yapılmıştır. 2019 yılında iki kez herbisit uygulaması ve yaprak gübrelemesi de dahil olmak üzere dört kez

gübreleme yapılmıştır. Konulu sulama uygulamalarına 14 Haziran'da başlanmış ve 13 Eylül'de son verilmiştir. Çeltik bitkisi 2 Ekim'de hasat edilmiştir.

Denemenin ikinci yılında, 15 Mayıs'ta toprak işlemesi yapılmış; 16 Mayıs'ta taban gübresi uygulanmış ve 20 Mayıs'ta 20 cm sıra aralığı ve 2 cm derinliğe mibzer ile ekim yapılmıştır. Özellikle tava konularında ve bazı damla sulama konularında soğuklama zararı sebebiyle çimlenme homojen olarak gerçekleşmediğinden parsellere aşılama yapılmıştır. Damla sulama yönteminde, konulu sulama uygulamalarına 2 Temmuz'da başlanmış ve 18 Eylül'de son verilmiştir. Vejetasyon süresi boyunca dört kez herbisit uygulaması ve dört kez gübre uygulaması yapılmıştır. Hasat 8 Ekim'de yapılmıştır.

2019 yılına ait çeltik bitkisi BBCH fenolojik dönem çizelgesi Çizelge 4.3'te 2020 yılına ait fenolojik dönem çizelgesi ise Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.3 Çeltik bitkisi BBCH fenolojik dönem çizelgesi (2019)

Çeltik fenolojik dönemleri		Tarih	Tohum ekiminden itibaren geçen süre
0: Çimlenme	<i>Tohum ekim tarihi</i>	24.05.2019	0
	<i>Kökçük oluşumu</i>	29.05.2019	5
1: Yaprak Gelişimi	<i>İlk çıkan yaprağın açılması</i>	4.06.2019	11
	<i>Üç yaprak çıkışı</i>	10.06.2019	17
2: Kardeşlenme	<i>İlk kardeşlenmenin görüldüğü tarih</i>	18.06.2019	25
	<i>Üçlü kardeşlenmenin meydana gelişi</i>	24.06.2019	31
3: Gövde uzaması	<i>Gövde uzamasının başlaması: Kardeşlenme düğümünün 1 cm üzerinden ilk boğumun meydana gelmesi</i>	1.07.2019	38
	<i>Gövde kardeşlenme boğumunun üzerinden en az 2 cm uzamıştır</i>	12.07.2019	49
	<i>Bayrak yaprağın ilk çıkış hali. bayrak yaprak henüz sarmal haldedir</i>	17.07.2019	54
	<i>Bayrak yaprak tamamen açılmıştır. yaprak knı görülmektedir</i>	26.07.2019	63
4: Bayrak yaprak gelişimi	<i>Bayrak yaprağın tamamen açılması</i>	27.07.2019	64
5: Başaklanma	<i>Başak kılçıklarının görülmeye başlaması</i>		
	<i>Başak başlangıcı: Başakçığın uç kısmı görülmeye başlar</i>	1.08.2019	69
	<i>Başaklanmanın yarı yarıya tamamlandığı tarih</i>	7.08.2019	75
6: Çiçeklenme. anter oluşumu	<i>Başaklanmanın tamamen gerçekleşmesi</i>	17.08.2019	85
	<i>Çiçeklenme başlangıcı Başakta ilk anterin görülmesi</i>		0
7: Dane gelişimi	<i>Tam çiçeklenme anterlerin %50 si olgun</i>		
	<i>İlk daneler nihai boyutun yarısına ulaşmıştır</i>	21.08.2019	89
	<i>Erken süt olumu</i>	22.08.2019	90
8: Olgunlaşma	<i>Süt olumun tüm bitkilerde tamamlanması</i>	1.09.2019	100
	<i>Danelerde olgunlaşmanın başlaması</i>		
9: Sararma. Hasat zamanı	<i>Tamamen olgunlaşmış dane: daneyi turnak ile çizmenin zorlaştığı zamandır</i>	10.09.2019	109
	<i>Bitkinin ölüp. danelerin tam sertliğe eriştiği hasat evresidir</i>	2.10.2019	126

Çizelge 4.4 Çeltik bitkisi BBCH fenolojik dönem çizelgesi (2020)

Çeltik fenolojik dönemleri		Tarih	Tohum ekiminden itibaren geçen süre
0: Çimlenme	<i>Tohum ekim tarihi</i>	20.05.2020	0
	<i>Kökçük oluşumu</i>	27.05.2020	7
1: Yaprak Gelişimi	<i>İlk çıkan yaprağın açılması</i>	6.06.2020	17
	<i>Üç yaprak çıkışı</i>	16.06.2020	27
2: Kardeşlenme	<i>İlk kardeşlenmenin görüldüğü tarih</i>	26.06.2020	37
	<i>Üçlü kardeşlenmenin meydana gelişi</i>	3.07.2020	44
3: Gövde uzaması	<i>Gövde uzamasının başlaması: Kardeşlenme düğümünün 1 cm üzerinden ilk boğumun meydana gelmesi</i>	10.07.2020	51
	<i>Gövde kardeşlenme boğumunun üzerinden en az 2 cm uzamıştır</i>	15.07.2020	56
	<i>Bayrak yaprağın ilk çıkış hali, bayrak yaprak henüz sarmal halindedir</i>	25.07.2020	66
	<i>Bayrak yaprak tamamen açılmıştır. Yaprak kını görülmektedir</i>	1.08.2020	73
4: Bayrak yaprak gelişimi	<i>Bayrak yaprağın tamamen açılması</i>	3.08.2020	75
	<i>Başak kılçıklarının görülmeye başlaması</i>		
5: Başaklanma	<i>Başak başlangıcı: Başakçığin uç kısmı görülmeye başlar</i>	9.08.2020	81
	<i>Başaklanmanın yarı yarıya tamamlandığı tarih</i>	14.08.2020	86
	<i>Başaklanmanın tamamen gerçekleşmesi</i>	20.08.2020	92
6: Çiçeklenme. anter oluşumu	<i>Çiçeklenme başlangıcı Başakta ilk anterin görülmesi</i>		
	<i>Tam çiçeklenme anterlerin %50 si olgun</i>		0
7: Dane gelişimi	<i>İlk daneer nihai boyutun yarısına ulaşmıştır</i>	28.08.2020	100
	<i>Erken süt olumu</i>	31.08.2020	103
	<i>Süt olumun tüm bitkilerde tamamlanması</i>	10.09.2020	113
8: Olgunlaşma	<i>Danelerde olgunlaşmanın başlaması</i>		
	<i>Tamamen olgunlaşmış dane: daneyi tırnak ile çizmenin zorlaştığı zamandır</i>	17.09.2020	120
9: Sararma. Hasat zamanı	<i>Bitkinin ölüp, danelerin tam sertliğe eriştiği hasat evresidir</i>	8.10.2020	134

Çeltik bitkisi ekimden itibaren, kökçük oluşumu, kardeşlenme başlangıcı, gövde uzamasının başlaması, bayrak yaprağın açılması, başak taslağının oluşması, başaklanma, süt olum, dane olum gibi çizelgede ayrıntılarıyla verilen kritik dönemler detaylı olarak kaydedilmiş ve ekimden itibaren hasata kadar geçen gün sayısı olarak belirlenmiştir. 2020 yılında iklimdeki ekstrem dalgalanmalar nedeniyle denemenin ilk yılına göre çimlenme süresi uzamış, bayrak yaprağın açılması evresine kadar ikinci yıl evreleri daha uzun sürmüştür. Ancak bayrak yaprağın açılması evresinden sonra çeltik bitkisi ilk yılki evreleri hemen hemen yakalamıştır. 2019 yılında vejetasyon süresi 126 gün sürerken; 2020 yılında 134 gün sürmüştür.

4.3. Uygulanan sulama suyu miktarları

Çalışmada damla ve tava sulama yöntemi ele alınmıştır. Damla sulama yöntemi ile sulama yapılan sulama uygulamalarında A sınıfı buharlaşma kabından yararlanılmıştır. Kaptan buharlaşan miktarın; 1, 1.25 ve 1.50

katları çalışmanın alt konularını oluşturmuştur (Çizelge 4.4). Damla sulama yöntemlerinin uygulandığı konularda sulamalar Pazartesi, Çarşamba ve Cuma günleri yapılmıştır.

Çeltik bitkisinin ekiminden, çimlenip yaklaşık 10 cm olana kadar 30 cm'lik toprak derinliğindeki nem sature koşullara yakın değerlerde tutulmuştur.

Deneme konuları;

I₁: Class A-pan Ep x 1.00

I₂: Class A-pan Ep x 1.25

I₃: Class A-pan Ep x 1.50

TS: Tava sulama yöntemi

Tava yöntemi ile sulama yapılan konularda, su yüksekliği 5-10 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 ilk yılında, çeltik bitkisinin ekiminden, çimlenip yaklaşık 10 cm olana kadar toprak neminin sature koşullara yakın değerlerde tutulduğu dönemde konulara toplamda 140 mm sulama suyu uygulanmıştır A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşma miktarı 873 mm (konulu uygulamalara geçildikten sonra; 3 Haziran 2019) olarak ölçülmüştür. I₁ konusuna 1012, I₂ konusuna 1230, I₃ konusuna 1448 ve geleneksel tava konusuna 2245 mm (eşit su uygulaması + konulu uygulamalar toplamı) sulama suyu uygulanmıştır. Konulu sulamalar Pazartesi, Çarşamba ve Cuma günleri olmak üzere, toplamda 44 kez yapılmıştır. Vejetasyon süresince 79.6 mm yağış kaydedilmiştir.

Geleneksel tava yöntemi ile sulama yapılan konuya 2245 mm sulama suyu uygulanmıştır.

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
		I ₁	I ₂	I ₃	TS		
2019	873	1012	1230	1448	2245	79.6	44
2020	701	701	826	1051	2110	82.8	32
Ort.	787	857	1028	1250	2178	81	38

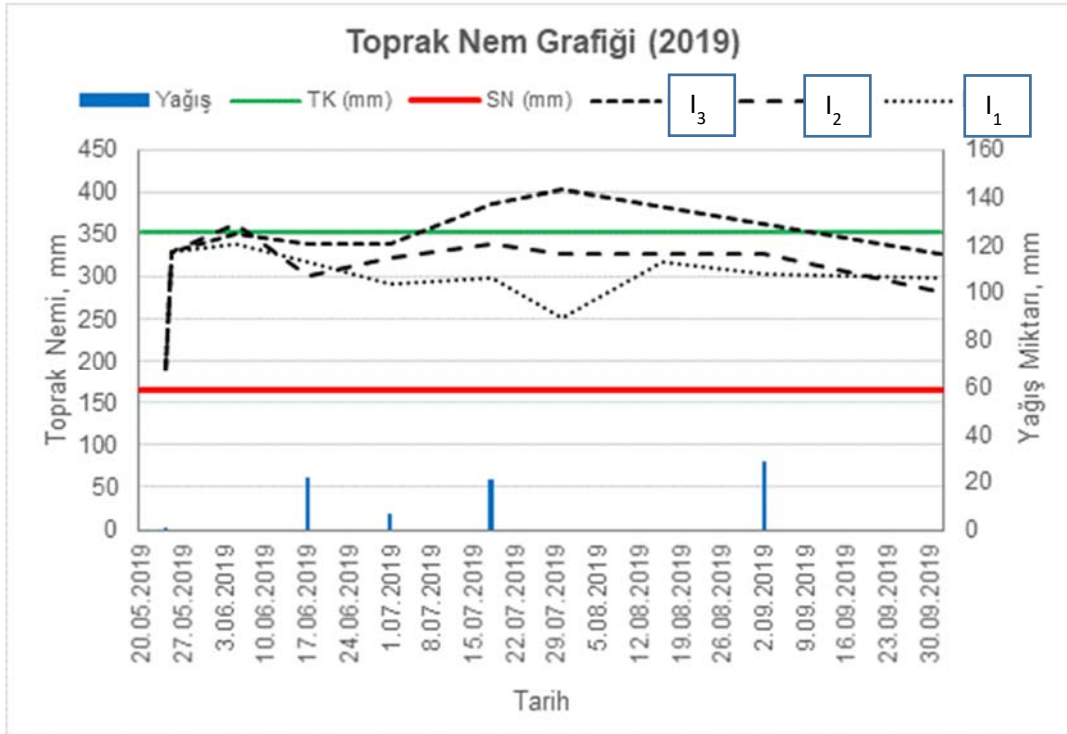
2020 yılında, çeltik bitkisinin ekiminden çimlenip yaklaşık 10 cm olana kadar sature koşullara yakın değerlerde tutulduğu dönemde konulara toplamda 200 mm sulama suyu uygulanmıştır.

2020 yılında, A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşma miktarı 701 mm (konulu uygulamalara geçildikten sonra; 3 Temmuz) olarak ölçülmüştür. 2020 yılında; I₁ konusuna 701, I₂ konusuna 826 ve I₃ konusuna 1051 mm (eşit su uygulaması + konulu uygulamalar toplamı) sulama suyu uygulanmıştır (Ek.2). İkinci yılda, toplamda 32 kez konulu sulama yapılmıştır. Geleneksel tava yöntemi ile sulama yapılan konuya 2110 mm sulama suyu uygulanmıştır (Çizelge 4.5).

İki yılı birlikte değerlendirdiğimizde, A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşmanın bir katının alındığı konulara 857 mm, 1.25 katının alındığı konulara 1028 mm ve 1.5 katının alındığı konularda 1250 mm sulama suyu uygulanmıştır. Tava sulama yöntemi ile sulama yapılan konuya 2178 mm sulama suyu uygulanmıştır. Padmaja (2014), Epan 1.0. 1.5 ve 2.0 katsayılarını uyguladığı çalışmasında 748.7 ile 1224.4 mm arasında sulama suyu uygulamıştır. Tuna (2012), geleneksel tava yöntemlerinde su yüksekliğinin 10 cm'de tutulduğu konuya 4155 mm, su yüksekliğinin 20 cm'de tutulduğu konuya 4355 mm, damla sulama uygulamalarında Epan 1.0 konusuna 723 mm. Epan 1.5 konusuna 1084 mm ve Epan 2.0 konusuna 1446 mm sulama suyu uygulamıştır. Demirel ve ark. (2020), toprak altı damla sulama yöntemi ile sulama yapılan çeltik bitkisine 1220 mm sulama suyu uyguladıklarını bildirmiştir. Özer (2018), geleneksel tava yöntemi konusuna 1900 mm su uygulaması yaparken, damla sulama konularına 876 ile 1217 mm sulama suyu uygulamışlardır. Dunn ve ark. (2004), geleneksel sulamada 18.400 m³ ha⁻¹ su kullanırken, karık sulamada 17.200 m³ ha⁻¹, toprak altı damla sulamada ise 15.100 m³ ha⁻¹ sulama suyu kullanmışlardır. Ramulu ve ark. (2016), damla sulamada aerobik pirinçte mevsimsel su kullanımı (ETc) değerlerini 612 ile 1032 mm arasında değiştiğini tespit etmiştir. Bouman ve ark. (2002), aerobik koşullarda uygulanan su miktarının geleneksel sulamaya göre % 50 den daha az (yalnızca 470-650 mm) olduğunu bildirmiştir.

4.4. Toprak su içeriği

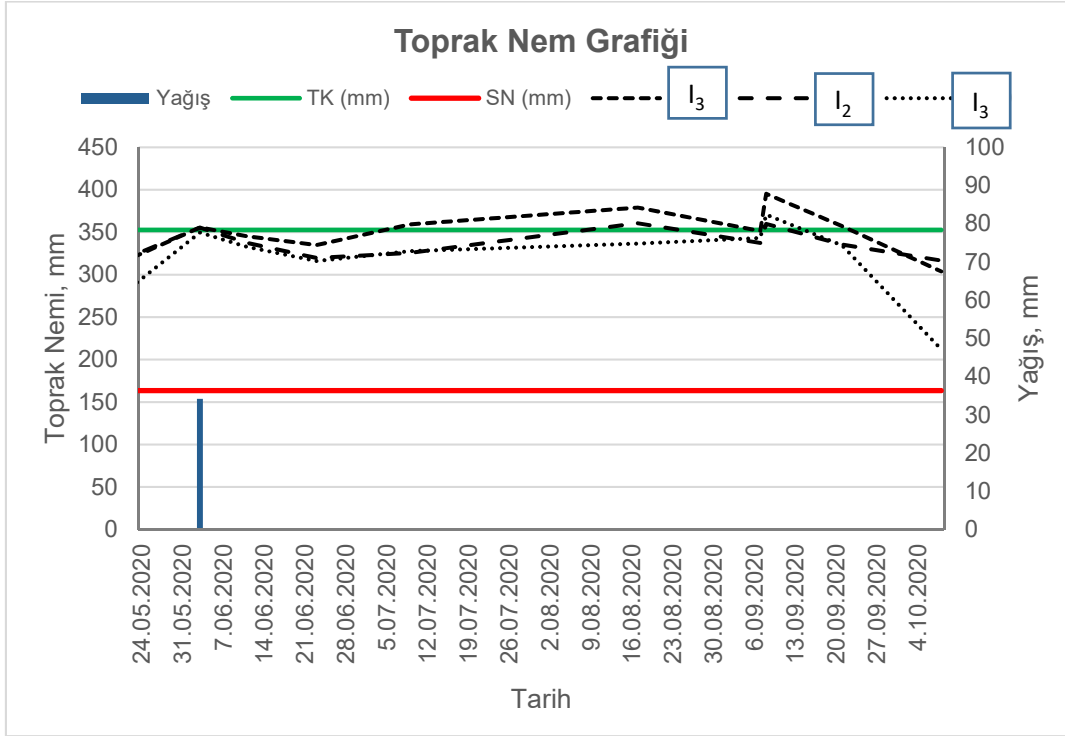
Deneme konularında toprak nemini belirlemek amacıyla; 0-25, 25-50, 50-70, 70-90 ve 90-120 cm derinliklerden gravimetrik örneklemeyle ölçülmüştür. 2019 yılı toprak su içeriğinin zamana göre değişimi Şekil 4.1'de, 2020 yılı toprak su içeriğinin zamana göre dağılımı Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.1 2019 yılı zamana göre toprak nem içeriği (90 cm)

Toprak nemi, çeltik bitkisinin ekiminden, çimlenip yaklaşık 10 cm olana kadar satire koşullara yakın değerlerde tutulmuştur (30 cm). Konulu sulamalara başlandığı 03.06.2019 ve 03.07.2020 tarihlerinden itibaren

konulara uygulanan sulama suyu miktarlarına bağlı olarak toprak su içeriği değerleri farklılıklar göstermiştir. 2019 yılında temmuz başı ağustos ortalarına kadar I₃ konusu TK'nin üstünde seyrederken I₁ konusunda nem düşük seyretmiştir. 2020 yılına bakıldığında yine I₃ konusu TK'nin üstünde seyir ederken I₁ konusu daha düşük nem seviyesinde kalmıştır. Her iki yılda da hasada doğru sulamalar da kesildiği için toprak nemi hızla düşüş göstermiştir.



Şekil 4.2 2020 yılı zamana göre toprak nem içeriği (90 cm)

4.5. Damla sulama uygulanan parsellerde bitki su tüketimi değerleri

Bitki su tüketiminin hesaplanmasında su bütçesi eşitliği kullanılmıştır. Araştırmanın ilk yılında çeltik bitkisinin ekimden hasada kadar 2019 yılı aylık ve mevsimlik bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Ekimden hasada kadar geçen dönem için toplam 79.6 mm yağış düşmüştür. Bitki su tüketimi değerleri sulama konularına göre 978 mm ile 1286 mm arasında değişmiştir. En yüksek bitki su tüketimi temmuz, ağustos ve eylül aylarında gerçekleşmiştir. En düşük bitki su tüketimi I₁ sulama konusunda 978 mm, en yüksek bitki su tüketimi I₃ sulama konusunda 1286 mm elde edilmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça su tüketim değerleri artmıştır.

Çizelge 4.6 Çeltik bitkisinde damla sulama konularının aylık ve mevsimlik su tüketimi değerleri (2019)

Konular	Mayıs*	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim**	Mevsimlik
I ₁	75	170	225	259	208	41	978
I ₂	89	176	269	310	328	32	1204
I ₃	94	175	270	321	391	35	1286

*Mayıs 7 gün **Ekim 2gün

Araştırmanın ikinci yılında çeltik bitkisinin ekinde hasada kadar aylık bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4.7'de verilmiştir. Ekimden hasada kadar geçen dönem için toplam 82.8 mm yağış düşmüştür. Bitki su tüketimi değerleri sulama konularına göre 1029 mm ile 1258 mm arasında değişmiştir. En düşük bitki su tüketimi I₁ sulama

konusunda 1029 mm, en yüksek bitki su tüketimi I₃ sulama konusunda 1258 mm olarak elde edilmiştir. İkinci yılda da uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça su tüketim değerleri artmıştır.

Çizelge 4.7 Çeltik bitkisinde damla sulama konularının aylık ve mevsimlik su tüketimi değerleri (2020)

Konular	Mayıs*	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim**	Mevsimlik
I ₁	80	165	226	256	225	77	1029
I ₂	92	172	259	305	259	57	1144
I ₃	95	169	265	318	352	59	1258

*Mayıs 11 gün **Ekim 8 gün

Ülkemizde çeltiğin bitki su tüketiminin çeşitli bölgelerdeki iklime göre 810-1625 mm arasında değiştiği tahmin edilmektedir (Özgenç ve Erdoğan 1988).

4.6. Çeltik verimi

Her tekrarlamaadaki 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.

İki yıl süren arazi çalışmalarından elde edilen verim değerleriyle yapılan birleştirilmiş varyans analiz sonuçlarının değerlendirilmesinden yılların farklı etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle 2019 ve 2020 yıllarında elde edilen verimler ayrı olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmadan elde edilen bulgulara göre, çeltik bitkisinin farklı sulama yöntemleri ile sulanması ve farklı sulama suyu miktarlarının uygulanması sonucunda verim değerlerinde önemli farklar meydana gelmiştir.

Tava sulama yöntemi ile damla sulama yöntemi arasında fark ortaya çıkarken, damla sulama konularında en yüksek verim her iki yılda da I₃ konusunda elde edilmiştir.

Damla sulama yöntemi ile sulama yapılan konularda A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen yığılımlı buharlaşma miktarının 1.50 katının (I₃) alındığı konu sulamalarında en yüksek verim elde edilmiştir. Denemenin ilk yılında (2019) geleneksel tava yöntemi ile sulama yapılan konudan 1230 kg da⁻¹ verim elde edilirken, damla sulama yöntemiyle sulama yapılan konularda en yüksek verim 1039 kg da⁻¹ ile I₃ konusundan elde edilmiştir. En düşük verimler 784 kg da⁻¹ ile I₁ ve 907 kg da⁻¹ ile I₂ konularında elde edilmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8 Deneme konularına ait verim değerleri (kg da⁻¹)

Konular	Yıllar		Ortalama
	2019	2020	
I ₁	785d	659d	722d
I ₂	907c	672c	790c
I ₃	1039b	960b	1000b
TS	1230a	1134a	1182a

Çizelge 4.9 Verime ilişkin değerler ve LSD gruplandırması

Sulama konuları ve istatistiksel analiz	Verim (kg da ⁻¹)
---	------------------------------

	2019	2020	Ortalama
I ₁	785d	659d	722d
I ₂	907c	672c	790c
I ₃	1039b	960b	1000b
TS	1230a	1134a	1182a
LSD(0.05)	70.47	79.3	74.9
P(Olasılık)	<.0001**	<.0001**	<.0001**
CV(%)	2.65	2.48	2.57

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

Yapılan istatistiksel değerlendirmede (Çizelge 4.9), konular arasındaki fark 0.01 güven aralığında önemli bulunmuş ve en fazla verim tava sulamadan elde edilirken; ikinci sırada I₃ konusu yer almıştır.

Denemenin ikinci yıl (2020) sonuçlarına göre; geleneksel tava yöntemi ile sulama yapılan konudan 1134 kg da⁻¹ verim elde edilirken, damla sulama yöntemiyle sulama yapılan konularda en yüksek verim 960 kg da⁻¹ ile I₃ konusundan alınmıştır. En düşük verim 659 kg da⁻¹ ile I₁ konularında tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

2020 yılında çeltik bitkisinin çimlenme dönemine denk gelen ısı düşüşleri, bitkide soğuk zararının oluşmasına sebep olmuştur. Soğuklama zararı ve sonrası yabancı otların çeltikten daha hızlı gelişmesi tüm konularda 2019 yılı ile kıyaslandığında %5-10 arasında verim kaybına neden olmakla beraber bayrak yaprak çıkarma evresiyle birlikte 2019 yılını dönemselsel olarak yakalamıştır.

Özer (2018) tarafından yürütülen çalışmalarda, damla sulama yöntemi ile sulama yapılan konudan 6.39 t ha⁻¹, tava sulama yöntemi ile sulama yapılan konudan 7.95 t ha⁻¹ verim elde etmişlerdir. Tuna (2012), tarafından yapılan çalışmada tava sulama yöntemi ile sulama yapılan konudan 8.14 t ha⁻¹, damla sulama yöntemi ile sulama yapılan konudan 7.11 t ha⁻¹ (Epan 1.50) verim elde edilmiştir. Yine Edirne ilinde Demirel ve ark. (2020), tarafından yürütülen çalışmada göllendirme yönteminden 664 kg da⁻¹, göllendirme + su bariyeri konusundan 745 kg da⁻¹. toprak altı damla sulama yöntemi konusundan 321 kg da⁻¹ ve toprakaltı damla + su bariyeri uygulaması konusundan 365 kg da⁻¹ verim elde edildiğini belirtmektedir. Natarajan ve ark. (2020), aerobik koşullarda üç farklı Epan katsayını uyguladıkları çalışmalarında en yüksek verimi 5.69 kg da⁻¹ olarak Epan 1.5'ten elde etmişlerdir. Parthasarathi ve ark. (2018), yüzeyaltı damla yöntemi ile 5389 kg ha⁻¹ verim elde ederken; kontrol konusundan 4181 kg ha⁻¹ verim elde etmiş ve damla sulama konusunun daha ekonomik olduğu vurgulamışlardır. Borojeni ve Salehi (2013), İran'da farklı sulama gün aralıklarının etkisini araştırdıkları çalışmada çeltik verim değerlerini 5656 kg ha⁻¹ ile 3421 kg ha⁻¹ arasında belirlemişlerdir. Kato ve Katsura, aerobik koşullarda 9 t ha⁻¹'dan fazla verim elde etmişlerdir. Sarkar ve ark. (2018), en yüksek verimi; Epan 0.8 konusundan aldıklarını (3.1 t ha⁻¹) bildirmiştir. Dunn ve ark. (2004), yüzeyaltı damla sulama yöntemi uygulaması sonucu 8.3 t ha⁻¹ verim elde etmişlerdir ve söz konusu verim, tava sulama yöntemine kıyasla %35 oranında daha düşüktür.

Çeltik bitkisinin sulama sezonunun tamamında su altında veya doymuş koşullarda yetişebilen tek bitkidir. Dolayısıyla çeltik yetiştiriciliğinde su kısıtı verim azalışlarına neden olmaktadır. Yürütülen birçok çalışmada olduğu gibi (Bayrak. 1986; Dabney ve Hoff. 1989; Muirhead ve ark.. 1989; McCauley. 1990; Sürek ve ark.. 1996; Beşer. 1997; Çakır ve ark., 1998; Dunn ve ark., 2004; Tuna, 2012; Khari ve ark., 2015; Özer, 2018; Demirel ve ark., 2020), uygulanan su kısıtı arttıkça verimde de azalmalar meydana gelmiştir. Buna karşın Bansal ve ark.

(2018), Rao ve ark. (2017) ile Sharda ve ark. (2017) geleneksel tava yöntemine kıyasla damla sulama yöntemi uygulamalarında daha yüksek verim elde etmişlerdir.

Yapılan istatistiksel değerlendirmede (Çizelge 4.9), sulama katsayıları arasında fark %99 güvenle önemli olarak belirlenmiştir. LSD sınıflamasında I₃ konusu (Epan katsayısı 1.50) öne çıkmıştır. A-sınıfı buharlaşma kabına dayalı sulama yapılan araştırmalarda. Edirne ilinde en yüksek verim Epan 1.50 (Tuna, 2012); Hindistan'da: Epan 1.5 (Natarajan ve ark., 2020). Epan 0.8 (Sarkar ve Ark., 2018). Epan 1.50 (Ramulu ve ark., 2016) ve Epan 1.50 (Padmaja, 2014); Güney Asya'da Epan 1.50 (Sharda ve ark., 2017); 1 gün aralıkla kümülatif pan buharlaşmasının %20'sinin uygulanması (Sing ve ark., 2018); katsayılarının uygulandığı konularda en yüksek verim elde edilmiştir.

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

Konulara göre, damla sulama yöntemi ile sulanan konular için, su kullanım (WUE) randımanı ile sulama suyu ve yağış toplamı (WP_(I+P)) ile ya da sulama suyu bazlı (WP_I) su üretkenliği değerleri Çizelge 4.10'te verilmiştir.

Farklı uygulama koşullarında, verilen mevsimlik sulama suyu (I) veya sulama suyu+yağış (P+I) toplamı bazında hesaplanan su üretkenliği değerleri (Çakır, 2020) belirtmiş olduğu yaklaşımlarla belirlenmiştir.

Çizelge 4.10 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)		
Damla	I ₁	1089	1012	978	0.72	0.77	0.80	984	701	1029	0.67	0.73	0.64
	I ₂	1307	1230	1204	0.69	0.74	0.75	1109	826	1144	0.61	0.65	0.59
	I ₃	1525	1448	1286	0.68	0.72	0.81	1335	1051	1258	0.72	0.77	0.76
	TS	2322	2245		0.53	0.55			2110		0.52	0.54	

Çizelge 4.10'da yer alan veriler irdelendiğinde. 2019 yılında damla sulama yöntemi ile sulama yapılan konularda WUE değerleri 0.75 ile 0.81 kg da mm arasında değişmiş olup değerler birbirine çok yakındır. 2020 yılında WUE değerleri 0.64 ile 0.76 kg da mm arasında değişmiş olup en yüksek değer I₃ konusunda bulunmuştur.

Farklı sulama uygulamalarının ortaya konması açısından önemli bir parametre olan su üretkenliği değerleri. damla sulama konularında 2019 yılında 0.75 ile 0.81 kg da mm arasında iken geleneksel tava yönteminde 0.53 (W_(I+P))-0.55 (W_I) gibi damla sulamaya oranla oldukça düşük değerdedir.

2020 yılında, damla sulama yöntemlerinde IWUE değeri 0.61 ile 0.72 kg da mm arasında değişirken, geleneksel tava yönteminde değer 0.52 (W_(I+P)) ile 0.54 (W_I) kg da mm olarak belirlenmiştir.

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. Demirel ve ark. (2020), göllendirme yöntemi ile sulama yapılan konuda IWUE değerini

0.27. göllendirme + su bariyeri uygulanması durumunda 0.40, toprakaltı damla sulama uygulaması sonucu IWUE değerini 0.26 kg m⁻³ olarak belirlemiştir. Özer (2018), damla sulama yöntemi ile su uygulaması yapılan konuda IWUE değerini 0.53. tava sulama yönteminde 0.42 kg da mm; Beşer ve ark. (2016) tava sulama konusunda WUE değerini 0.444 kg m⁻³. damla sulama konusunda 0.885 kg m⁻³ olarak bulmuşlardır. Natarajan ve ark. (2020). WUE değerlerinin sırasıyla Epan 1.0 için 6.73 kg ha mm, 1.25 için 6.98 ve 1.50 için 7.37 kg ha mm; Sharda ve ark. (2017), damla sulama yöntemi ile sulama yapılan konularda su kullanım etkinliği (0.81-0.88 kg m⁻³), tava sulama yapılan konulara (0.42-0.2 kg m⁻³) göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Padmaja ve Reddy (2018)'ye göre su kullanımı etkinliği, pan buharlaşmasının %100'den %200'e su miktarı arttıkça kademeli olarak azalmıştır. Ramulu ve ark.. (2016) benzer şekilde Epan 1, 1.5 ve 2.0 için ortalama su verimi değerlerinin 0.35 ile 0.49 kg m⁻³ arasında değiştiğini bildirmiştir.

Araştırma yıllarında konulara göre oransal verim azalışı ve sulama suyu tasarrufu değerleri Çizelge 4.11 ve 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.11 2019 yılı deneme konuları oransal verim azalışı ve sulama suyu tasarrufu

Konu	Sulama Suyu		Verim	
	Miktar (mm)	Oransal Tasarruf (%)	Verim (kg/da)	Oransal Azalış (%)
TS	2246	-	1230	-
I ₃	1449	35	1039	16
I ₂	1231	45	907	26
I ₁	1013	55	784	36

Denemenin ilk yılında, damla sulama konularında elde edilen verim değerleri, tava yönteminden elde edilen verim değerleri ile kıyaslandığında; Epan x 1.50 konularında % 16, Epan x 1.25 konularında %26 ve Epan x 1.00 konularında %36 verim kaybı meydana gelmiştir. Buna karşın. A-pan Ep x 1.50 konularında % 35, A-pan Ep x 1.25 konularında %45 ve A-pan Ep x 1.00 konularında %55 su tasarrufu sağlamıştır.

Çizelge 4.12 2020 yılı deneme konuları oransal verim azalışı ve sulama suyu tasarrufu

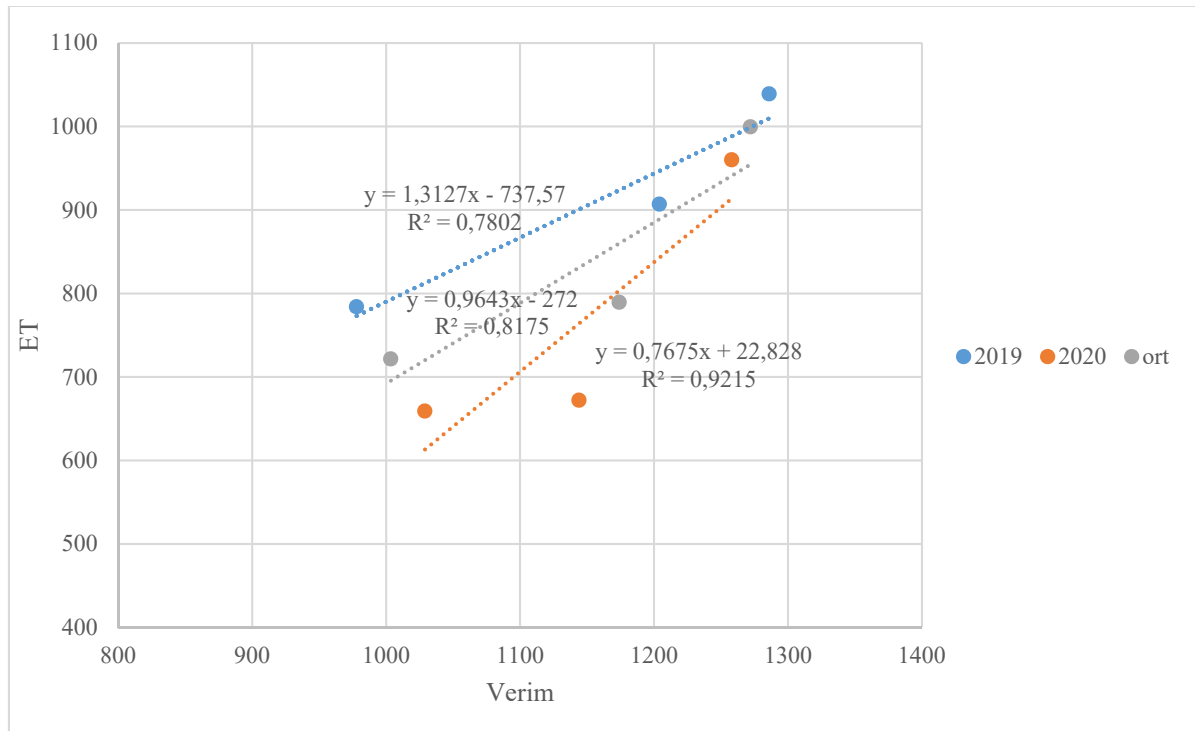
Konu	Sulama Suyu		Verim	
	Miktar (mm)	Oransal Tasarruf (%)	Verim (kg/da)	Oransal Azalış (%)
TS	2193	-	1134	-
I ₃	1335	39	960	15
I ₂	1109	49	672	41
I ₁	984	55	659	42

Denemenin ikinci yılında, damla sulama konularında elde edilen verim değerleri TS yönteminden elde edilen verim değerleri ile kıyaslandığında, I₃ konularında %15, I₂ konularında %41 ve I₁ konularında %42 verim kaybı meydana gelmiştir. Buna karşın; I₃ konularında %39, I₂ konularında %49 ve I₁ konularında %55 su tasarrufu sağlamıştır (Çizelge 4.12). Özer (2018), damla sulama uygulamasında %36 ile 54 su tasarrufuna karşın, %20 ile 51 verim azalışı; Tuna (2012) damla sulama uygulamasında Epan 1; 1.5; 2.2 için sırasıyla %83. 74 ve 65 su tasarrufuna karşın, %25, 11 ve 22 (GS10cm'ye karşın) verim azalışları; Beşer ve ark. (2016) %56 su tasarrufuna

karşın %10 verim kaybı bildirmişlerdir. Ottis ve ark. (2006) toprak altı damla sulama sisteminin su kullanımının %80 düşürdüğünü. Parthasarathi ve ark. (2018), yüzeyaltı damla sulama sisteminin %27 tasarruf; Sharda ve ark.. (2017) damla sulama yönteminde % 40'tan fazla su tasarruf sağlandığını bildirmişlerdir. Castaneda ve ark. (2002) göre, aerobik koşullarda çeltik yetiştiriciliğinde %52 ile %39 su tasarrufuna karşın, %14 ile %40 verim kayıpları meydana gelmiştir.

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

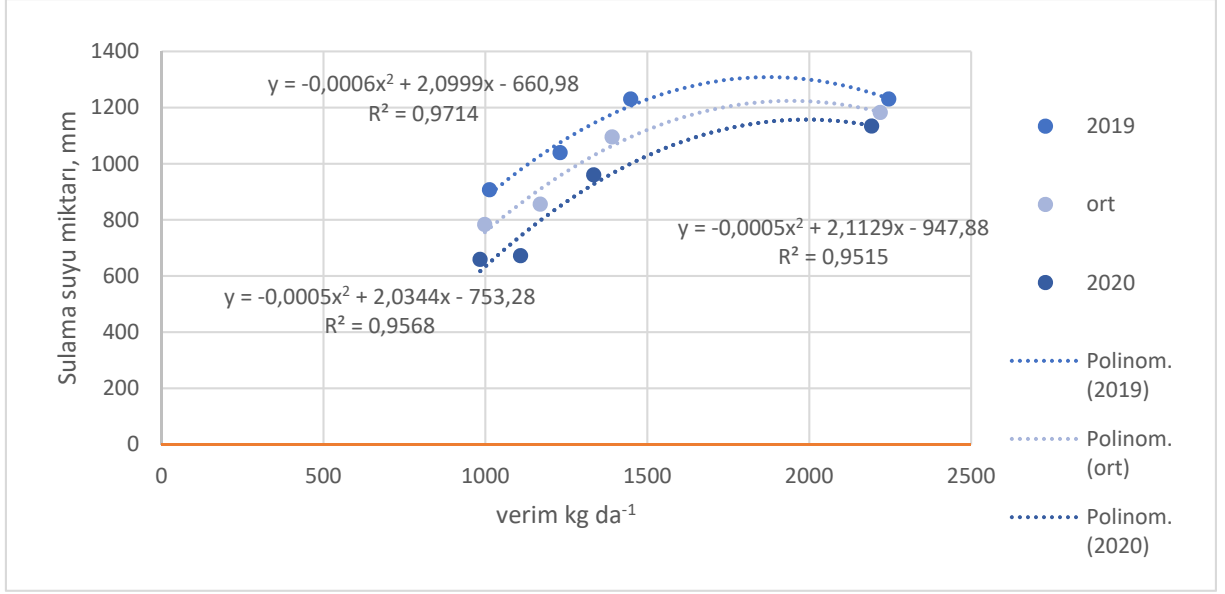
Deneme yıllarında sulama konularında belirlenen bitki su tüketimi (ET) ile verim (Y) arasındaki ilişkiler Şekil 4.3'de verilmiştir. Anılan şekilleri incelediğimizde bitki su tüketimi ile verim arasında doğrusal önemli ilişkiler belirlenmiştir. Araştırmanın ilk yılında $R^2= 0.78^*$ ve istatistiksel olarak $P=0.0001^*$ ($P < 0.01$) önemli, ikinci yılında ise $R^2= 0.92^*$ ve istatistiksel olarak $P=0.0008^{**}$ ($P < 0.01$) önemli. iki yılın ortalaması $R^2=0.78^*$ ve istatistiksel olarak $P=0.0001^{**}$ ($P < 0.01$) önemli ilişkiler belirlenmiştir (Ek13).



Şekil 4.3 Damla sulama koşullarında bitki su tüketimi verim ilişkisi

4.9. Sulama suyu-verim ilişkisi (Y)

Deneme yıllarında sulama konularında belirlenen sulama suyu ile verim (Y) arasındaki ilişkiler Şekil 4.4'te verilmiştir. Anılan şekli incelediğimizde sulama suyu ile verim arasında ikinci dereceden ilişkiler belirlenmiştir. Araştırmanın ilk yılında $R^2= 0.97^{**}$ ve istatistiksel olarak $P=0.0001^{**}$ ($P < 0.01$) önemli; ikinci yılında ise $R^2= 0.95^{**}$ ve istatistiksel olarak $P=0.0004^{**}$ ($P < 0.01$) önemli iki yılın ortalaması $R^2= 0.95^{**}$ ve istatistiksel olarak $P=0.0001^{**}$ ($P < 0.01$) önemli ilişkiler belirlenmiştir (Ek14).



Şekil 4.4 Sulama suyu verim ilişkisi

4.10. Bitki boyu

Hasat olgunluğuna gelen bitkilerden 10 adet bitki seçilmiş ve bitkilerin toprak seviyesi ile salkımın en uç başakçığı arasında kalan mesafe ölçülmüştür (Resim 4.1). Konu ve yıl düzeyinde elde edilen değerler Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13 Deneme konularına ait bitki boyu (cm)

Konular	Tekrarlar		Ortalama
	2019	2020	
I ₁	70b	67d	68.5d
I ₂	71ab	68c	69.5c
I ₃	74ab	71b	72.5b
TS	78a	75a	76.5a

Çizelge.4.14 Bitki boylarına ilişkin değerler ve LSD gruplandırması

Sulama konuları ve istatistiksel analiz	Bitki boyu (cm)		
	2019	2020	Ortalama
I ₁	70b	67c	68.5d
I ₂	71ab	68c	69.5c
I ₃	74ab	71b	72.5b
TS	78a	75a	76.5a
LSD(0.05)	2.44	2.44	2.17
P(Olasılık)	0.1342	<.0001**	0.5904
CV(%)	0.05	0.059	0.06

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

Çizelgede yer alan veriler incelendiğinde, 2019 yılında tava sulama yöntemi ile sulama yapılan parsellerde ölçülen ortalama bitki boyları 78 cm, damla sulama yöntemi ile sulama yapılan konularda 70 ile 74 cm arasında ölçülmüştür. İkinci yılda tava sulama yöntemi ile sulama yapılan konularda bitki boyu 75 cm, damla sulama

yönteminde 67 ile 71 cm arasında bulunmuştur. Damla sulama yöntemlerinde en uzun bitki boyu 2019 yılında I₃ konusunda (74 cm), 2020 yılında da yine I₃ konusunda (71 cm) belirlenmiştir.

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 4.14), 2019 yılında konular arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmazken, 2020 yılında 0.05 güvenle önemli farklar bulunmuştur. Çizelge incelendiğinde en yüksek bitki boyu tava sulama konusunda belirlenirken bunu sırasıyla I₃, I₂ ve I₁ konuları izlemiştir.

Demirel ve ark. (2020), göllendirme yönteminde bitki boyunu 45.7 cm, toprakaltı damla sulama yönteminde 43.4 cm; Beşer ve ark. (2016), tava konusunda 99.53 cm, damla sulama konuları arasında en uygun lateral aralığı olarak belirlenen konuda 82.10 cm; Özer (2018), damla sulama uygulamasında 76.2 cm, tava sulamada 84.9 cm; Tuna (2012), tava sulamada 110 cm, damla sulama uygulamasında (Epan 1.5) 90 cm olarak belirlemiştir. 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) ölçüldüğünü; Rao ve ark. (2017), 20 cm damlatıcı aralıklı damla sulama ile SRI yönteminde en yüksek bitki boyunu ölçtüklerini; Borojeni ve Salehi (2013), farklı sulama uygulamalarında bitki boylarını 90.5 cm ile 69.9 cm arasında değiştiğini bildirmiştir.

4.11. Verim bileşenleri

Deneme konularında verimde olduğu gibi verim bileşenlerinde de (bitki sayısı, saplı ağırlık, 1000 dane ağırlığı, salkım dane sayısı, salkım uzunluğu, kırıklı randıman, kırksız randıman, hasat indeksi) yapılan birleştirilmiş varyans analiz sonuçlarının değerlendirilmiştir.

4.11.1. M²'de salkım sayısı

Deneme alanındaki her parselden, olgunlaşma döneminde tesadüfen seçilen 0.25 m²'lik alanda 4 tekrarlamalı olarak fertil salkımlar sayılmış ve ölçüm değerlerinin ortalaması alınmıştır.

Belirlenen m²'deki salkım sayısı konular ve araştırma yılları bazında Çizelge 4.15 verilmiştir. Değerlere ilişkin varyans analiz sonuçları ve LSD sınıflamaları da Çizelge 4.16'da gösterilmiştir.

Denemenin ilk yılında tava sulama yöntemi ile sulama yapılan konuda belirlenen salkım sayısı 424 adet, damla sulama konularında 380 ile 408 adet arasında tespit edilmiştir. Denemenin ikinci yılında tava sulama konusunda belirlenen m²'deki salkım sayısı 569 adet, damla sulama konularında ise 471 ile 529 adet arasında değişmiştir.

Çizelge 4.15 Deneme konularına ait m²'de salkım sayısı (adet)

Konular	Tekrarlar		Ort
	2019	2020	
I ₁	380	471	425
I ₂	388	465	426
I ₃	408	529	468
TS	424	569	496

Varyans analiz sonuçlarına göre, her iki yılda da tava sulama konusu 0.01 güvenle istatistiki olarak öne çıkmaktadır. LSD testine göre gruplandırmalar ise; tava sulama ilk sırada yer alırken bunu I₃, I₂ ve I₁ konusu takip etmektedir.

Çizelge 4.16 M²'de salkım sayısına ilişkin değerler ve LSD gruplandırması

Sulama konuları ve istatistiksel analiz	M ² 'de salkım sayısı (adet)		
	2019	2020	Ortalama
I ₁	380	471	425
I ₂	388	465	426
I ₃	408	529	468
TS	424	569	496
LSD(0.05)	2.44	2.44	2.17
P(Olasılık)	<.0001**	0.0241**	0.9017
CV(%)	0.017	0.027	0.09

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



Şekil 4.5 M²'de salkım sayısı belirlemeden görünüm

Yürütülen çalışmalarda, uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça m²'de salkım sayısı değerleri artmıştır (Beşer ve ark.. 1997; Dou ve ark.. 2016; Padmaja ve Reddy. 2018); Vijaykumar. 2009). Demirel ve ark.. (2020). göllendirme yönteminde 632 adet. toprakaltı damla sulama yönteminde 312 adet salkım; Tuna (2012). yüzey sulama konularında 418-448 adet. damla sulama uygulanan konularında ise 444-460 adet arasında salkım sayısı belirlemiştir.

4.11.2. Saplı ağırlık

Parsellerde kenar tesiri alındıktan sonra, bitkiler toprak yüzeyinden 10 cm yükseklikten biçilerek hasat edilmiştir. Güneş altında kurutulduktan sonra, 0.01 g hassas terazide tartılarak her parseldeki saplı ağırlık değeri bulunmuş ve tekerrürlerin ortalaması alınmıştır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Saplı ağırlık örnekleme görüntüleri

Deneme yıllarına ait saplı ağırlık değerleri ve varyans analiz değerlendirme sonuçları ile LSD sınıflandırmaları Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18’de verilmiştir

Çizelge 4.17 Deneme konularına ait saplı ağırlık değerleri (t da⁻¹)

Konular	Tekrarlar		Ort
	2019	2020	
I ₁	1.61	1.74	1.672
I ₂	1.64	1.90	1.771
I ₃	1.88	1.93	1.901
TS	2.00	2.12	2.056

Çizelgelerde yer alan verilere göre, 2019 yılında damla sulama yöntemlerinde en yüksek saplı ağırlık değeri I₃ konusundan (1.88 t da⁻¹) elde edilirken en düşük değer I₁ (1.61 t da⁻¹) konusundan elde edilmiştir. Tava sulama yöntemi uygulanan konularda elde edilen saplı ağırlık değeri 2 t da⁻¹’dır. Denemenin ikinci yılında damla sulama konularında en yüksek saplı ağırlık değeri yine I₃ konusunda (1.901 t da⁻¹), en düşük değer ise I₁ (1.672 t da⁻¹) konusundan elde edilmiştir. Tava sulama yöntemi ile sulama yapılan konudan elde edilen saplı ağırlık değeri 2.056 t da⁻¹ olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda; Özer (2018), damla sulama yöntemi ile yapılan sulamalarda Osmancık çeltik çeşidinde saplı ağırlığı 12.11 ile 14.45 t ha⁻¹. olarak belirlerken, geleneksel tava yöntemi ile sulama yapılan konularda saplı ağırlığı 16.08 t ha⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Tuna (2012), damla sulama yöntemiyle sulama yapılan Osmancık çeşidi için sağlı ağırlığı 16.95 ile 17.31 t ha⁻¹ aralığında, geleneksel tava yöntemi sulama uygulamasında 16.75 t ha⁻¹ (GS10) olarak belirlemiştir.

Çizelge 4.18 Saplı ağırlığa ilişkin değerler ve LSD gruplandırması

Sulama konuları ve istatistiksel analiz	Saplı ağırlık (t da ⁻¹)		
	2019	2020	Ortalama
I ₁	1.61c	1.74a	95
I ₂	1.64c	1.90a	97
I ₃	1.88b	1.93a	102
TS	2.00a	2.12a	106
LSD(0.05)	2.44	2.44	2.17
P(Olasılık)	<.0001**	0.23	0.62
CV(%)	0.013	0.027	0.12

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

Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda, ilk yıl (2019) konular arasında istatistiksel olarak 0.01 hata düzeyinde önemli farklar bulunmuştur. Yapılan LSD testine göre en yüksek saplı ağırlık değeri tava sulamada elde edilirken bunu sırasıyla I₃, I₂ ve I₁ konusu izlemektedir. Tava sulama ve I₃ konusu farklı gruplarla olmakla birlikte aralarındaki fark kabul edilebilir düzeydedir. Denemenin ikinci yılında ise konular arasında istatistiksel olarak önemli farklar elde edilmemiştir. Ancak yine de ilk yıllara benzer olarak bir sıralama göze çarpmaktadır. Yürütülen çalışmalarda farklı sulama yöntemleri (Özer, 2018; Tuna, 2012; Beşer, 1997), ve uygulanan farklı miktarlardaki sulama suları bazı çalışmalarda saplı ağırlık değerleri üzerinde etkili olurken (Özer, 2018) bazı çalışmalarda (Tuna, 2012) etkili olmamıştır.

4.11.3. Bin dane ağırlığı (çeltik)

Bin dane ağırlığı değerleri için her parselden dört örnekleme yapılmış ve sayımların ortalamaları alınmıştır (Resim 4.10). Elde edilen değerler Çizelge 4.19'da verilmiştir. İlk yıl damla sulama yöntemi ile sulama yapılan konularda bin dane ağırlığı değerleri 27.86 ile 31.14 g arasında bulunmuştur. Bin dane ağırlığının en yüksek olduğu konu I₃, en düşük olduğu konu ise I₁ konusudur. Tava sulama yöntemi ile sulama yapılan üç tekrarın ortalaması 31.26 g'dir. İkinci yılda Tava sulama yöntemi ile sulama yapılan konunun bin dane ağırlığı 32.47 g, damla sulama yöntemi ile sulama yapılan konuların bin dane ağırlıkları 27.52 ile 30.45 g arasında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.19 Deneme konularına ait bin dane ağırlığı (çeltik) değerleri (g)

Konular	Tekrarlar		Ort
	2019	2020	
I ₁	27.86c	27.52d	27.69
I ₂	29.53b	28.70c	29.12
I ₃	31.14a	30.45b	30.79
TS	31.26a	32.47a	31.86

Varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 4.20), 2019 ve 2020 yılında sulama konuları arasında 0.01 hata düzeyinde istatistiksel olarak önemli farklar bulunmuştur. 2019 yılında en yüksek bin dane ağırlığı değeri tava sulama konusunda elde edilirken bunu sırasıyla I₃, I₂ ve I₁ konuları izlemiştir. LSD testi sonuçlarına göre tava sulama konusu ile I₃ konusu ilk grupta (a grubu) bulunurken; I₂ konusu ikinci grupta (b grubu) ve I₁ konusu da üçüncü grupta (c grubu) yer almıştır. 2020 yılı varyans analiz sonucuna göre yine ilk yılki gibi konular arasında 0.01 hata ile istatistiksel olarak önemli farklar tespit edilmiştir. Yine en yüksek bin dane ağırlığı elde edilen tava

sulama konusu yapılan LSD testine göre birinci grupta (a grubu) yer alırken, ikinci grupta I₃ (b grubu), üçüncü grupta I₂ (c grubu) ve I₁ konusu da dördüncü grupta (d grubu) yer almıştır. Yapılan homojenlik testi sonucunda birleştirilmiş varyans analizi yapılmış ve yıllar arasında fark olmadığı tespit edilmiştir. Her iki yılda da tava sulama konusu en iyi sonucu verirken, bunu sırasıyla; I₃, I₂ ve I₁ konusu izlemiştir.

Çizelge 4.20 Bin dane ağırlığına ilişkin değerler ve LSD gruplandırması

Sulama konuları ve istatistiksel analiz	Bin dane ağırlığı (g)		Ortalama
	2019	2020	
I ₁	27.86c	27.52d	27.69
I ₂	29.53b	28.70c	29.12
I ₃	31.14a	30.45b	30.79
TS	31.26a	32.47a	31.86
LSD(0.05)	2.44	2.44	2.17
P(Olasılık)	<.0006**	<.0001**	0.994
CV(%)	0.0147	0.0093	0.07

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

Her iki yılda da damla sulama yöntemi ile sulama yapılan konularda, A-sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen yağışlı buharlaşma miktarının 1.5 katının uygulandığı konu ile tava sulama yöntemi ile sulama yapılan konular arasında fark çok düşük iken; 1 ve 1.25 katsayılarının uygulandığı yani sulama suyu miktarının azalması ile bin dane ağırlıklarında da azalmalar meydana gelmiştir. Tava sulama yöntemine kıyasla yağmurlama ve damla sulama yöntemleri ile sulama yapılan ve su kısıtı uygulanan konularda oluşan stresten dolayı 1000 dane ağırlığı değerlerinde azalma (Munihead ve ark., 1989; Dabney ve Hoff, 1989; McCauley, 1990; Beşer, 1997; Çakır ve ark., 1998b; Özer, 2018; Tuna, 2012) meydana gelmektedir.

Demirel ve ark. (2020) yaptıkları çalışmalarında, göllendirme sulama yönteminde 16.3 g, toprakaltı damla sulama yönteminde 20.3 g; Özer (2018) tava yönteminde 33.7 g, damla sulama yönteminde 30.7 ile 31.6 g; Tuna (2012) yüzey sulama uygulanan konularda 28.43-32.00 g. damla sulama uygulanan konularda ise 25.24-28.92 g; Beşer ve ark. (2016), tava sulama konusunda 30.71 g, damla sulama uygulaması yapılan konularda 30.21 ile 29.22 arasında belirlemişlerdir. Yan ve ark. (2010), tavalarda devamlı sulama ve alternatif ıslatma kuruma uygulamaları sonucunda, bin tane ağırlıklarının 23-30 gr arasında; Borojeni ve Salehi (2013), 21.1 g ile 16.5 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

4.11.4. Salkımda dane sayısı

Salkımda dane sayısı, her parselden tesadüfen seçilen 25 bitkiden alınan birer adet salkımdaki taneler sayılarak ve ortalamaları alınarak belirlenmiştir. İlk yıl tava sulama yönteminde 105 adet olarak bulunan salkımdaki dane sayısı 2020 yılında 101 adet olarak bulunmuştur. Damla sulama konularında 2019 yılında en yüksek salkımda dane sayısının bulunduğu I₃ (100 adet) konusu iken; en düşük değer I₁ konusunda (93 adet) bulunmuştur. İkinci yılda yine en yüksek değer I₃ (96 adet) konusundan, en düşük değer de I₁ (91 adet) konusundan elde edilmiştir (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21 Deneme konularına ait salkımda dane sayısı (adet)

Konular	Tekrarlar		Ort
	2019	2020	
I ₁	93	91	92

I ₂	95	90	93
I ₃	100	96	98
TS	105	101	103

Varyans analiz sonuçlarına göre, 2019 yılında konular arasında istatistiksel açıdan önemli farklar bulunmuştur ($p<0.05$). Yapılan LSD sınıflamasında tava sulama konusu birinci grupta yer alırken bunu I₃, I₂ ve I₁ konuları izlemiştir. İki yıl sonuçlarının homojen çıkması üzerine, yapılan birleştirilmiş varyans analizi sonuçlarına göre yıllar arasında fark bulunmamıştır. Her iki yılda da en yüksek salkımda dane sayısı tava sulama yönteminde elde edilirken bunu yakinen takip eden I₃ konusu olmuştur (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22 Salkımda dane sayısına ilişkin değerler ve LSD gruplandırması

Sulama konuları ve istatistiksel analiz	Salkımda dane sayısı (adet)		
	2019	2020	Ortalama
I ₁	93c	91c	92
I ₂	95c	90c	93
I ₃	100b	96b	98
TS	105a	101a	103
LSD(0.05)	2.44	2.44	2.17
P(Olasılık)	0.0042**	<.0001**	0.983
CV(%)	0.025	0.07	0.064

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

Sürekli sulama salkımında dane sayısının artışlara neden olmuştur (Beşer ve ark., 1997), Demirel ve ark., (2020), salkımda dane sayılarını göllendirme yönteminde 75 adet, toprakaltı damla sulama yönteminde 63 adet olarak belirlemiştir.

4.11.5. Salkım uzunluğu

Salkım uzunluğu değerleri Çizelge 4.28 ve değerlere ait varyans analiz sonuçları ile LSD sınıflamaları Çizelge 4.24'te verilmiştir. Salkım uzunluğu değerleri tava sulama yönteminde 2019 yılında 13.43 cm, 2020 yılında 13.23 cm olarak bulunmuş; damla sulama yöntemlerinde 2019 yılında 13.23 cm ile 12.33 cm, 2020 yılında ise 13.32 cm ile 12.20 cm aralığında belirlenmiştir.

Çizelge 4.23 Deneme konularına ait salkım uzunluğu değerleri (cm)

Konular	Tekrarlar		Ort
	2019	2020	
I ₁	12.33	12.20c	12.26
I ₂	12.47	12.40b	12.43
I ₃	13.23	13.32a	13.27
TS	13.43	13.23a	13.33

Varyans analiz sonuçlarına göre denemenin ilk yılında konular arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar bulunmazken en yüksek salkım uzunluğu 13.43 cm ile tava sulama konusundan, en düşük salkım uzunluğu değeri ise 12.33 cm değeri ile I₁ konusunda ölçülmüştür. Denemenin ikinci yılında alınan örneklerdeki salkı uzunluğu ölçümlerinin varyans analizine bakıldığında istatistiki açıdan %99 güvenle önemli farklılıklar bulunmuştur. Bu

farklılığa istinaden yapılan LSD testine göre ise 13.23 cm değeri ve 13.32 cm ölçüm değeri ile tava sulama ve I₃ konusu birinci grupta (a grubu) yer alırken; I₂ konusu ikinci grupta (b grubu) ve I₁ konusu da üçüncü grupta yer almıştır (c grubu). Yapılan birleştirilmiş varyans analizi sonucuna göre iki yıllık veriler arasında önemli fark bulunmamıştır. İlk yılda da en yüksek salkım uzunluğu değeri tava sulamada saptanırken bunu sırasıyla I₃, I₂ ve I₁ konuları izlemiştir.

Çizelge 4.24 Salkım uzunluğuna ilişkin değerler ve LSD gruplandırması

Sulama konuları ve istatistiksel analiz	Salkım uzunluğu (cm)		
	2019	2020	Ortalama
I ₁	12.33	12.20	12.26
I ₂	12.47	12.40	12.43
I ₃	13.23	13.32	13.27
TS	13.43	13.23	13.33
LSD(0.05)	2.44	2.44	2.17
P(Olasılık)	0.5303	<.0001**	0.977
CV(%)	0.063	0.061	0.05

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

Demirel ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada; göllendirme sulama yönteminde salkım uzunluğunu 17 cm, toprakaltı damla sulama yönteminde 15.6 cm; Özer (2018), damla sulama yönteminde 12.92 ile 13.87 cm, tava sulama yönteminde 15.17 cm; Tuna (2012), yüzeyüstü damla sulama konularında 13.63 ile 14.12 cm, tava sulama yönteminde 13.92 cm; Akay ve ark., (2017) salkım uzunluklarını 13.10 ile 14.52 cm arasında; Borojeni ve Salehi (2013), İran'da 16.25 ile 21.13 cm arasında bulmuştur.

4.11.6. Hasat indeksi

Hasat indeksi, tane veriminin saplı ağırlık içerisindeki oranıdır. Belirlenen tane verimleri, saplı ağırlık değerlerine bölünerek bulunan hasat indeksi değerleri Çizelge 4.25'te verilmiştir. Çizelgede yer alan verilere göre; 2019 yılında en yüksek hasat indeksi değeri tava sulama yönteminde (%61.6), en düşük hasat indeksi değeri I₁ (%48.9) konusunda belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci yılında da en yüksek hasat indeksi değeri tava sulama yönteminde (%53.62) belirlenirken; en düşük hasat indeksi değeri I₂ konusunda (%35.44) bulunmuştur.

Çizelge 4.25 Deneme konularına ait hasat indeksi değerleri (%)

Konular	Tekrarlar		Ort
	2019	2020	
I ₁	48.9	37.92	43.41
I ₂	55.16	35.44	45.30
I ₃	55.36	49.84	52.60
TS	61.6	53.62	57.61

Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda; 2019 yılında konular arasında istatistiksel açıdan %99 güven aralığında farklılar bulunmuştur, tava sulama birinci sırada yer alırken, bunu sırasıyla I₃, I₂ ve I₁ konuları izlemiştir.

Çizelge 4.26 Hasat indeksine ilişkin değerler ve LSD gruplandırması

Sulama konuları ve istatistiksel analiz	Salkım uzunluğu (cm)		
	2019	2020	Ortalama
I ₁	48.9b	37.92b	43.41c
I ₂	55.16ab	35.44b	45.30c
I ₃	55.36ab	49.84a	52.60b
TS	61.6a	53.62a	57.61a
LSD(0.05)	2.44	2.44	2.17
P(Olasılık)	0.0261**	0.0034**	0.0352*
CV(%)	0.063	0.089	0.17

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

Benzer sonuçlar 2020 yılında da bulunmuş olup, konular arasında %99 güven derecesinde önemli farklar bulunmuş ve yapılan LSD gruplamasına göre tava sulama ve I₃ konusu birinci sırada yer alırken bunları I₂ ve I₁ konusu izlemiştir.

Beşer ve ark. (2016), yaptıkları çalışmada; hasat indeksini tava sulama konusunda %43.53, damla sulama konusunda %46.12 olarak; Özer (2018), tava sulama yönteminde %49.2, damla sulama yönteminde %46.8 bulmuştur. Yan ve ark. (2010), tavalarda devamlı sulama ve alternatif ıslatma kuruma uygulamaları sonucunda hasat indeksi değerlerini %42 ile %61 arasında belirlemişlerdir. Vories ve ark. (2002), tava sulama yönteminde hasat indeksini %48.1 olarak belirlerken karık sulama yönteminde %47.8; Rao ve ark. (2017) ise %41-62 arasında belirlemişlerdir.

4.11.7. Kırıklı ve kırksız randıman

Çeltik yetiştiriciliğinde yüksek verim hedefi kadar yüksek randıman da hedeflenmektedir. Randımanı etkileyen birçok parametre vardır. Bunlar; sertifikalı tohum, iklim, gübreleme, ekim sıklığı, yanıklık, çiçeklenme döneminden sonraki yüksek hava sıcaklıkları, tane dolumu sırasında gece gündüz sıcaklıkları arasındaki farkın fazla olması, çığ düşmesi gibi etmenlerdir. Birim alandan alınan çeltik kadar, çeltiğin kurutulması ve pirince işlenmesi sonunda alınabilecek kırksız pirinç verimi de önemlidir. Çeltikten elde edilen pirinç tanelerinin sağlam olması istenmekte, pirinç ürünü içerisinde sağlam tanelerin çokluğu, onun pazar değerini arttırmaktadır. Yürüttüğümüz bu çalışmada farklı sulama yöntemlerinin ve farklı sulama suyu uygulamalarının kırıklı ve kırksız randıman değerleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Çizelge 4.27 Deneme konularına ait kırıklı randıman değerleri

Konular	Tekrarlar		Ort
	2019	2020	
I ₁	70.26	70.27	70.26
I ₂	63.46	70.03	66.74
I ₃	68.92	68.97	68.94
TS	67.81	67.83	67.82

İlk yıl, tava sulama yönteminde kırıklı randıman değeri %68, damla sulama yöntemlerinde ise %63-70 arasında bulunmuştur. Denemenin ikinci yılında tava sulama yönteminde kırıklı randıman değeri %68 damla sulama yöntemlerinde ise %69 ile %70 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.27). Sürek ve ark. (2016), imi

toleranslı çeltik ıslahı çalışmalarında, on farklı çeşidin kırıklı randımanlarının %73.2 ile %70.8 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre ilk yılda konular arasında istatistiksel açıdan önemli farklar bulunmamıştır. Denemenin ikinci yılında ise konular arasında %99 güven aralığında önemli farklar bulunmuştur ve yapılan LSD testine göre birinci grupta I₁ konusu bulunurken bunu sırasıyla I₂, I₃ ve tava sulama yöntemleri takip etmiştir (Çizelge 4.33). Özer (2018), damla, yağmurlama, AWD ve geleneksel tava sulama yöntemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında sulama yöntemleri arasında fark bulamazken; sulama düzeylerinin kırıklı randıman değerleri üzerinde etkili olduğunu tespit etmiştir. Tuna, (2012) A-sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen yığışımli buharlaşma miktarının 1, 1.5 ve 2.0 katının damla sulama yöntemi ile uygulanması sonucu, farklı sulama miktarlarının kırıklı randıman değerleri üzerinde etkisini olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.28 Kırıklı randıman değerleri ve LSD gruplandırması

Sulama konuları ve istatistiksel analiz	Kırıklı randıman (%)		
	2019	2020	Ortalama
I ₁	70.26	70.27a	70.26
I ₂	63.46	70.03a	66.74
I ₃	68.92	68.97ab	68.94
TS	67.81	67.83b	67.82
P(Olasılık)	0.5440	0.0143**	0.5374
CV(%)	0.085	0.0096	0.06

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

Kırksız randıman değerleri Çizelge 4.29'da ve değerlere ilişki varyans analiz sonuç değerleri Çizelge 4.30'da verilmiştir. Çizelgelerde yer alan verilere göre; 2019 yılında tava sulama yönteminde kırıklı randıman %50, damla sulama yöntemlerinde %48 ile %54 arasında değişiklik göstermiştir. Denemenin ikinci yılında, tava sulama yönteminde kırksız randıman değeri %50, damla sulama yöntemlerinde ise %48-55 arasında bulunmuştur. Sürek ve ark. (2016), imi toleranslı çeltik ıslah çalışmalarında kırksız randıman değerlerini %67.7 ile %46.9 arasında bulmuşlardır.

Çizelge. 4.29 Deneme konularına ait kırksız randıman değerleri

Konular	Tekrarlar		Ort
	2019	2020	
I ₁	53.72	50.28	52.01
I ₂	53.23	54.46	53.85
I ₃	47.94	47.65	47.79
TS	50.14	49.81	49.97

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; her iki yılda da ve yıl*konu interaksyonunda istatistiksel açıdan önemli farklar bulunmamıştır. Özer (2018), tarafından benzer sonuç bulunurken; Tuna (2012)'ya göre su kısıtının uygulandığı konularda kırksız randıman değerleri daha yüksek bulunmuştur.

Beşer (1997)'e göre; sürekli sulama, kırksız randıman değerlerinin düşmesine neden olmuştur. Benzer sonuçlar Demirel ve ark. (2020), tarafından da bulunmuş olup; tava sulama yönteminde kırksız randımanı %56.7,

yüzealtı damla sulama yönteminde %60.2 ve yüzealtı damla sulama yöntemi + su tutma bariyeri konu uygulamasında ise %61.1 bulmuştur.

Çizelge 4.30 Kırksız randıman değerleri ve LSD gruplandırması

Sulama konuları ve istatistiksel analiz	Kırksız randıman (%)		
	2019	2020	Ortalama
I ₁	53.72	50.28	52.01
I ₂	53.23	54.46	53.85
I ₃	47.94	47.65	47.79
TS	50.14	49.81	49.97
P(Olasılık)	0.1396	0.476	0.9653
CV(%)	0.055	0.071	0.08

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

4.11.8. Ekonomik analiz

Araştırmada farklı sulama düzeyleri ile sulanan çeltik bitkisinin çeşitli kalite parametreleri üzerine etkisi incelenmektedir. Diğer yandan; uygulanan sulama suyu düzeylerindeki farklılıkların sonucu olarak karşımıza çıkan verim ve kazanç yönüyle değişkenliğin maliyet açısından karşılaştırması yapılarak konular itibariyle ekonomik açıdan değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar dört farklı konuda karşılaştırılarak ekonomik açıdan en avantajlı sulama konusu belirlenmiştir. Bu amaçla; her bir uygulamanın tesis ve üretim dönemindeki sabit ve değişken masraflar ile verim ve üretim değerlerine ilişkin veriler saptanmıştır. Birim maliyet, brüt marj (brüt kar), net kar ve oransal kar gibi ölçütler hesaplanarak değerlendirmeler yapılmıştır.

Sistem döşemesinin amortismanı (yıpranma) azalan bilanço yöntemine göre hesaplanmıştır. Buna göre hesaplama formülü aşağıdaki gibidir:

$$A=(D-H)/n$$

Eşitlikte A, yıllık amortisman payını; D, sistemin mal oluş değerini; H, sistemin hurda değerini; n ise ekonomik ömrünü göstermektedir. Damla sulama sisteminde hurda değeri çok küçük olduğundan dikkate alınmamaktadır (H=0). Amortisman oranı sistemin her yılki yıpranma değeri düşüldükten sonra geri kalan kıymetine tatbik edilerek hesaplanır (Cinemre ve Kılıç. 2015).

Sulama yönteminin seçimi toprak ve su kaynaklarının korunmasında önemli bir etken olmasının yanında, alternatif su tasarrufu sağlayan sulama yöntemleriyle çeltik bitkisinin yetiştiriciliğine de etki edebilecektir. Çeltik bitkisine uygulanan farklı sulama suyu seviyelerindeki sulama yöntemlerinden oluşturulan dört sulama konusu ekonomik açıdan incelenmiştir. Bu kapsamda sabit ve değişken masraflar hesaplanmıştır. Sabit sermaye unsurlarının amortismanı en önemli sabit masraf olarak değerlendirilmiştir. Araştırma kapsamında birinci üretim yılında döşenen damla sulama sisteminin 2019 ve 2020 yılları için yıllık amortisman değerleri Çizelge 4.31’de görüldüğü üzere Azalan Bilanço Yöntemine göre hesaplanmıştır. Damla sulama sisteminin ekonomik ömrü 10 yıl üzerinden değerlendirilerek hesaplama yapılmıştır.

Çizelge 4.31 Damla sulama sistemi amortisman değerleri (TLda⁻¹)

Sistem Maliyeti (TL)	Hizmet yılı	Yıllık amortisman (TL)	Yılsonu değeri (TL)
1060.77	2019 (1. Yıl)	106.08	954.69
	2020 (2. Yıl)	95.47	859.23

Çeltik bitkisinin 2019 ve 2020 yıllarına göre araştırma kapsamında ele alınan konular itibari ile damla sulama ve tava sulama yönteminde uygulanan farklı sulama düzeyleri açısından ekonomik analiz sonuçları Çizelge 4.32’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.32 Çeltik bitkisinde deneme konularının ekonomik analizi

KONULAR	2019 YILI				2020 YILI			
	I ₁	I ₂	I ₃	TS	I ₁	I ₂	I ₃	TS
İşçilik masrafı (TLda ⁻¹)	475.00	475.00	475.00	1189.58	457.81	457.81	457.81	1166.15
Girdi masrafı (Tohum, zirai ilaç, gübre, enerji) (TLda ⁻¹)	609.25	609.25	609.25	618.99	754.58	754.58	754.58	764.31
Su masrafı (TLda ⁻¹)	814.80	1018.50	1222.20	1965.60	870.97	1040.38	1209.78	2039.67
Üretim giderleri toplamı (TLda ⁻¹)	1899.05	2102.75	2306.45	3774.17	2083.36	2252.77	2422.17	3970.13
Değişken masraflar toplamı (TLda ⁻¹)	1899.05	2102.75	2306.45	3774.17	2083.36	2252.77	2422.17	3970.13
Toplam üretim giderlerinin nominal faiz karşılığı (%4)	75.96	84.11	92.26	150.97	83.33	90.11	96.89	158.81
Genel idare giderleri (%3)	56.97	63.08	69.19	113.23	62.50	67.58	72.67	119.10
Amortisman payı (Sulama Sistem Döşemesi)	106.08	106.08	106.08	0.00	95.47	95.47	95.47	0.00
Toplam sabit masraf (TLda ⁻¹)	239.01	253.27	267.53	264.19	241.30	253.16	265.02	277.91
Giderler genel toplamı (TLda ⁻¹)	2138.06	2356.02	2573.98	4038.36	2324.66	2505.93	2687.20	4248.03
Verim (kgda ⁻¹)	784.67	907.33	1039.33	1230.00	658.56	671.78	959.89	1133.56
Ortalama satış fiyatı (TL)	3.50	3.50	3.50	3.50	4.00	4.00	4.00	4.00
GSÜD (Gayri safi üretim değeri) (TL da ⁻¹)	2746.33	3175.67	3637.67	4305.00	2634.22	2687.11	3839.56	4534.22
Net kar (TLda ⁻¹)	608.27	819.64	1063.68	266.64	309.56	181.18	1152.36	286.19
Brüt marj (TLda ⁻¹)	847.28	1072.91	1331.21	530.83	550.87	434.35	1417.38	564.10
Ürün maliyeti (TLkg ⁻¹)	2.72	2.60	2.48	3.28	3.53	3.73	2.80	3.75
Oransal kar	1.28	1.35	1.41	1.07	1.13	1.07	1.43	1.07

Farklı sulama koşullarında sağlanacak su tasarrufu ile verim ve kârlılığı arttırmak amacıyla yürütülen bu araştırma kapsamında çeltik bitkisi konularına göre uygulanan sulama suyu miktarları açısından değerlendirildiğinde en fazla su tasarruf sağlayan sulama konusu I₁ konusudur. Bu doğrultuda; 2019 yılında I₁, I₂, I₃ ve tava sulama konularında uygulanan sulama suyu miktarları sırasıyla 873, 1091.25, 1309.5 ve 2106 mm’dir. 2020 yılında ise sırasıyla 901, 1076.25, 1251.5 ve 2110 mm’dir.

Yıllar itibari ile su tasarrufu ile verim arasındaki ilişkiye bakıldığında 2019 yılında tava sulama konusu 1230 kgda⁻¹ verim ile ön plana çıkmıştır. Ancak elde edilen GSÜD ile giderler toplamının oranından elde edilen oransal kar dikkate alındığında en ekonomik konu 1.41 oransal kar ile I₃ konusu çıkmıştır. Bu doğrultuda oransal kar açısından sulama konuları 2019 yılında I₃, I₂, I₁ ve tava sulama konuları şeklinde sıralanmıştır. Buna göre

üretimde yapılan 1 TL'lik masrafa karşılık I₃ konusunda 1.41 TL, I₂ konusunda 1.35 TL, I₁ konusunda 1.28 TL ve tava sulama konusunda 1.07 TL kar elde edilmiştir. Tava sulama konusunda elde edilen verim en yüksek olmasına rağmen diğer konuların daha ekonomik olmasının sebebi büyük ölçüde uygulanan sulama suyu miktarından kaynaklanmaktadır. Sulama suyu miktarındaki azalma ve tasarruftan kaynaklanan su masrafındaki düşüş toplam üretim giderlerinde azalmaya sebep olmuştur. Diğer yandan tava sulama parsellerinde seddelerin oluşturulması sebebiyle işçilik masrafındaki artış da kısmen giderler toplamına etki etmiştir.

2020 yılı için yapılan hesaplamalara göre; ekonomik açıdan en avantajlı sulama konusu aynı şekilde 1.43 oransal kar ile I₃ konusudur. Buna göre, üretimde yapılan 1 TL'lik masrafa karşılık 1.43 TL kar elde edilmiştir. I₃ konusunu sırasıyla 1.13 oransal kar ile I₁ ve 1.07 oransal kar ile I₂ ve tava sulama konuları takip etmektedir. Elde edilen veriler doğrultusunda, tava sulama yöntemi ile sulanan çeltikte daha çok verim elde edilmiş olmasına rağmen her iki yılda da su tasarrufundan kaynaklanan üretim masraflarındaki düşüş I₃ konusunu en ekonomik konu olarak ortaya çıkarmıştır.

2019 ve 2020 yıllarında farklı sulama suyu düzeylerinde uygulanan damla ve tava sulama yönteminde çeltik bitkisinin konular açısından ekonomik yönüyle değerlendirmesi yapılmıştır. Ekonomik açıdan en avantajlı konunun tespitinde dikkate alınan oransal kar sonuçları ile sadece verim ile elde edilen kar değil üretim giderleri ile arasındaki ilişkiye de dikkat çekerek sonuçlar karşılaştırılmıştır. 2019 yılında en ekonomik konu sırasıyla; 1.41 oransal kar ile I₃, bunu takiben 1.35 oransal kar ile I₂, 1.28 oransal kar ile I₁ ve 1.07 oransal kar ile tava sulama yöntemidir. 2020 yılında ise ekonomik açıdan en avantajlı konu 1.43 oransal kar ile I₃ konusu ve bunu takiben, 1.13 oransal kar ile I₁ ve 1.07 oransal kar ile I₂ ve tava sulama konusudur.

Araştırma kapsamında 2019 ve 2020 yılları kendi içinde değerlendirildiğinde; sulama maliyetinin düşüklüğü damla sulama yönteminin daha ekonomik olduğunu ortaya koymuştur. Bu doğrultuda, her iki yılda da I₃ konusu ekonomik açıdan en avantajlı konu olarak ön plana çıkarmıştır.

5. Sonuç

5.1. Sonuç

Bu çalışmada, İzmir koşullarında insan beslenmesinde önemli bir yeri olan çeltik (*Oryza sativa L.*) tarımında farklı sulama uygulamaları yapılmış ve yapılan uygulamalar sonucunda su-verim-kalite ilişkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla; geleneksel tava sulama ile damla sulama yöntemlerinde üç su dozu karşılaştırılarak sürdürülebilir bir çeltik üretimi için somut öneriler elde edilmeye çalışılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Denemenin ilk yılı olan 2019 yılında, çeltik bitkisinin ekiminden çimlenip yaklaşık 10 cm olana kadar toprak neminin sature koşullara yakın değerlerde tutulduğu dönemde konulara toplamda 140 mm sulama suyu uygulanmıştır; konulu sulamalara geçildiğinde I₁ konusuna 1012 mm, I₂ konusuna 1230 mm ve I₃ konusuna 1448 mm sulama suyu uygulanmıştır. TS yöntemi ile sulama yapılan konularda; su yüksekliği tüm yetiştirme mevsimi boyunca 5-10 cm'de tutulmuş ve 2245 mm sulama suyu uygulanmıştır. Denemenin ikinci yılı yani 2020 yılında ise; eşit sulama uygulaması olarak 200 mm su tüm konulara uygulanmıştır. Konulu sulamalara geçildikten sonra I₁ konusuna 701 mm, I₂ konusuna 826 mm ve I₃ konusuna 1051 mm sulama suyu uygulanmıştır. TS konusuna ise 2110 mm sulama suyu uygulanmıştır.

Uygulanan sulama suyuna karşın, 2019 ve 2020 yıllarında geleneksel TS yöntemi ile sulama yapılan konudan 1230 ve 1134 kg da⁻¹ verim elde edilirken; damla sulama yöntemiyle sulama yapılan konularda en yüksek verim 1039 ve 960 kg da⁻¹ ile I₃ konusunda tespit edilmiştir. En düşük verimler ise 785 ve 659 kg da⁻¹ ile I₁ konusunda belirlenmiştir. Homojen çıkan iki yıllık deneme sonuçlarında yapılan birleştirilmiş varyans analizi sonucuna göre her iki yılda da TS konusu 0.01 hata ile en yüksek verim elde edilen konu olmuştur. Damla sulama uygulamalarında ise I₃ konusu TS konusuna en yakın verim değeriyle ikinci sırada yer almıştır.

Denemenin ilk yılı damla sulama konularında elde edilen verim değerleri, tava sulama yönteminden elde edilen verim değerleri ile kıyaslandığında; Epan x 1.50 konularında % 15, Epan x 1.25 konularında %26 ve Epan x 1.00 konularında %36 verim kaybı meydana gelmiştir. Buna karşın, A-pan Ep x 1.50 konularında % 35, A-pan Ep x 1.25 konularında %45 ve A-pan Ep x 1.00 konularında %55 su tasarrufu sağlamıştır. Sulama suyunun üretkenliği tava yönteminde 0.53 kg m⁻³ olarak belirlenirken; damla sulama yöntemlerinde bu değer 0.68 kg m⁻³ ile 0.72 kg m⁻³ arasında bulunmuştur. Denemenin ikinci yılında ise; Epan x 1.50 konularında % 15, Epan x 1.25 konularında %41 ve Epan x 1.00 konularında %42 verim kaybı meydana gelmiştir. Buna karşın, A-pan Ep x 1.50 konularında % 39, A-pan Ep x 1.25 konularında %49 ve A-pan Ep x 1.00 konularında %55 su tasarrufu sağlamıştır. Sulama suyunun üretkenliği tava yönteminde 0.52 kg m⁻³ olarak belirlenirken, damla sulama yöntemlerinde bu değer 0.61 kg m⁻³ ile 0.72 kg m⁻³ arasında bulunmuştur.

ET ile verim arasında doğrusal önemli ilişkiler ve sulama suyu miktarı ile verim arasında ikinci dereceden önemli ilişkiler belirlenmiştir.

Araştırma yıllarında damla sulama konularındaki bitki boyu değerleri 68.5 cm ile 72.5 cm arasında, tava sulama yönteminde ise 76.5 cm olarak bulunmuştur. Damla sulama konularında en düşük bitki boyu I₁ sulama

konusundan (68.5 cm), en yüksek bitki boyu I₃ sulama konusundan (72.5 cm) elde edilmiştir. Yapılan birleştirilmiş varyans analizi sonucuna göre her iki yıl birbiriyle uyumlu çıkmış ve en yüksek bitki boyu TS konusunda elde edilirken, bunu sırasıyla I₃, I₂ ve I₁ konuları izlemiştir.

Denemenin her iki yılında da benzer sonuçlar alınmış ve homojenlik testine göre birleştirilmiş varyans analizleri yapılan m²'de salkım sayısı verilerinde; her iki yılda da tava sulama konusu 0.01 güvenle istatistiki olarak öne çıkmaktadır. LSD testine göre tava sulama ilk sırada yer alırken bunu I₃, I₂ ve I₁ konusu takip etmektedir.

Araştırma yıllarında ortalama olarak hasat indeksi değerleri tava sulama yönteminde %58, damla sulama konularında ise %43-52 arasında bulunmuştur. Damla sulama konularında en düşük hasat indeksi I₁ sulama konusunda (%43), en yüksek hasat indeksi değeri ise I₃ sulama konusunda (%52) bulunmuştur.

Ekonomik analiz sonuçlarına göre; denemenin ilk yılında nisbi kar en yüksek I₃ konusunda bulunurken (1.41), bunu sırasıyla I₂ (1.35), I₁ (1.28), TS (1.07) konuları izlemiştir. İkinci yılda da yine benzer olarak en yüksek nisbi kar I₃ konusunda bulunurken (1.43); bunu sırasıyla I₁ (1.13), I₂ (1.07) ve en son olarak da TS konusu (1.07) izlemiştir. Tüm konularda çeltik yetiştiriciliğinin karlı olduğu görülmekle birlikte, en yüksek gelir I₃ konusundan elde edilmiştir.

5.2. Öneriler

İki yıllık arazi çalışma sonuçları göre damla sulama sistemi ile aerobik pirinç üretiminin Ege Bölgesi iklim koşullarında etkili ve güvenilir olduğunu kanıtlamıştır. Tava sulama yöntemi, damla sulama yöntemine kıyasla en yüksek dane verimi sağlasa da; sonuç olarak ortalama verime ve mevsimsel uygulanan toplam sulama suyuna bağlı olarak düşük sulama suyu kullanım etkinliği ($WP_{(I+P)}$) elde edilmesinin yanı sıra, işçilik maliyetlerinin yüksek olması sebebiyle damla sulama yöntemlerinde net gelir ve nispi kar daha yüksek çıkmıştır.

Damla sulama uygulamasını TS ile karşılaştırdığımızda I₃ konusunda 2019 yılında %15 verim kaybına karşın %35 su tasarrufu; 2020 yılında ise %15 verim azalışıyla sudan %39 su tasarruf sağlanmıştır.

Kuru ziraat olarak tabir edilen yetiştirme şekli için İMİ toleranslı Rekor CL çeşidinin (Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından ıslah edilen) yabancı ot kontrollünün sağlanması açısından uygun olduğu ortaya çıkmıştır.

Damla sulama sistemi kullanımı ile azaltılmış küresel ısınma potansiyeli ile çeltik verimliliğini, üretimini ve su kaynağı kullanım verimliliğini artırmanın mümkün olduğu ortaya konmuştur.

Bu sonuçlardan hareketle: Ege Bölesinde çeltik yetiştiriciliği için damla sulama yöntemi ve Epan 1.5 katsayısı önerilmektedir.

6. Kaynaklar

- AÇIL A.F., DEMİRCİ R.. (1984). Tarım Ekonomisi Kitabı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 880. Ankara.
- Anonim(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%20Pi yasalar%C4%B1/2018-Ocak%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/2018-Ocak%20%C3%87eltik.pdf>. Erişim Tarihi: 02.04.2021
- Anonim(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%20Pi yasalar%C4%B1/2019-Temmuz%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/2019-Temmuz%20%C3%87eltik.pdf>. Erişim Tarihi: 02.04.2021
- Anonim(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%20Pi yasalar%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
- 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.
- 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., ÇAKİR 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.
- BEYCE Ö., MADANOĞLU K. (1972). *Bitki Su Tüketiminin Saptanması.* Toprak Su Araştırma Ana Projesi (433).
- 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. Agricul.. 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.
- 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. 8-11April. International Rice Research Institute. Los Baños, Philippines. p. 165-176. ISBN 971-22-0182-1.

CİNEMRE, H. A., Kılıç, O. (2015). Tarım Ekonomisi Ders Kitabı No: 11. 5. Baskı. Samsun

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.

DİNÇ U., ŞENOL S., KAPUR S., ATALAY İ., CANGİR C., (1995). *Türkiye Toprakları*. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayını No.:51. Ders Kitapları. Yayın No.:12. Adana.

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).

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/>

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.
- 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.
- MAHAJAN G., CHAUHAN B.S., TIMSINA J., SINGH P.P., 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.
- 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., HENGGELER J.C., 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 F.C.. (1988). DSİ Sulamalarında Bitki Su Tüketimleri ve Sulama Suyu İhtiyaçları. DSİ Basım ve Foto-Film İşletme Müdürlüğü Matbaası. Ankara. 88-91.
- 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.
- PADMAJA B.. (2014). *Fertigation Studies in Aerobic Rice–Zero Tillage Maize Cropping System*. (Doctoral dissertation). Acharya Ng Ranga Agricultural University.
- 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., DEVİ 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.
- 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 Stabilitate Analizleri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 25 (ÖZEL SAYI-1). 123-128.
- 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). Iimidazolinone-tolerant crops: history. current status and future. *Pest management Science*. 61(3): 246-257.
- 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.
- TOPRAKSU (1971). *İzmir İli Toprak Kaynağı Envanter Raporu ve Haritası*. TOPRAKSU Genel Müdürlüğü Yayınları:219. Raporlar Serisi:7. Ankara.
- 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.
- USSL. (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. USDA Hand Book. 60: 147.

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.

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.

YILDIRIM O., MADANOĞLU K.. (1985). A-sınıfı Buharlaşma Kaplarının Bitki Su Tüketiminin Tahmininde Kullanılması. Köy Hizmetleri Araştırma Ana Projesi No:433. Ankara.

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	Buharlaştırma Miktarı	Kpc		
	(%)	Epan (mm)	1	1.25	1.5
24.05-01.06.2019	Eşit su uygulaması*		139	139	139
2.06.2019					
3.06.2019	1	18	18	22.5	27
5.06.2019	1	11	11	13.75	16.5
7.06.2019	1	23	23	28.75	34.5
10.06.2019	1	23	23	28.75	34.5
12.06.2019	1	13	13	16.25	19.5
14.06.2019	1	14	14	17.5	21
17.06.2019	1	20	20	25	30
19.06.2019	1	3	3	3.75	4.5
21.06.2019	1	7	7	8.75	10.5
24.06.2019	1	24	24	30	36
26.06.2019	1	16	16	20	24
28.06.2019	1	14	14	17.5	21
1.07.2019	1	31	31	38.75	46.5
3.07.2019	1	21	21	26.25	31.5
5.07.2019	1	19	19	23.75	28.5
8.07.2019	1	34	34	42.5	51
10.07.2019	1	20	20	25	30
12.07.2019	1	18	18	22.5	27
16.07.2019	1	19	19	23.75	28.5
17.07.2019	1	12	12	15	18
19.07.2019	1	41	41	51.25	61.5
22.07.2019	1	39	39	48.75	58.5
24.07.2019	1	21	21	26.25	31.5
26.07.2019	1	20	20	25	30
29.07.2019	1	23	23	28.75	34.5
31.07.2019	1	16	16	20	24
2.08.2019	1	14	14	17.5	21
5.08.2019	1	29	29	36.25	43.5
7.08.2019	1	17	17	21.25	25.5
9.08.2019	1	27	27	33.75	40.5
12.08.2019	1	30	30	37.5	45
15.08.2019	1	28	28	35	42
16.08.2019	1	5	5	6.25	7.5
19.08.2019	1	17	17	21.25	25.5
21.08.2019	1	17	17	21.25	25.5
23.08.2019	1	15	15	18.75	22.5
26.08.2019	1	28	28	35	42
28.08.2019	1	17	17	21.25	25.5
30.08.2019	1	17	17	21.25	25.5
2.09.2019	1	31	31	38.75	46.5
4.09.2019	1	14	14	17.5	21
6.09.2019	1	13	13	16.25	19.5
9.09.2019	1	22	22	27.5	33
11.09.2019	1	12	12	15	18
2.10.2019	1	0	0	0	0
Konulu sulama toplam			873	1091.25	1309.5
*Eşit su uygulaması			139	139	139
Yağış			76	76	76
Genel Toplam			1088	1306.25	1524.5

*toprağın ilk 30 cm'si doymun halde tutuldu

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

Sulama Tarihi	P (%)	Buharlaşma Miktarı Epan (mm)	K _{pc}		
			1.00	1.25	1.50
20.05.2020-05.07.2020		Eşit su uygulaması*	200	200	200
6.07.2020	1.00	24	24	30	36
8.07.2020	1.00	17	17	21.25	25.5
10.07.2020	1.00	17	17	21.25	25.5
13.07.2020	1.00	40	40	50	60
18.07.2020	1.00	50	50	62.5	75
20.07.2020	1.00	35	35	43.75	52.5
22.07.2020	1.00	23	23	28.75	34.5
24.07.2020	1.00	20	20	25	30
27.07.2020	1.00	27	27	33.75	40.5
29.07.2020	1.00	19	19	23.75	28.5
31.07.2020	1.00	27	27	33.75	40.5
2.08.2020	1.00	18	18	22.5	27
5.08.2020	1.00	30	30	37.5	45
7.08.2020	1.00	17	17	21.25	25.5
10.08.2020	1.00	20	20	25	30
12.08.2020	1.00	20	20	25	30
14.08.2020	1.00	20	20	25	30
17.08.2020	1.00	21	21	26.25	31.5
19.08.2020	1.00	21	21	26.25	31.5
21.08.2020	1.00	20	20	25	30
24.08.2020	1.00	20	20	25	30
26.08.2020	1.00	15	15	18.75	22.5
28.08.2020	1.00	19	19	23.75	28.5
31.08.2020	1.00	22	22	27.5	33
2.09.2020	1.00	14	14	17.5	21
4.09.2020	1.00	16	16	20	24
7.09.2020	1.00	22	22	27.5	33
9.09.2020	1.00	19	19	23.75	28.5
11.09.2020	1.00	14	14	17.5	21
14.09.2020	1.00	25	25	31.25	37.5
16.09.2020	1.00	17	17	21.25	25.5
18.09.2020	1.00	12	12	15	18
Konulu sulama toplam			701	826.25	1051.5
Yağış			82.8	82.8	82.8
Genel Toplam			983.8	1109.05	1334.3

*toprağın ilk 30 cm'si doymun halde tutuldu

Ek 3. Verim değerlerine ilişkin birleştirilmiş varyans analizi (2019 ve 2020)

VK	SD	KT	KO	F	prob>F
Tekrar[Yıl]	4	4502.33	1125.583	0.6015	0.6688
Yıl	1	72930.38	72930.38	38.9741	<.0001
Konu	3	947327.8	315775.9	168.7513	<.0001
Yıl*Konu	3	43632.46	14544.15	7.7724	0.0038
Hata	12	22455	1871.3		
Genel	23	1090848			
CV	0.046255				

Ek 4. Bitki boyu değerlerine ilişkin birleştirilmiş varyans analizi (2019 ve 2020)

VK	SD	KT	KO	F	prob>F
Tekrar[Yıl]	4	14.90667	3.726667	0.2069	0.9297
Yıl	1	56.42667	56.42667	3.1323	0.1021
Konu	3	68.84333	22.94778	1.2739	0.3276
Yıl*Konu	3	35.84333	11.94778	0.6632	0.5904
Hata	12	216.1733	18.0144		
Genel	23	392.1933			

Cv (%)=0.09

Ek 6. Saplı ağırlık değerlerine ilişkin birleştirilmiş varyans analizi (2019 ve 2020)

VK	SD	KT	KO	F	prob>F
Tekrar[Yıl]	4	0.001154	0.0002884	0.0063	0.9999
Yıl	1	2.6E-05	2.604E-05	0.0006	0.9813
Konu	3	0.083215	0.0277383	0.6103	0.6211
Yıl*Konu	3	0.000128	4.26E-05	0.0009	1
Hata	12	0.545404	0.04545		
Genel	23	0.629926			

Cv (%)=0.12

Ek 7. Bin dane ağırlığı değerlerine ilişkin birleştirilmiş varyans analizi (2019 ve 2020)

VK	SD	KT	KO	F	prob>F
Tekrar[Yıl]	4	1.577333	0.394333	0.0793	0.9872
Yıl	1	0.1734	0.1734	0.0349	0.855
Konu	3	6.363233	2.121078	0.4266	0.7375
Yıl*Konu	3	0.387633	0.129211	0.026	0.994
Hata	12	59.66313	4.97193		
Genel	23	68.16473			

Cv (%)=2.2

Ek 8. Salkımda dane sayısı değerlerine ilişkin birleştirilmiş varyans analizi (2019 ve 2020)

VK	SD	KT	KO	F	prob>F
Tekrar[Yıl]	4	69.16667	17.29167	0.4516	0.7696
Yıl	1	77.04167	77.04167	2.012	0.1815
Konu	3	60.125	20.04167	0.5234	0.6743
Yıl*Konu	3	6.125	2.041667	0.0533	0.983
Hata	12	459.5	38.2917		
Genel	23	671.9583			

Cv (%)=6.9

Ek 9. Salkım uzunluğu değerlerine ilişkin birleştirilmiş varyans analizi (2019 ve 2020)

VK	SD	KT	KO	F	prob>F
Tekrar[Yıl]	4	0.4343	0.108575	0.3252	0.8557
Yıl	1	0.036038	0.036038	0.1079	0.7482
Konu	3	5.540446	1.846815	5.5313	0.0128*
Yıl*Konu	3	0.065946	0.021982	0.0658	0.977
Hata	12	4.006633	0.333886		
Genel	23	10.08336			

Cv (%)=2.9

Ek 10. Hasat indeksi değerlerine ilişkin birleştirilmiş varyans analizi (2019 ve 2020)

VK	SD	KT	KO	F	prob>F
Tekrar[Yıl]	4	38.60798	9.651995	0.6834	0.6169
Yıl	1	701.7854	701.7854	49.687	<.0001
Konu	3	781.2177	260.4059	18.437	<.0001
Yıl*Konu	3	168.453	56.15101	3.9755	0.0352
Hata	12	169.4894	14.124		
Genel	23	1859.553			

Cv (%)=3.9

Ek 11. Kırıklı randıman değerlerine ilişkin birleştirilmiş varyans analizi (2019 ve 2020)

VK	SD	KT	KO	F	prob>F
Tekrar[Yıl]	4	73.97556	18.49389	1.1009	0.4881
Yıl	1	16.50042	16.50042	0.9822	0.3947
Konu	3	19.59755	6.532517	0.3889	0.7708
Yıl*Konu	12	220.223	18.35191	1.0924	0.5374
Hata	3	50.39866	16.7996		
Genel	23	380.6951			

Cv (%)=0.61

Ek 12. Kırıksız randıman değerlerine ilişkin birleştirilmiş varyans analizi (2019 ve 2020)

VK	SD	KT	KO	F	prob>F
Tekrar[Yıl]	4	48.76285	12.19071	0.7491	0.5773
Yıl	1	2.998623	2.998623	0.1842	0.6754
Konu	3	51.06758	17.02253	1.0459	0.4077
Yıl*Konu	3	4.298138	1.432713	0.088	0.9653
Hata	12	195.2977	16.2748		
Genel	23	302.4249			

Cv (%)=3.4

Ek13. Damla sulama uygulanan parsellerde bitki su tüketimi(ET)- verim (Y) ilişkileri regresyon analizi

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>
Regresyon	1	31117,02	31117,02	1,15653	0,476875*
Fark	1	26905,51	26905,51		
Toplam	2	58022,53			

Ek14.Sulama suyu- verim ilişkisi regresyon analizi

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>
Regresyon	3	138698,2	46232,73	8,838621	0,019228**
Fark	5	26153,81	5230,762		
Toplam	8	164852			

8. Özgeçmiş

Adı Soyadı	Perihan TARI AKAP
Ünvan	Ziraat Yüksek Mühendisi
Telefon/ E-mail	(0232) 8321052 perihan.tariakap@tarimorman.gov.tr
Çalıştığı Kurum	Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi
EĞİTİM BİLGİLERİ	
Doktora	
Üniversite Adı	Ege Üniversitesi
Akademik Birim /Mezuniyet Yılı	Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD (Devam)
Yüksek Lisans	
Üniversite Adı	Ege Üniversitesi
Akademik Birim /Mezuniyet Yılı	Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD. 2010
Lisans	
Üniversite Adı	Ege Üniversitesi
Akademik Birim /Mezuniyet Yılı	Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD. 2008

Adı Soyadı	Mehmet GÜNDÜZ
Ünvan	Ziraat Yüksek Mühendisi
Telefon/ E-mail	(0232) 832102 guzduz.mehmet@tarimorman.gov.tr
Çalıştığı Kurum	Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi
EĞİTİM BİLGİLERİ	
Yüksek Lisans	
Üniversite Adı	Atatürk Üniversitesi
Akademik Birim /Mezuniyet Yılı	Kültürteknik. 1986
Lisans	
Üniversite Adı	Atatürk Üniversitesi
Akademik Birim /Mezuniyet Yılı	Kültürteknik. 1984

Adı Soyadı	Şener ÖZÇELİK
Ünvan	Ziraat Yüksek Mühendisi
Telefon/ E-mail	(0232) 8321052 sener.ozcelik@tarimorman.gov.tr
Çalıştığı Kurum	Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi
EĞİTİM BİLGİLERİ	
Doktora	
Üniversite Adı	Ege Üniversitesi
Akademik Birim /Mezuniyet Yılı	Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD (Devam)
Yüksek Lisans	
Üniversite Adı	Ege Üniversitesi
Akademik Birim /Mezuniyet Yılı	Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD. 2019
Lisans	
Üniversite Adı	Ege Üniversitesi
Akademik Birim /Mezuniyet Yılı	Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD. 2004

Adı Soyadı	Ümit ALKAN
Ünvan	Ziraat Yüksek Mühendisi
Telefon/ E-mail	(0232) 8321052 umit.alkan@tarimorman.gov.tr
Çalıştığı Kurum	Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi
EĞİTİM BİLGİLERİ	
Doktora	
Üniversite Adı	Ege Üniversitesi
Akademik Birim /Mezuniyet Yılı	Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD (Devam)
Yüksek Lisans	
Üniversite Adı	Adnan Menderes Üniversitesi
Akademik Birim /Mezuniyet Yılı	Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD. 2015
Lisans	
Üniversite Adı	Ege Üniversitesi
Akademik Birim /Mezuniyet Yılı	Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD. 2009

Adı Soyadı	Süleyman ŞEN
Ünvan	Ziraat Mühendisi
Telefon/ E-mail	İzmir Büyükşehir Belediyesi
Çalıştığı Kurum	Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi
EĞİTİM BİLGİLERİ	
Lisans	
Üniversite Adı	Ege Üniversitesi
Akademik Birim /Mezuniyet Yılı	Toprak ABD. 1989

Adı Soyadı	Dr. Zübeyde ALBAYRAM DOĞAN
Ünvan	Ziraat Yüksek Mühendisi
Telefon/ E-mail	Zubeyde.albayramdogan@tarimorman.gov.tr
Çalıştığı Kurum	Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Bornova-İzmir
EĞİTİM BİLGİLERİ	
Doktora	
Üniversite Adı	Ege Üniversitesi
Akademik Birim /Mezuniyet Yılı	Tarım Ekonomisi-2019
Yüksek Lisans	
Üniversite Adı	Yüksek Lisans
Akademik Birim /Mezuniyet Yılı	Girit Mayzem. 2012
Lisans	
Üniversite Adı	Ege Üniversitesi
Akademik Birim /Mezuniyet Yılı	Tarım Ekonomisi. 010

Adı Soyadı	Dr. Yıldız SOKAT
Ünvan	Ziraat Yüksek Mühendisi
Telefon/ E-mail	Yildiz.sokat@tarimorman.gov.tr
Çalıştığı Kurum	Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü. İzmir
EĞİTİM BİLGİLERİ	
Doktora	
Üniversite Adı	Doktora
Akademik Birim /Mezuniyet Yılı	Ege Üniversitesi
Yüksek Lisans	
Üniversite Adı	Yüksek Lisans
Akademik Birim /Mezuniyet Yılı	Ege Üniversitesi
Lisans	
Üniversite Adı	Yüksek Lisans
Akademik Birim /Mezuniyet Yılı	Ege Üniversitesi

9. PROJE SONUÇLARININ UYGULAMAYA AKTARILMA PLANI

Proje Adı:	Ana Proje: Çeltikte Damla Sulama Sistemlerinin Kullanım Olanaklarının Alt Proje: Menemen Koşullarında Çeltik Yetiştiriciliğinde Damla Sulama Sistemlerinin Kullanım Olanaklarının Araştırılması
PSUP Hedefi: Projenin genel amaçları kapsamında ulaşılan hedefler kısaca yazılır.	
<ul style="list-style-type: none">• Damla sulama yöntemi kullanılarak çeltik yetiştirilebileceği ortaya konmuştur.• Çeltik bitkisinin, damla sulama yöntemi ile sulanması sonucunda yüksek oranda su tasarrufu (%40) sağladığı ortaya konmuştur.• Sağlanan su tasarrufu ile daha fazla alanda çeltik yetiştiriciliği yapılabilecektir.• Kuru ziraat olarak tabir edilen yetiştirme şekli için İMİ toleranslı Rekor CL çeşidinin yabancı ot kontrollünün sağlanması açısından uygun olduğu ortaya çıkmıştır.• Ülkemizde, sulama suyunun bulunabildiği sınırlı alanlarda münavebe uygulamaksızın çeltik monokültür olarak yetiştirilmektedir. Proje sonuçlarına göre; sınırlı su kaynağı olan alanlarda da çeltik yetiştirilebileceği gibi münavebeyi de mümkün kılabilir. Proje çıktısı olan ekonomik analiz sonucu, tava sulama yönteminde kıyasla, damla sulama yöntemi ile sulama yapılması nispi kar oranını arttırmıştır.• 3039 kanun numaralı ve 11/06/1936 tarihli “Çeltik Ekimi Kanunu”nun 19. Maddesinde yer alan Kesik sulama yapılmayan yerlerde ise çeltiklikler o civardaki köy, kasaba ve şehirlerle sayfiyelerinden üç kilometre uzakta bulundurulur, ifadesi damla sulama yöntemlerinin uygulandığı alanlar için geçerliliği olmayacaktır. Zira damla sulama uygulamalarında. tava yönteminde olduğu insan sağlığını tehdit edici unsurlar oluşmamaktadır. Söz konusu kanunun revize ihtiyacı tespit edilmiştir.• Proje çıktılarının uygulamaya aktarılması ile çiftçi ekonomisine katkı, bölge kalkınmasına ve dolayısıyla ülke ekonomisine katkı sağlayacağı öngörülmektedir.	
ÇIKTILARIN UYGULAMAYA AKTARILMASI VE YAYGINLAŞTIRILMASI Proje tamamlandıktan sonra. sadece bu çıktıların uygulamaya aktarılması ve yaygınlaştırma adım ve mekanizmaları somut olarak ve kısaca belirtilmelidir. <ul style="list-style-type: none">• Proje, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğünün talebi ile gündeme alınmış olup, elde edilene çıktılar ilgili kuruluşa aktarılacaktır.• Proje çıktıları düzenlenecek tanıtım toplantıları ile İl Tarım ve Orman Müdürlüklerinin ilgili şubelere aktararak çiftçiye ulaşması sağlanacaktır veya sonuçlar bölge çiftisine 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 (%)
Perihan TARI AKAP	Arazi işleri. proje sonuç raporu yazımı	36	100
Mehmet GÜNDÜZ	Arazi işleri	18	50
Şener ÖZÇELİK	Arazi işleri	18	50
Ümit ALKAN	Ekonomik analiz	18	50
Sinan ARAS	Arazi işleri	3	10
Süleyman ŞEN	Teknik destek	2	5
Dr. Zübeyde ALBAYRAM DOĞAN	Ekonomik analiz	2	5
Dr. Yıldız SOKAT	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.
	Makale veya bildiri	Elde edilen verilerin kongre. sempozyum ve bilgi alışveriş toplantılarında ilgililere duyurulması. Ulusal ve uluslararası dergilerde makale olarak yayımlanacaktır.

Adı – Soyadı: Perihan TARI AKAP

Görevi: Ziraat Yüksek Mühendisi

Tarih :

İmza:

10. El Broşür (Liflet) Örneği

T.C.

TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI

Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel
Müdürlüğü

Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim
Merkezi



Çeltikte Damla Sulama Sistemlerinin Kullanım Olanaklarının Araştırılması

Menemen Koşullarında Çeltik Yetiştiriciliğinde Damla Sulama Sistemlerinin Kullanım Olanaklarının Araştırılması

Perihan TARI AKAP
Mehmet GÜNDÜZ
Şener ÖZÇELİK
Ümit ALKAN
Sinan ARAS
Süleyman ŞEN
Dr. Zübeyde ALBAYRAM DOĞAN
Dr. Yıldız SOKAT



İZMİR

2021

GİRİŞ

Tahıllar içerisinde çeltik, Dünya’da ekim alanı yönünden buğdaydan, üretimde ise mısırdan sonra ikinci sırada gelmekte olup dünya nüfusunun yarısından fazlasının temel besinidir. 1990 ve 2025 yılları arasında, dünya çeltik üretiminin, artan dünya nüfusunu besleyebilmesi için yılda % 1.7 oranında artması gerekmektedir. Çeltik tarımında en önemli kısıtlayıcı etmen sulama suyunun sağlanması ve yönetimidir. Ülkemizde çeltiğin bitki su tüketiminin iklim koşullarına göre 810-1625mm arasında değiştiği tahmin edilmektedir. Bununla beraber uygulamada su tüketimi kayıplardan dolayı tahmin edilen miktardan çok daha fazla gerçekleşmektedir.

Çeltik ekim alanlarının önemli bir bölümünde su yetersizliği ve enerji sorunu nedeni ile ekime izin verilmemiştir. Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi’nin bulunduğu Menemen Ovasında bu nedenlerle 1989 yılında çeltik ekimi yasaklanmıştır. Bu kapsamda Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü talebi ve Genel Müdürlüğümüz koordinatörlüğünce Çeltikte Damla Sulama Sistemlerinin Kullanılması ve yaygınlaştırılması kapsamında ülkesel bir proje programa alınmıştır.

AMAÇ

Damla sulama yöntemlerinin uygulanabilirliği araştırılarak;

- Önemli oranda su tasarrufu sağlanabileceği,
- Mevcut su kaynakları ile daha fazla alan sulanabileceği,
- Tesviye sorunu olan alanlarda ekim yapılabilmesi,
- İnsan sağlığını tehdit edici unsurların ortadan kalkacağı (salgın hastalıklar, sivri sinek gibi...),

-Çeltikte damla sulama yönteminin uygulanabilirliği belirlenmesi,

-Çeltik tarımında fazla kullanılan sulama suyundan alternatif sulama yöntemleri ile önemli oranda su tasarrufu sağlanması amaçlanmıştır.



-Damla sulama ile sulanan alanlardaki çeltiğin sulama suyu ihtiyacının belirlenmesi,

-Çeltiğin farklı sulama yöntemleri altında su-verim ve verim parametreleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi,

-Yabancı ot sorununa çözümler üretebilmek. hedeflenmiştir.

MATERYAL

Çalışmada Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsünde geliştirilen (kırmızı çeltik ve konvensiyonel çeltik yabancı ot ilaçlarına direnç gösteren yabancı otları kontrol etmek için) İMI çeşit. Rekor CL kullanılmıştır. Bu çeşit için, üretimde kullanılan yabancı ot ilacı, imazamox içeriklidir. İMI özelliği taşıdığından bu herbisite dayanıklıdır.



Rekor CL çeşidi

YÖNTEM

Geleneksel tava sulama yöntemi ile damla sulamada su düzeyleri (I₁: Epan 1.00, I₂: Epan 1.25, I₃: Epan 1.50 katsayıları) deneme konularını oluşturmuştur. Çalışma tesadüf blokları deneme deseninde üç tekrarlı olarak 2019 ve 2020 yıllarında yürütülmüştür.

Parsel ölçüleri: 20 x 5= 100 m² Sıra arası: 20 cm

Lateral aralığı: 60 cm Damlatıcı aralığı: 40 cm

Tava konusunda su yüksekliği 5-10 cm'de tutulmuştur.

Bitki çıkışı sağlanana kadar toprağın 30 cm'lik katmanı saturasyon noktasına yakın nem seviyesinde tutulmuştur. Çimlenme tamamlandıktan sonra konulu sulama uygulamalarına geçilmiştir.

Sulamalar, Pazartesi, Çarşamba ve Cuma günleri yapılmıştır.

Tohum yatağı hazırlığı yapıldıktan sonra, ekim dekara m²'ye 500-600 adet; dekara ortalama 16 kg tohum denk gelecek şekilde mibzer ile yapılmıştır.

Gübreleme toprak analiz sonuçlarına göre yapılmıştır; 50 kg da⁻¹ kükürt ve 5 kg da⁻¹ Çinko Sülfat ekimden önce tüm tarla yüzeyine serpilerek karıştırılmıştır. 20 kg da⁻¹ Amonyum Sülfat (%21 N) ve 20 kg da⁻¹ Potasyum Sülfat, 22 kg da⁻¹ DAP ekimle birlikte uygulanmıştır; 34 kg da⁻¹ Amonyum Sülfat kardeşlenme ve salkım oluşumu dönemlerinde

ve 9.6 kg/da (%21 N) (2kg saf N) toprağa serpmeye şeklinde verilmiştir. İçeriğinde çinko bulunan kombine yaprak gübreleri ile gübreleme bayrak yaprağın açılması döneminde uygulanmıştır.



SONUÇ

Tava sulama yönteminde 2019 yılında 1230 kg da⁻¹, 2020 yılında 1134 kg da⁻¹ verim elde edilmiştir. Damla sulama yöntemlerinde 2019 yılında en yüksek verim değerleri I₃ (1039 kg da⁻¹) konusunda elde edilmiştir. 2020 yılında ise yine I₃ konusunda (960 kg da⁻¹) verim elde edilmiştir.

Denemenin ilk yılında, damla sulama konularında elde edilen verim değerleri, tava yönteminden elde edilen verim değerleri ile kıyaslandığında; I₃ konusunda % 15, I₂ konusunda %26 ve I₁ konusunda %36 verim kaybı meydana gelmiştir. Buna karşın, I₃ konusunda % 35, I₂ konusunda %45 ve I₁ konusunda %55 su tasarrufu sağlamıştır. İkinci yılda, damla sulama konularında elde edilen verim değerleri, tava yönteminden elde edilen verim değerleri ile kıyaslandığında, I₃ konularında %15, I₂ konularında %41 ve I₁ konularında %42 verim kaybı meydana gelmiştir. Buna karşın, I₃ konularında %39, I₂ konularında %49 ve I₁ konularında %55 su tasarrufu sağlamıştır.

Araştırma kapsamında 2019 ve 2020 yılları kendi içinde değerlendirildiğinde; sulama maliyetinin düşüklüğü damla sulama yönteminin daha ekonomik olduğunu ortaya koymuştur. Bu doğrultuda, her iki yılda da I₃ konusu ekonomik açıdan en avantajlı konu olarak ön plana çıkarmıştır.

ÖNERİ

Ege Bölgesinde çeltik yetiştiriciliği için damla sulama yöntemi ve Epan 1.5 katsayısı önerilmektedir.

Ege Bölgesi'nde damla sulama yöntemi ile yetiştirilen çeltik bitkisine uygulanan sulama suyu miktarları (İzmir)

Ege Bölgesi (Çalışma İzmir ili Menemen ilçesinde yürütülmüştür)	Uygulanması gereken sulama suyu miktarı		
	mm	ton da ⁻¹	Günlük su ihtiyacı
20 Mayıs-20 Haziran*	170	170	5.6
20 Haziran-30 Haziran	58	58	5.8
Temmuz	474	474	15.8
Ağustos	393	393	13.1
Eylül**	155	155	8.6



ULUSLARARASI TARIMSAL ARAŞTIRMA VE EĞİTİM MERKEZİ

Camiikebir mah. No17/1 Menemen-İZMİR

Telefon : (232)8321052 Faks : (232) 8321051

E-Posta : utamarastirma@tarimorman.gov.tr

