



**Tekirdağ Koşullarında  
Sorgum-Sudan Otu Melezi (*Sorghum Bicolor-Sorghum Sudanense*)  
Su-Verim İlişkileri**

Samet MORAY

**Yüksek Lisans Tezi**

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Ahmet İSTANBULLUOĞLU

**2020**

**T.C.  
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEKİRDAĞ KOŞULLARINDA  
SORGUM-SUDAN OTU MELEZİ (*Sorghum Bicolor-Sorghum Sudanense*)  
SU-VERİM İLİŞKİLERİ**

**Samet MORAY**

**Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı**

**DANIŞMAN: Prof. Dr. Ahmet İSTANBULLUOĞLU**

**TEKİRDAĞ-2020**

**Her hakkı saklıdır**



Hazırladığım Yüksek Lisans Tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, yazımda enstitü yazım kılavuzuna uygun davranıldığını taahhüt ederim.

**Samet MORAY**

Prof. Dr. Ahmet İSTANBULLUOĞLU danışmanlığında Samet MORAY tarafında hazırlanan “**Tekirdağ Koşullarında Sorgum-Sudan Otu Melezi (*Sorghum Bicolor-Sorghum Sudanense*) Su-Verim İlişkileri**” başlıklı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından 03.12.2020 tarihinde Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği/oy çokluğu ile kabul/red edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Ahmet İSTANBULLUOĞLU İmza:

Üye : Prof. Dr. Tolga ERDEM İmza:

Üye : Prof. Dr. Necdet DAĞDELEN İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

**Doç. Dr. Bahar UYMAZ**

Enstitü Müdürü

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

**Tekirdağ Koşullarında**

**Sorgum-Sudan Otu Melezi (*Sorghum Bicolor-Sorghum Sudanense*)**

**Su-Verim İlişkileri**

**Samet MORAY**

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet İSTANBULLUOĞLU

. Ahmet İSTANBULLUOĞLU

### Özet

Sorgum-Sudan otu melezi (*Sorghum bicolor-Sorghum sudanense*)'nin su-verim ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu araştırma 2018-2019 yıllarında Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi deneme alanında (40°59' K - 27°34' D; 20 m) yürütülmüştür. Sorgum Sudan otu melezi tohumu kullanılarak tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü planlanan araştırmada, bitki boyları ortalama 95-105 cm'ye ulaştığında biçimi takiben sekiz farklı sulama konusu yer almıştır. Bunlar biçimleri takiben sulanan ve sulanmayan ile tüm biçimleri takiben sulanan ve susuz konular olmuştur. Araştırma sonuçlarına göre en fazla yeşil ot verimi, tüm biçimleri takiben sulanan (III) ve ilk iki biçimi takiben sulanan (II0) konulardan sırasıyla 5,03 ve 5,02 t da<sup>-1</sup> olarak elde edilmiştir. İlk biçimi takiben sulamanın verim artışında önemli etkisi olmakla birlikte, en yüksek verimi alabilmek için ilk iki biçimi takiben sulamanın yeterli olacağı, tek başına ikinci veya üçüncü biçimi takiben sulamaların verim artışında etkili olmadığı, üçüncü biçimi takiben sulamaya ise gerek olmadığı görülmüştür. Bir tek sulama yapılması gerekiyorsa bunun ilk biçimi takiben yapılması önerilmektedir. Konulardan elde edilen mevsimlik su tüketimi ile yeşil ot verimi arasında 0,01 düzeyinde önemli  $Y = 5,06 ET + 2043,3$  eşitliği ile tanımlanan ilişki bulunmuştur. Yine toplam büyüme mevsimi için, bitki su tüketimi ile yeşil ot verimi arasında su-verim ilişkisi faktörü  $k_y$  0,66 olarak hesaplanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Sorgum-Sudan otu, bitki su tüketimi, sulama, su kullanım fonksiyonu, su-verim ilişkisi faktörü, Trakya Bölgesi

2020, 81 sayfa

## ABSTRACT

MSc Thesis

**Water-Yield Relationships of Sorghum-Sudangrass Hybrid Under  
(*Sorghum Bicolor-Sorghum Sudanense*)  
Tekirdag Conditions  
Samet MORAY**

Tekirdağ Namık Kemal University  
Graduate School of Natural and Applied Science  
Main Science Division of Biosystem Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet İSTANBULLUOĞLU

### Abstract

This research was carried in Thrace Region of Turkey (40°59'K - 27°34' D; 20 m) experiment area in 2018-2019 years in order to determine water-yield relationships of Sorghum-Sudan Grass Hybrid (*Sorghum Bicolor-Sorghum Sudanense*). In the study, which was planned with three replications according to the trial pattern of random parcels using Sorghum Sudan grass hybrid seed, eight different irrigation treatments were sowed following the form when the plant height reached an average of 95-105 cm. These have been irrigated and rain-fed following some saw and irrigated and rain-fed after all saws. According to the results of the research, the highest yield of green weed, 5,03 and 5,02 t da<sup>-1</sup> were obtained from the treatments irrigated (III) following all the saws and irrigated (II0) following the first two saws, respectively. Although the irrigation has an important effect on the increase in yield after the first saw, it has been observed that irrigation will be sufficient following the first two saws, the irrigation is not effective in the yield increase after the second or third saw, and there is no need for irrigation after the third saw. If a single irrigation is required, this should be done following the first saw. The relationship between seasonal evapotranspiration and green weed yield was statistically significant ( $p \leq 0.01$ ) and it can be defined by equation of  $Y = 5,06 ET + 2043,3$  ( $r = 0,82^{**}$ ). Again, for the total growing season, the water yield response factor (ky) between evapotranspiration and green weed yield was calculated as 0.66.

**Keywords:** Sorghum-Sudan grass hybrid, evapotranspiration, irrigation, water use function, yield response factor, Thrace Region

2020, 81 pages

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÇİZELGE DİZİNİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>ŞEKİL DİZİNİ</b> .....	<b>x</b>
<b>SİMGELER DİZİNİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>xii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. LİTERATÜR TARAMASI</b> .....	<b>5</b>
<b>3. MATERYAL ve METOT</b> .....	<b>20</b>
3.1. Materyal.....	20
3.1.1. Araştırma Yeri.....	20
3.1.2. İklim Özellikleri .....	20
3.1.3. Toprak Özellikleri.....	20
3.1.4. Sulama Suyu Temini ve Kalitesi.....	23
3.1.5. Tarımsal Yapı ve Üretim .....	23
3.1.6. Kullanılan Sorgum Sudan Otu Melezinin Özellikleri .....	25
3.2. Metot.....	26
3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analiz Yöntemleri.....	26
3.2.2. Sulama Suyunun Analiz Yöntemleri .....	26
3.2.3. Denemenin Düzenlenmesi ve Konuları .....	26
3.2.4. Denemenin Yürütülmesinde Gerekli İşlemler .....	28
3.2.5. Bitki Su Tüketiminin Hesaplanması .....	30
3.2.6. Bitki Gelişme Ögeleri .....	31
3.2.7. Analiz Değerlendirme Yöntemleri.....	32
<b>4. BULGULAR ve TARTIŞMA</b> .....	<b>33</b>
4.1. Deneme Alanı Topraklarının Özellikleri .....	33
4.2. Sorgum-Sudan Otu Melezinin Sulama Suyu, Biçim Dönemleri ve Su Tüketimi .....	33
4.2.1. Sulama Suyu Miktarı .....	33
4.2.2. Biçim Dönemleri .....	34
4.2.3. Bitki Su Tüketimi .....	37
4.3. Yeşil Ot Miktarı .....	39
4.4. Su-Üretim Fonksiyonları .....	42
4.4.1. Mevsimlik Su-Üretim Fonksiyonları.....	42
4.4.2. Oransal Bitki Su Tüketimi Açığı ile Oransal Verim Azalması ve Su-Verim İlişkisi Faktörü.....	44
4.5. Su Kullanım Randımanları .....	48

<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER .....</b>	<b>50</b>
5.1. Sonuçlar.....	50
5.2. Öneriler.....	51
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>52</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>58</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>66</b>





## ÇİZELGE DİZİNİ

<b>Çizelge 3.1.</b> Tekirdağ iline ait çok yıllık ortalama bazı iklim verileri, (DMİ, 2019) .....	21
<b>Çizelge 3.2.</b> Araştırma yıllarına ait aylık ortalama bazı iklim değerleri (DMİ, 2019).....	21
<b>Çizelge 3.3.</b> Araştırma yeri topraklarına ait tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri .....	22
<b>Çizelge 3.4.</b> Araştırma yeri topraklarına ait bünye analiz değerleri.....	22
<b>Çizelge 3.5.</b> Araştırma yeri topraklarına ait bazı kimyasal analiz değerleri.....	22
<b>Çizelge 3.6.</b> Araştırmada kullanılan sulama suyunun analiz sonuçları ve kalite sınıfları.....	24
<b>Çizelge 3.7.</b> Araştırma yıllarına ait fenolojik gözlem ve tarımsal işlem tarihleri .....	29
<b>Çizelge 4.1.</b> Araştırma yıllarında konulara uygulanan sulama suyu tarih ve miktarları (mm)	34
<b>Çizelge 4.2.</b> Araştırma yıllarında konulara ait biçim tarihleri.....	34
<b>Çizelge 4.3.</b> Araştırma konularına ait iki yılın ortalamasının dönemlik, aylık ve mevsimlik bitki su tüketim değerleri (mm).....	37
<b>Çizelge 4.4.</b> Araştırma yıllarında konulardan elde edilen yeşil ot miktarları (to/da) .....	39
<b>Çizelge 4.5.</b> Araştırma yıllarında konulara ait birleştirilmiş varyans analizi .....	40
<b>Çizelge 4.6.</b> Araştırma yıllarında konulara ait Duncan testi.....	40
<b>Çizelge 4.7.</b> Araştırma konularına ait elde edilen su-verim ilişkisi ( $k_y$ ) faktörler.....	44
<b>Çizelge 4.8.</b> Araştırma yıllarında konulara ait elde edilen verim azalmaları .....	46
<b>Çizelge 4.9.</b> Araştırma yıllarında konulara ait elde edilen sulama suyu tasarrufları.....	46
<b>Çizelge 4.10.</b> Araştırma yıllarında konulara ait su kullanım etkinlikleri ( $kg/m^3$ ).....	48
<b>Ek Çizelge 1.</b> Araştırma konularına ait 2018 yılı dönemlik, aylık ve mevsimlik bitki su tüketim değerleri (mm).....	57
<b>Ek Çizelge 2.</b> Araştırma konularına ait 2019 yılı dönemlik, aylık ve mevsimlik bitki su tüketim değerleri (mm).....	58
<b>Ek Çizelge 3.</b> Araştırma konularına ait 2018 yılı yeşil ot miktarları (t/da).....	61
<b>Ek Çizelge 4.</b> Araştırma konularına ait 2018 yılı varyans analizi.....	61
<b>Ek Çizelge 5.</b> Araştırma konularına ait 2018 yılı Duncan testi.....	61
<b>Ek Çizelge 6.</b> Araştırma konularına ait 2019 yılı yeşil ot miktarları (t/da).....	62
<b>Ek Çizelge 7.</b> Araştırma konularına ait 2019 yılı varyans analizi.....	62
<b>Ek Çizelge 8.</b> Araştırma konularına ait 2019 yılı Duncan testi.....	62
<b>Ek Çizelge 9.</b> Araştırma konularından elde edilen $k_y$ su-verim ilişkisi faktörleri (2018).....	63
<b>Ek Çizelge 10.</b> Araştırma konularından elde edilen $k_y$ su-verim ilişkisi faktörleri (2019).....	63

## ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 3.1. Deneme alanında kullanılan Sorgum-Sudan otu melezi .....	25
Şekil 3.2. Deneme parsellerinin arazide konumlandırılması.....	27
Şekil 4.1. Deneme alanında konularına göre uygulanan sulama yöntemi.....	36
Şekil 4.2. Deneme alanında konularına göre gerçekleştirilen biçim işlemleri.....	37
Şekil 4.3. Araştırma konularına ait ortalama yığışımli bitki su tüketimi eğrileri .....	40
Şekil 4.4. Araştırma yıllarına ait su tüketimi-verim ilişkileri ve mevsimlik su tüketimi fonksiyonu .....	44
Şekil 4.5. 2018-2019 yılları toplam büyüme mevsimi için ortalama su-verim ilişkisi .....	47
Ek Şekil 1. Araştırma konularına göre yığışımli bitki su tüketimi eğrileri (2018) .....	61
Ek Şekil 2. Araştırma konularına göre yığışımli bitki su tüketimi eğrileri (2019).....	62
Ek Şekil 3. Toplam büyüme mevsimi için su-verim ilişkisi (2018).....	66
Ek Şekil 4. Toplam büyüme mevsimi için su-verim ilişkisi (2019).....	66

## SİMGELER DİZİNİ

$\mu\text{mhos/cm}$	: micromhos/cm
%	: yüzde
$^{\circ}\text{C}$	: santigrat derece
$^{\circ}$	: derece
'	: dakika
atm	: atmosfer
cm	: santimetre
$\text{cm}^3$	: santimetreküp
da	: dekar
g	: gram
h	: saat
ha	: hektar
kg	: kilogram
km	: kilometre
L	: litre
m	: metre
mg	: miligram
mm	: milimetre
MPa	: megapaskal
$\text{m}^2$	: metrekare
$\text{m}^3$	: metreküp
PE	: polietilen
pH	: hidrojen iyonlarının negatif logaritması
ppm	: milyonda bir kısım
s	: saniye
t	: ton

## TEŞEKKÜR

Tez konunun belirlenmesi ve tüm aşamalarında çok önemli destek ve katkıları olan değerli danışman hocam Prof. Dr. Ahmet İSTANBULLUOĞLU'na sonsuz teŐekkürlerimi ve saygılarımı arz ederim. Çok kıymetli Bölüm Başkanım değerli hocam Prof. Dr. Lokman DELİBAŐ'a ve desteklerden ötürü Biyosistem Mühendisliği Bölümü'nün değerli hocaları ile Tarla Bitkileri Bölüm Başkanı Prof. Dr. İsmet BAŐER'e Őukranlarımı sunarım. Yine beni her zaman destekleyen sevgi ve ilgilerini esirgemeyen aileme de teŐekkürü bir borç bilirim.



## 1. GİRİŞ

Dünyada nüfusun artmasıyla ters orantılı olarak tarım arazileri ve doğal kaynaklar azalmaktadır. Bunun için doğal kaynakların ve tarım arazilerinin verimli bir düzeyde kullanılması gerekmektedir. Özellikle su kaynaklarının verimli kullanımı, insan yaşamının devamlılığını sağlamak açısından çok önemlidir.

Dünyanın toplam su potansiyelini incelediğimizde, toplam su miktarı 1,4 milyar km<sup>3</sup> kadardır. Bunun % 97,4'i tuzlu formda bulunmaktadır. Kalan % 2,6'lık kesimi olan tatlı suyun %60,0'ı kutuplarda donmuş hâlde bulunmakta, % 22,2'si ise yeraltı su kaynaklarını oluşturmaktadır. Bu suyun önemli bir bölümünün ekonomik değeri olmadığı saptanmıştır. Tatlı suların ancak % 8,0'i göllerde, akarsularda ve atmosferde bulunmaktadır. Bu bilgiler ışığında, mevcut olan kullanılabilir su potansiyeliyle canlıların su ve besin alma ihtiyacı karşılanmak durumundadır (Devlet Su İşleri [DSİ], 2019).

Su kaynakları içme-kullanma suyu, tarım ve endüstri gibi alanlarda kullanılmaktadır. Belirtilen alanlarda en çok kullanıma yüzdesine sahip olan % 70 oranla tarım sektörüdür (DSİ, 2014). Tarım sektörü en fazla su kullanımına sahip olması nedeniyle su kullanımı optimizasyonu en çok dikkat edilmesi gereken alandır. Özellikle yarı kurak ve suyun kısıtlı olduğu bölgelerde yetiştirilen bitki türlerinin özellikleri ve su kullanım etkinliklerinin bilinmesi gerekir.

Yerleşim alanlarının artması ve tarım alanlarının azalmasıyla, tarım alanlarında yetiştirilen ürünlerinde verimliliğinin optimum düzeyde olması gerekmektedir. Dolayısıyla hem su kaynaklarının hem ürün verimliliğinin optimum düzeyde ilişkileri belirlenerek üretilmeli ve yüksek verim elde edilen ürünler kullanılmalıdır.

İnsanların kullandığı ana besin kaynaklarının ham maddesi olan tarla bitkileri ve hayvancılık için yetiştirilen yem bitkilerinin de su verim ilişkilerinin belirlenmesi açısından önemi büyüktür. Çünkü bir ülke ekonomisinin en önemli büyüme alanları arasında tarım ve hayvancılık bulunduğu için bu alandaki üretimin verimli olması gereklidir.

Hayvancılığın ekonomik masraflarının azaltılması için yem bitkilerinin kültüre alınmış olması gerekir. Dünyayı incelediğimizde tarımda gelişmiş ülkeler kendi tarım alanlarında yem bitkileri yetiştiriciliğine ayrılan alan; Almanya'da % 36, Hollanda'da % 31, İtalya'da % 30, Fransa ve İngiltere'de % 25 ve Amerika Birleşik Devletleri'nde % 17'dir. Ülkemizde ise bu

oran % 9 civarındadır (Güner, Altuntaş, Arslan ve Aydemir, 2014; Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], 2014).

Ülkemizdeki yem bitkileri yetiştiriciliğini incelediğimiz zaman son yıllarda büyük önem kazansa da gelişmiş ülkelerle kıyaslandığında yeterli düzeyde değildir. Ülkemizde en çok yetiştiriciliği yapılan yem bitkileri yonca, korunga, fiğ ve silajlık mısır bitkileridir (TÜİK, 2018).

Yem bitkilerine, ülkemizde çoğunlukla kuru koşullarda yetiştirilmekle birlikte önemli oranda da sulanmaktadır. Ancak ülkemizde nüfusun artması, hayvansal ürünlere talebin artmasıyla kaba yem ihtiyacının karşılanamamış olması yem bitkilerinin kültüre alınarak ve sulama uygulamaları yapılarak üretilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Bu durumdan hareketle ülkemizde son yıllarda toplam sulama yapılan alanın yem bitkilerine ayrılan oranında artış gözlenmektedir (DSİ, 2016).

Ülkemizde önemli bir tarımsal potansiyeli olan Trakya Bölgesi'nde çoğunlukla ayçiçeği, mısır, buğday ve çeltik tarımı yapılmaktadır. Trakya Bölgesi'nde hayvancılık da yaygın olarak yapıldığı için büyük ve küçükbaş hayvanların yem ihtiyacının karşılanması gerekmektedir. Trakya Bölgesi'nde ortalama yem tüketimi incelendiğinde işletme başına kaba yem tüketimi 14,6 t/yıl, silaj tüketimi 47,1 t/yıl ve karma yem tüketimi 8,18 t/yıl olarak saptanmıştır. Ağırlıklı olarak işletmeler silajlık mısır ve arpa yetiştirmektedir (İnan, 2012). Yem ihtiyacının karşılanması için yüksek verim elde edilebilecek ve besin değerleri yüksek olan yem bitki türleri kullanılmalıdır. Özellikle sorgum birim alandan yüksek verim elde edilen bir bitkidir. Trakya Bölgesi'nin Edirne ilinde, yem bitkilerinin morfolojik özellikleri ve ot verimi üzerine yapılan çalışmada silajlık sorgum mısırdan daha fazla verim değerine ulaşmıştır (Demirhan, 2007).

Sorgum bitkisi tek yıllık buğdaygil bitkisi olup, iyi bir yaz mevsimi yem bitkisi olması ve ikincil ürün olarak kullanılabilmesi önemini arttıran etkenlerdendir (Avcıoğlu, Hatipoğlu ve Karadağ, 2009). Dünyada Buğday (*Triticum aestivum L.*), Çeltik (*Orya sativa L.*) ve Mısır (*Zea mays L.*)'dan sonra en çok yetiştirilen sorgum genellikle dane yem olarak üretilmektedir. Özellikle kanatlıların, büyükbaş ve küçükbaş hayvanların beslenmesinde kullanılmaktadır (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 1995).

Ülkemizde sorgum çoğunlukla Muğla, Zonguldak, Aydın ve Adana gibi illerde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Trakya Bölgesi'nde büyük alanlarda yetiştiriciliği yapılmazken, en

çok yetiştiriciliği Kırklareli’nde yapılmaktadır (Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı [GTHB], 2016; Türkiye İstatistik Kurumu, [TÜİK], 2016).

Trakya Bölgesi yarı kurak iklim rejiminde yer almaktadır. Sorgum bitkisi toplam gelişme dönemlerinde 400-600 mm yıllık yağışa sahip olan bölgelerde yetişmektedir (Avcıoğlu, vd., 2009). Dolayısıyla Trakya Bölgesi için uygun bir yem bitkisidir. Bazı ülkelerde yonca (*M.sativa*), çayır üçgülü (*T. Pratense*) gibi bitkilerden 2 t/da verim elde edilirken, bu miktar mısır (*Zea Mays*) ve darı (*Sorghum sp.*)’da 5 t/da’ya kadar çıkmaktadır (Altın, 1991). Edirne ilinde sorgum yetiştiriciliğini incelediğimizde, 70 da gibi alana ekilmesine rağmen, çok daha fazla alanlarda tarımı yapılan mısır ve yonca bitkilerine göre daha fazla verim (5.000 kg/da) elde edildiği gözlemlenmiştir (TÜİK, 2016). Edirne ilinde yapılan bilimsel bir çalışmada, buğday hasadından sonra ikinci ürün olarak silaj mısır, silaj sorgum ve dane tipi sorgum bitkilerinin sulu koşullarda yetiştirilebileceği ve silajlık olarak değerlendirilebileceği sonucuna ulaşılmıştır (Demirhan, 2007).

Sorgum-Sudan otu melezi bitkisi uygun bir besin madde içeriğine sahip olduğundan hem yeşil hem de silo yemi olarak hayvancılıkta geniş kullanım alanına sahiptir. Özellikle silajlık çeşitlerin birim alanda fazla miktarda biyokütle oluşturduğu, aynı zamanda mısır bitkisinden daha fazla yeşil aksam ürettiği pek çok araştırmacı tarafından açıklanmıştır. Baklagillerle de karışık olarak ekilebilmektedir. Sorgum-Sudan otu melezlerinin yapısındaki fermente olabilir şeker oranının yüksekliği nedeniyle, yeşil yem ve silaj değerleri yüksektir ve parçalanma veya silaj makinasıyla biçildikten sonra, fermantasyonda katkı maddelerine gereksinim duyulmadan, başarılı bir silaj yapılabilir (Avcıoğlu vd., 2009). Buna ek olarak, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi’nde yapılan bir çalışmada arpa hasadından sonra ekilen hayvan pancarı, yem şalgamı, silajlık mısır ve sorgumun verim ve ham protein oranı buğday hasadından sonra yapılan ekimlere göre daha yüksek çıkmıştır (Parlak ve Sevimay, 2007).

Sorgum ve Mısır’ın verim özellikleriyle ilgili yapılan çeşitli çalışmalarda Antalya’da Sorgumun yeşil ot verimi daha yüksek olarak saptanmıştır (Çeçen vd. 2005). İzmir’de yapılan başka bir çalışmada ise kuru madde verimi bakımından mısır ile sorgum-sudan otu melezi arasında farklılık olmadığını, ancak ham protein verimi ve silaj kalitesi yönünden mısırın, diğer sorgum türlerinden daha yüksek olduğunu göstermiştir (Geren ve Kavut, 2009).

Sorgum bitkisini su-verim ilişkileri açısından ele aldığımızda, bu konuyla ilgili ülkemizde çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Ülkemizde çok fazla tercih edilen ve bilinen bir yem bitkisi değildir. Çoğunlukla mısır, yonca, fiğ gibi yem bitkilerinin kullanılması, sorgumun tercih edilmemesinin nedeni olarak gösterilebilir. Ancak az ve düzensiz yağış alan bölgelerde sorgum bitkisi sulamaya olumlu tepkiler vermektedir. Sorgum bitkisinin kısıntılı sulama suyu ve bitki popülasyonu koşulları altında yetiştirildiğinde önemli verim dengeleme süreçlerinin meydana geldiği görülmüştür (Berenguer ve Faci, 2001). Sorgum bitkisinin orta ve fazla seviyede su kısıtı uygulanan alanlarda, mısıra göre daha fazla verim verdiği saptanmıştır (Farre ve Faci, 2006). Buradan da anlaşıldığı gibi sorgum bitkisinin kısıntılı sulama şartlarına uygun bir bitki olabileceği görülmektedir. Trakya Bölgesi'nde yarı kurak iklim şartlarının hâkim olması ve çoğunlukla kuru tarım uygulamaların yapıyor olması, sorgum bitkisinin bu bölge için uygun bir bitki olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmanın amacı da son yıllarda Trakya Bölgesi'nde özellikle Tekirdağ'da giderek artan süt sığırcılığı için, taze yeşil yem ihtiyacının karşılanmasında önemli bir ekim alanı oluşturmaya başlayan Sorgum-Sudan otu melezinin, bölge koşullarında su-verim ilişkilerinin belirlenmesi, sulama zamanı programının bilinmesi ve bölge tarımında bitki çeşitliliğinin sağlanmasıdır.



## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Brown ve Shrader (1959), kuru koşullarda yaptıkları çalışmada toprak neminin depolanmasının, sorgumun sıra aralıklarına ve bitki popülasyonuna belirgin bir etkisinin olduğunu belirlemişlerdir. Kurak şartlarda yem bitkileri ile tahıl ürünleri arasında doğrusal olmayan bir ilişki saptamışlardır. Depolanan nem miktarı arttıkça su kullanım etkinliğinin artış gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Musick, Grimes ve Herron, (1963), sorgum tane verimleri ile sulama sayısı, toprak neminin azalması ve uygulanan azotun artışları ile eğrisel ilişkinin olduğunu saptamışlardır. Bitki su tüketiminin, sulama sayısı ve mevcut toprak nemi ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Sulama ve uygulanan azot ile su kullanım etkinliğinin arttırdığını saptamışlardır.

Allen ve Overman (1978), Sorghum-Sudan otu (*Sorghum vulgare Pers.- Sorghum sudanese Stapf.*) ve Kenaf (*Hybiscus cannabinus L.*)<sup>1</sup>, Lakeland ince kumlarında ikincil belediye atık suları ile sulamışlar ve her iki bitkinin verimliliğini ticari gübre kullanan diğer araştırmacılarıkiyle karşılaştırmışlardır. Bitki besin (N, P, K) alımının sulama uygulamaları ile arttığını saptamışlardır.

Faci ve Fereres (1980), 1977 yılında derin kumlu bir toprak da *Sorghum bicolor (L) Moench* Cv “Pioneer 846” çeşidi ile iki deneme yapmışlardır. Birinci deneme; biri iki günde bir (HF), diğeri 10 ile 14 günde bir (NF) sulanan iki hattan oluşan yağmurlama parselinden oluşturmuşlardır. Her iki sistemde mevsimlik su miktarı eşit olarak vermişlerdir. Bitkinin toprakaltı çok kuru olduğundan farklı miktarlardaki suyun uygulanması, su stresinin şiddetli bir şekilde büyümesine yol açtığını saptamışlardır. İkinci denemede; toprak profili tamamen ıslanmış bitişik alanlardan oluşturulmuştur. Denemeler her hafta sulanan (I) ve hiç sulanamayan (NI) olacak şekilde oluşturmuşlardır. Toprak su içeriği, yaprak su potansiyeli, yaprak alan indeksi, bitki örtüsü ve kuru madde birikimi sık aralıklarla ölçülmüş ve gelişme dönemi sonunda verimler belirlenmiştir. HF ve NF konularının her ikisinde de dönemsel bitki su tüketim, dane verimi ve ürünlerin kuru madde miktarları arasında doğrusal bir ilişki saptamışlardır. Mevsimsel değerleriyle potansiyele yakın bitki su tüketimi, dane verimi ve ürünlerin kuru maddesi, sulama sıklıklarıyla arasında fark bulunamamıştır. Düşük mevsimsel bitki su tüketimi NF konusu, HF’ye göre dane ve kuru madde verimi daha fazla saptanmıştır.

Dennis, Darrell, Charles, Sullivan ve Gilley, (1982), evapotranspirasyon-verim (ET-Y) ilişkileri ile kısıntılı sulama yönetim stratejilerinin değerlendirilmesini esas alan tahıl sorgumu [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] için Nebraska'da bir deneme yürütmüşlerdir. Her büyüme aşaması boyunca birkaç farklı bitki su tüketimi seviyesinin ele alındığı denemede, değiştirilmiş hat kaynaklı yağmurlama sistemi kullanılmıştır. Çalışmada bu bölgede tahıl Sorgumun bitki evapotranspirasyon-verim ilişkilerinin belirlenmesi, bu ilişkinin zamanı ve su kısıtı yoğunluğunu nasıl etkilendiğini, seçilen genotiplerin bitki su tüketimi ve verim tepkisinin karşılaştırılması ve kısıntılı sulamamanın bitki su kullanım etkinliğini artırıp- artırmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır. İki sezonda da evapotranspirasyon (ET) ve bitki verimi (Y) veya kuru madde arasındaki ilişki doğrusal olarak saptanmıştır. Test edilen tüm koşullar altında evapotranspirasyon azalmasının bazı verim azalmalarına neden olduğu saptanmıştır. Belirli bir genotip için ET-Y ilişkisinin eğimi, denemenin büyüme mevsimine bağlı olarak büyük ölçüde değiştiğini gözlemişlerdir. En düşük eğimler, stresin tüm büyüme mevsimi boyunca sürekli olarak arttığı bir işlem ile ilişkilendirmiştir. Sulama, büyüme mevsiminin sadece bir kısmı için değişen derecelere sınırlandırıldığında, eğim genellikle dik olarak belirlenmiştir. Birim başına bitki su tüketimi açığı büyük verim azalmaları ile son işlemlerde kademeli stres oluşumuna nazaran düşük kalitede sulama stratejisi dikkate alınmıştır. Hibritlerin birisi, giderek artan şiddetli su stresini sağlayan işlem için diğer genotiplere göre ET-Y ilişkilerinin eğimi daha az bulunmuşlardır. Ancak verim azalma yüzdeleri tüm hibritler için çok düşük olarak bulunmuştur. Genotiplerin verim azalma oranları iki gelişme mevsiminde farklı olarak saptanmıştır. Bitki su tüketimi, maksimumun altına düştüğünde, su kullanım etkinliğinin sürekli olarak düştüğünü gözlemlemişler. Su stresinin zamanlamadan bağımsız olarak su kullanım etkinliğinin azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Büyüme mevsimi boyunca kademeli olarak stres arttığında azalmalar çok düşük olarak belirlenmiştir.

Stewart, Musick ve Dusek (1983), yağışın etkin kullanımı ve derecelendirilen karıkların kısıntılı sulanması için bir sulama sistemi (LID) geliştirmişler ve bunu tarlada uygulamışlar. Amaçları geleneksel olarak sulanandan daha fazla alanı sulamak için kısıntılı miktarda su kullanmaktır. % 0,3 ile 0,4 eğim üzerinde 600 m uzunluğunda kademeli karık sulaması yapılmıştır. Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) ekili alanda LID sisteminin, sulama suyunun kullanım verimliliğini arttırmakta başarılı olduğu saptanmıştır. Sistemle, transpirasyon dışındaki tüm kayıpların azalma eğiliminde olduğu saptanmıştır.

Blum ve Arkin (1984), sorgumun erkenci (58M) ve geç (90M) izogenik hatlarında bitki kök gelişimini gözleyen bir deneme kurmuşlardır. Gözlem alanı cam bir panele sahip içi tamamen toprak dolu çelik yapıdan oluşturulmuştur. Cam panel ile gözle görülen köklerin ölçülmesi ve tartılması sağlanabilmiştir. Toprak ekimden önce tarla kapasitesine kadar sulanmış, toprak nem içeriği % 50'ye düştüğünde sulama uygulaması yapmışlardır. Bitki kök uzunluğu yoğunluğu ile yaprak alanı başına kök uzunluğu her bir genotip için saptanmıştır. Toprak neminin stresli şartları altında yeşil yaprak alanı başına kök uzunluğu yoğunluğunun artış gösterdiği saptanmıştır.

Myers, Foale ve Done (1984), farklı sulama sıklıklarında (7 gün, 14 gün, 28 gün ve 42 gün aralıklarla ve sadece bir kez ekimde) erkenci ve geç dört sorgum çeşidini (Qicksilver, Texas610SR, E57 ve Q7844) içeren deneme gerçekleştirmişler. Toprak suyu dağılımı, kök dağılımı ve bitki su tüketimini periyodik olarak belirlemişlerdir. Sulama sıklıklarıyla en çok su kullanımı toprağın 40 cm'lik derinliğinde olduğu ve sığ kök gelişimiyle sonuçlandığını saptanmışlardır. Su alma derinliği, sulama sıklığının azalmasıyla ve bitki yaşıyla artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Doğrudan ölçülerek belirlenen kök derinliği etkisi, toprak suyu profillerinden çıkarılanlarla benzer olduğu saptanmışlardır. Kök uzunluğu başına su alımı, 40 cm'lik toprak katmanlarında toprak suyu içeriği ile benzer olarak belirlemişlerdir.  $ET_a/ET_p$  (gerçek bitki su tüketimi/potansiyel bitki su tüketimi) sulamadan sonra toprağın kuruluk derecesine göre üç aşamada sınıflandırmışlardır. İlk aşamada sulamadan hemen sonra,  $ET_a/ET_p$ , yaprak alan indeksi ve sulama aralıkları, çeşitten bağımsız olarak, genel olarak 0,75' e yakın olarak saptanmışlardır. İkinci aşamada doğrusal fonksiyonlar yeterli olarak  $ET_a/ET_p$ ' yi 5'den daha küçük bir yaprak alan indeksi (LAI) fonksiyonu olarak tanımlamışlardır. Toplam toprak suyunun 1.8 m'ye gerilediğinde başlayan üçüncü aşama boyunca  $ET_a/ET_p$  ilişkileri zayıf olarak belirlenmiştir. Toprak suyunun kullanım verilerinin analizlerini takip ederek, dikkatli bir şekilde hazırlanmış 3 sulama zamanını takiben ekimde sulama ile sorgumun maksimum verim elde edeceği saptanmıştır.

Bullock, Dugarte, Fernade, Fowler ve Moore (1991), Sorgum-Sudan otu hibritlerinin sulanmasıyla bitki gelişim oranına (CGR), yaprak alan indeksine (LAI), net asimilasyon oranına (NAR) ve özel yaprak oranına (SLA) etkilerini belirlemişlerdir. Meksika'da yapılan bu çalışmanın amacını sorgum-Sudan otu hibrit bitkisinin gelişmesi ve olgunlaşması üzerine sulama miktarının etkisinin belirlenmesi olmuştur. Yapılan işlemler ıslak, normal ve kuru olarak sınıflandırmışlardır. Normal düzeyde parselin toprak nemi tansiyonunun 30 kPA'a her

ulaştığında sulama uygulanmıştır. Islak, normal, kuru düzeyler, maksimum bitki kuru ağırlığı (PDW) sırasıyla 1800 g/m<sup>2</sup>, 1400 g/m<sup>2</sup> ve 1000 g/m<sup>2</sup> olarak saptanmışlardır. Maksimum kuru yaprak ağırlığı (LDW) sırasıyla, 480 g/m<sup>2</sup>, 440 g/m<sup>2</sup> ve 410 g/m<sup>2</sup> ve maksimum yaprak alan indeksi (LAI) sırasıyla 11,4, 10,2 ve 9,5'lik olarak bulunmuşlardır. Bu nedenle sulamanın artırılmasıyla maksimum alan indeksi (LAI) ve maksimum kuru yaprak ağırlığı (LDW) artış gösterdiğini saptanmış fakat maksimum bitki kuru ağırlığında (PDW) daha az olarak bulunmuştur. Sulamanın artırılması ile PDW'deki artış tercihen yapraklar yerine, tahıl ve sap kısımlarına ayrılmıştır. Yaprak morfolojisinin sulamaya tepkisi ayrıca değiştiği gözlemlenmiştir. Mevsimin son bölümü dışında sulamanın artırılması ile özel yaprak alanında (SLA) genel bir artış gözlenmemiştir. Alan indeksi (LAI), kuru yaprak ağırlığı (LDW) ve özel yaprak oranı (SLA)'nın daki değişiklikler bitki kuru ağırlığına (PDW) göre çok daha az olarak saptanmıştır. Islak, normal ve kuru sulama seviyeleri haftada maksimum bitki gelişim oranı (CGR), sırasıyla 324 g/m<sup>2</sup>, 271 g/m<sup>2</sup> ve 204 g/m<sup>2</sup> ve net asimilasyon oranı (NAR) sırasıyla 49,5 g/m<sup>2</sup>, 46,9 g/m<sup>2</sup> ve 45,8 g/m<sup>2</sup> olarak saptanmıştır. Hem yaprak alan indeksi (LAI) hem de net asimilasyon oranındaki (NAR) artış nedeniyle nemin artması ile bitki gelişim oranında (CGR) büyük oranda artış gözlemlenmiş fakat net asimilasyon oranındaki (NAR) artış çok fazla olmadığı saptanmıştır.

Tolk ve Howell (2001), farklı toprak tiplerini içeren tartılı lizimetrelerde sorgum yetiştirerek mevsim boyunca kümülatif ET<sub>c</sub> ve ET<sub>m</sub> arasındaki farkı belirlemeye çalışmışlardır. Mevsim sonunda tüm işlemlerdeki maksimum farkın yaklaşık 60 mm veya % 10 olduğunu saptanmışlardır. Tek sefer kc tahmininde ise 120 mm'ye kadar tamamen sulanmış işlemin son kümülatif bitki su tüketimi değerini az olarak saptanmışlardır. Tüm sulama işlemlerinde günlük sulama miktarının uygulanmasıyla benzetilmiş çift kc kullanım metodu tüm işlemlerde 100 mm'den daha fazla sulama suyuna ihtiyaç duyduğu belirtmişlerdir.

Berenguer ve Faci (2001), kuraklığa ve yüksek sıcaklığa toleranslı olan sorgum, bitki gelişimi boyunca sulama suyu kaynaklarının kısıtlı olduğu alanlarda kısıntılı sulamaya, mısır bitkisine alternatif olabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmanın amacı, Orta Ebro Vadisi (İspanya) iklim şartlarında mevcut su kaynakları altında dört farklı sıklık da ekilen sorgumun verim bileşenleri arasındaki üretken etkiyi ve telafi olgularını incelemek olarak belirlemişlerdir. Yağmurlama sulama yöntemini kullanmışlardır. Bu teknikle uygulanan su, sürekli ve azalan bir gradyan üretmiştir. Sonuç olarak farklı sulama işlemleri önemli üretim parametreleri ve tahıl sorgumun verime etkilerini göstermişlerdir. Su stresi, mevsimsel bitki su tüketimi, toplam kuru madde ağırlığı, sorgumun dane verimi ve hasat indeksi arasındaki ilişkiler dört farklı

yoğunluktaki sorgum bitkisinde doğrusal olarak saptamışlardır. Farklı özelliklerdeki bitki yoğunlukları, kuru madde, dane verimi ve hasat indeksi etkilerinin önemli olmadığını saptamışlardır. Sonuç olarak sorgum bitkisinin bitki popülasyonunun sınırlı sulama şartlarında geliştirildiğinde önemli verim dengeleme süreçlerinin gerçekleştiğini saptamışlardır. Dolayısıyla büyük sürgün üretimi, dane başına çok sayıda bileşik salkım otu ve daha yüksek dane ağırlığını, daha düşük bitki yoğunluklarının m<sup>2</sup> başına daha az bitki miktarıyla karşıladığını saptamışlardır. Bu çalışmada yüksek bitki yoğunluğunun sorgum dane verimine avantaj sağlamadığını göstermişlerdir.

Ebenezer, Ayorinde ve Olufayob (2004), çalışmalarını Sorgum (*Sorgum bicolor* (L) Moench) bitkisinin, bitki su tüketimi (ET), dane verimi ve kanopi sıcaklığına (Tc) bağlı stres arasındaki ilişkilerin performansını incelemek için yapmışlardır. Birbirini izleyen üç yıl boyunca kuru ve sulak şartlarda iki kez kontrol edilen işlemlerde 14 farklı sulama konusu belirlemişlerdir. Toprak suyu içeriği ve sıcaklığı (Tc) ölçülmüş ve sıcaklık tabanlı stres indisleri (günlük stres derecesi (SDD), günlük sıcaklık (TSD) ve toprak suyu stres indeksi (CWSI), bitki su tüketimi yanı sıra verim değerleri arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Hava sıcaklığı (Ta) farklı stresli işlemlerde -2 ile 18 °C arasında değişmiş ve ıslak işlemlerde çoğu zaman negatif değerlere ulaştığını saptamışlardır. Tc-Ta ve buhar basıncı açığı arasındaki ilişkiler genellikle rüzgâr hızı fonksiyonu ve küresel güneş radyasyonu üzerine incelenen toprak suyu stres indeksi (CWSI)'nin belirlenmesinde başlangıç olarak almışlardır. Gözlemler kanopi sıcaklığının (Tc) iklim koşullarından etkilenebileceğini göstermesine rağmen bu çalışmanın, sorgumun stres durumunda da yararlı hizmet verebileceğini saptamışlardır. Kanopi sıcaklığı (Tc) temelli stres indisleri ve bitki su tüketimi (ET) arasında bir ilişki bulmuşlardır. Dane veriminin yanı sıra bu ilişkileri ön görücü amaçlar için kullanılan imkânlar için önerilebileceğini belirtmişlerdir.

Sinclair, Hammer ve Oosterom, (2005), çalışmalarında stoma kapanması olarak öğlen vakti sıkça gözlemlenen maksimum transpirasyon kısıtlamaları oranlarını, sulu şartlar altında gözlemlemişlerdir. Bu tür kısıtlamalar, bitkide sınırlı hidrolik iletkenlik veya bitkinin köklerinden ihtiyaç duyduğu suyu kısıntılı bir şekilde almasına neden olduğunu belirtmişlerdir. Bu davranışın, toprak suyunun korunmasıyla, transpirasyon etkinliğinin artış göstermesi ve fotosentez oranının kısıtlanmasına yol açtığını saptamışlardır. Tohumun dolgusu ve artan tahıl verimi sırasında sürekli büyüme ile suyun korunmasına karşılık verip veremeyeceği kritik bir soru olduğunu belirtmişlerdir. Bu simülasyon analizleri, maksimum transpirasyon oranı, bir modelde uygulandığında sorgum veriminin birkaç yıl içerisindeki sonuçları incelemişlerdir.

Avustralya'nın sorgum yetiştirme alanlarında her mevkide 115 mevsim için verimleri simule etmişlerdir. Ortalama verim, maksimum transpirasyon oranını 0,4 mm/h olarak ayarlayarak çok az oranda (% 5 - % 7) artış sağladığı gözlemlenmiştir. Ancak yetiştiricilerin ekonomik olarak daha fazla savunmasız olabileceği kurak, verimsiz yıllarda verim artışı gerçekleştiğini saptamışlardır. Verimi 450 gr/m<sup>2</sup>'den daha düşük olduğu yıllarda, maksimum transpirasyon oranının, verim artışını % 9-13 oranında arttırarak sonuçlandırdığını saptamışlardır. Daha yüksek verim seviyeleri, azalan verimleri simule etmişlerdir. Kısıtlı maksimum transpirasyon oranı için verim etkileri su kullanım etkinliğinin artması ile ilişkili olduğunu saptamışlardır. Transpirasyon atmosferik taleplerin en fazla olduğu günün belli saatlerinde azaldığından bu sonuçların ortaya çıktığını saptamışlardır. Sorgum yetiştiriciliğinin risk tutumuna bağlı olarak, maksimum transpirasyon özelliğinin birleşimi, bitki verim istikrarı, bitki su kullanım etkinliğini geliştirmesi ve kurak yıllarda da verimin arttırmasını beklemektedirler.

Payam ve Yousef (2005), bir yem sorgumu çeşidinin fizyolojik ve yem verimi özelliklerini İran'ın Azad Üniversitesinde, 4, 7 ve 10 gün aralıklarla yapılan sulama konularıyla incelemişlerdir. Tasarlanan deneme, üç tekrarlı bloklara ayrılmıştır. Sulama aralıkları alt parsellerde belirlenen 8, 12 ve 15 cm olan farklı bitki sıra aralıklarına ve ana parseller ayrılarak çalışmışlardır. Yem verimi ve bileşenleriyle ilgili farklı fizyolojik özellikleri gelişim mevsimi boyunca ölçmüşlerdir. Varyans analizleri ve ortalama karşılaştırmaları bölünmüş parsel tasarımları prensipleri kullanılarak yapmışlardır. En iyi sulama aralıkları ve yoğunlukları belirlenmiştir. Bu denemede en iyi sulama aralığı 4 ve 7 gün ve en iyi bitki yoğunluğu 12 cm olarak bulmuşlardır.

Farre ve Faci, (2006), kuraklığa dayanıklı bitkiler yetiştirmek için sulama suyunun sınırlı olduğu bölgelerde su tasarrufu yapılması gerektiğini vurgulamışlardır. Bu çalışmanın amacını mısır ve sorgumun sulama açığına olan tepkilerini karşılaştırmak olarak belirlemişlerdir. Kuzeydoğu İspanya'daki killi toprağa yağmurlama sulama yöntemi kullanılarak bir alan denemesi yapmışlardır. Fenoloji, ekin suyu alımı, toplam yerüstü biyokütle ve verim, her iki mahsuldeki sulanan bitkiler, belirgin şekilde etkilendiği saptamışlardır. Mısır verimi iyi sulanan koşullar altında sorgumdan daha üstündür, ancak sorgum, orta veya şiddetli su eksikliği altında mısıra göre daha fazla ürün verdiğini saptamışlardır. Sorgum, daha derin toprak katmanlarından su çekme kabiliyetine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Sulama açığı altındaki yüksek verimi, daha yüksek bir biyokütle, daha yüksek hasat indeksi ve daha yüksek su kullanım verimliliği ile elde etmişlerdir. Sonuçlar, kuzeydoğu İspanya'nın yarı kurak

koşullarında, sorgumun sınırlı su koşullarında, mısıra iyi bir alternatif olabileceğini göstermiştir.

Demirhan (2007), 2003 ve 2004 yılları ikinci ürün yetiştirme döneminde Edirne'de Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme alanında tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak araştırma yapmıştır. Araştırmada, silaj mısır (Arifiye), silajlık sorgum (Rox), dane tipi sorgum (Akdarı) çeşitlerinde bitki boyu, sap çapı, kardeş sayısı, yaprak sayısı, yaprak ağırlığı, hasıl verimi ve kuru madde oranı incelenmiştir. Hasat verimi olarak silajlık sorgum (Rox) 6160 kg/da verim ile birinci sırada, mısır (Arifiye) 5378 kg/da ile ikinci sırada ve dane tipi sorgum (Akdarı) 4595 kg/da verim verdiği tespit edilmiştir. Edirne ilinde, buğday hasadından sonra ikinci ürün olarak silaj mısır, silaj sorgum ve dane tipi sorgum bitkilerinin sulu koşullarda yetiştirilebileceği ve silajlık olarak değerlendirilebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Assefa, Staggenborg ve Prasad (2010), sorgum kuraklığa toleranslı bir bitki olduğu için, su stresi beklenen durumlarda genellikle tercih edilmiştir. Bu çalışmanın amacı, kurak alanlarda gerçek ve potansiyel sorgum verimi arasındaki boşluğu daraltmaya yardımcı olabilecek çözümler için kuraklığa dayanıklı sorgum hibrit varyasyonları ve su stresi etkisi, su gereksinimlerini belirtmişlerdir. Tahıl sorgumu, diğer çoğu tahıl bitkisine göre kuraklığı tolere edebilen ancak kuraklığa sorgumun tepkisi, verim kaybı olmadan olmayacağını belirtilmiştir. Sadece vejetatif evrede uygulanan su stresi verimin % 36'dan daha fazla azalabileceği ve gelişme evresinde uygulanan su stresinde verimin % 55'ten daha fazla azalabileceğini saptamışlardır. Sorgum üretiminin % 80'ni kurak şartlar altındadır. Mevcut kuraklık da sorgum, mevcut genetik potansiyeliyle verimini ikiye katlayabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışma sonucunda, mevcut fizyolojik farklılıkları veya tam tersi nedeniyle sorgum hibritleri arasındaki kuraklığa toleranslı sorgum çeşitlerinin genotip çeşitlerinin varlığının ortaya koyacağı belirlenmiştir. Araştırma alanında öne sürülen mevcut yöntemler, kurak şartlar altında su stresi etkilerini azaltma seçeneklerini uygulayarak saptanmıştır.

Miller ve Ottman (2010), fosil yakıtların maliyetinin artması ile yenilebilir yakıt üretiminin geliştirilmesi ve araştırmasını yapmışlardır. Bu çalışmada tatlı sorgumun (*Sorghum bicolor* (L) Moench) etnonal verimi ve bitki gelişimi üzerine sulama sıklıklarının etkilerinin değerlendirilmesini yapmışlardır. Tucson'da bitki toprak suyunun % 35, % 50 ve % 65 azalmasıyla tetiklenen sulama öncesinde ve sonrasında dokuz kombinasyonlu sulama sıklıkları kurmuşlardır. Toprak türü çok ince kumlu, verimli toprak olarak belirlemişlerdir. Uygulanan suya yağışlarında ilave edilmesiyle 1394 mm'den 1075 mm'ye kadar değiştiğini gözlemlemişlerdir. Deneme alanında saptanan bitki su kullanımı, % 50 ve % 65 azalma olan

işlem (tüm mevsim) farklı değilken, en sık olan sulama konusunda (sırasıyla 882 mm ve 884 mm) su kullanım etkinliği en yüksek olarak saptamışlardır. Olgunlaşma aşaması ve V-17' nin biokütlesinin artmasına rağmen sulama sıklıkları, etanol verim ve biyokütle verim için hasatta hiçbir fark bulunmamıştır. % 65 ve % 50 azalma konuları (tüm mevsim) % 35 olan azalma konularına göre birim başına uygulanan suyla biokütlesi daha fazla olarak saptamışlardır. Uyguladıkları su stresinin tatlı sorgumda şeker konsantrasyonunu arttırmadığı veya çalışmalarında, uygulanan su stresinin (su kullanım potansiyelinin % 24 azaltılmasıyla) yeterli olmadığından, hasatta toplam şeker konsantrasyonunda bir farklılık bulunmadığını saptamışlardır. Tatlı sorgumun % 50 oranında azalmadan daha sık sulanmasıyla etanol verim artmamış ve su birimi başına ürünün biokütlesi azalmadığı saptamışlardır.

Garofalo, Vonella, Ruggieri ve Rinaldi (2011), sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) biokütlesi bioetanol zincirinde enerji üretimi için kullanılabilen bir bitkidir ve potansiyeli ve sulama suyu seviyesiyle ilgili daha fazla bilgi Akdeniz bölgesinde sorgumun potansiyel yayılımını değerlendirmede yardımcı olabilir. Çalışma, İtalya'nın güneyinde deneme alanında iki yılda gerçekleştirmişlerdir. Optimal sulanan (uygulanan sulama, gerçek bitki su tüketiminden daha büyük) ve stresli sulanan konunun (optimal alanın yaklaşık % 65) gelişim analizleri, toprak su içeriği ve hasadın yer üstü biokütlesi (ADM) verimini analiz edip ölçmüşlerdir. Radyasyon kullanım etkinliği (RUE), su kullanım etkinliği (WUE) ve sulama suyu kullanım etkinliğini (IWUE) ayrıca hesaplamışlardır. Mevsimsel su kullanımı, optimal işlemden 830 mm'den stresli 589 mm ye kadar değişmiştir. Benzer şekilde hasadın yer üstü biokütlesi (ADM), iki sulama konusu arasında istatistiksel bir farklılık bulamamışlardır. Bir bitki döngüsü boyunca, fotosentetik ve aktif radyasyon arasında birinci dereceden denklemin eğimi olarak hesaplanan, radyasyon kullanım etkinliği (RUE) ortalama  $2,84 \pm 0,65$  g/mj olduğunu göstermişlerdir. Su kullanım etkinliği (WUE) ve sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) konuları (ortalama 8,22 ve 5,87 kg/m<sup>3</sup>) arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmadığını belirtmişlerdir. İki yıllık denemede IWUE ve WUE (her ikisi de yağmurlu geçen sezonda) etkilenmişlerdir fakat RUE'nin etkilenmediğini belirtmişlerdir. Biokütle sorgumun elde edilen yüksek RUE ve WUE değerleri, kuru madde üretim etkinliğiyle dikkate değer bir ürün olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar, Akdeniz biçim sisteminde, biokütle sorgumun enerji elde etme için alternatif bir ürün olarak tanımlanabileceğini fakat yeterli mevsimsel sulama suyu ihtiyacının 500 mm'den az olmaması gerektiğini saptamışlardır.



Zegada-Lizarazu, Zetta ve Monti (2011), son yıllarda sorgum, yüksek verim potansiyeli ve kuraklığa mısırdan daha iyi adapte olması nedeniyle biyo-yakıt üretimi için alternatif bir bitki olarak büyük dikkat çekmiştir. Ancak, yeni geliştirilen sorgum genotiplerinin su kısıtlarına tepkisi, özellikle kök seviyelerinin ve su alma düzenleri hakkında çok az şey bilinmektedir. Bu çalışmanın amacı; iki sulama düzeninin, mısır (*Zea mays*, PR32F73 çeşidi) ile sorgum hibritinin (*Sorghum bicolor*, sucro 506 çeşidi) kök seviyelerinin karakteristik gelişimi, yetiştirilmesi ve su alım kapasitesini karşılaştırmaktır. Tam sulama ile sorgumun fiziksel aktivitelerine mısır yakın değilken, kurak stresli sorgum yakındır. Potansiyel kurak stresli sorgumun biokütle üretimi yaklaşık % 38 azalmışken, mısır da % 47 azaldığını saptamışlardır. Su kullanım etkinliği (WUE), tatlı sorgumda % 20 ve mısırdaki % 25 azaldığı saptanmıştır. Buna ilaveten, mısırın kök uzunluğu yoğunluğunun aksine, kurak stresli sorgumun kurak stresli sorgumun su tutma kapasitesinin daha gelişmiş olduğu saptamışlardır. Kurak stresli mısırın köklerinin su tutma etkinliği, kurak stresli sorgumun su tutma kapasitesine yakın olduğunu saptamışlardır. Fakat aynı durumun tatlı sorgumda olmadığını saptamışlardır. Sorgumun kuraklığa yüksek adaptasyonu, sürekli fizyolojik aktiviteleri ve büyük kök sistemi, su kullanım sistemini arttırdığını saptamışlardır. Ayrıca tatlı sorgum, su tutma etkinliği, kontrol ederek karşılaştırılarak azalması ile ilişkili olduğu, fakat mısırla karşılaştırıldığında ilişkili olmadığı saptamışlardır.

Susan, Evett, Colaizzi ve Howell (2012), bitki su stresi indeksini (CWSI) bitki su stresi ve sulama zamanlarını karakterize etmek için kullanmışlardır. Genellikle bu termal temelli stres indeksi, öğleye yakın saatlerde veya sonrasında bulutsuz şartlarda, belirli bir süre sonra veya günde bir kez ölçülerek hesaplanmışlardır. Öğle saatine yakın bir CWSI sinyali önlenemediği takdirde, oluşabilecek gürültüyü önlemek için bitki su stresi indeksine (CWSI), gün içerisinde bir entegrasyon yöntemi geliştirilmiştir. Bu bitki su stresi indeksini (CWSI) ve zaman eşiği (CWSI-TT), CWSI eşik değerine (0,45) göre daha büyük bir yığılımlı zaman olduğu ve sulanan bitkiye dayalı bir zaman eşiği (CWSI-TT) ile karşılaştırmışlardır. Kısa ve uzun dönem sorgum hibritleri (*Sorghum bicolor* (L) Moench, NC+ 5C35 ve Pioneer 84662)'nin otomatik kontrollü sulanmaları için su stresi indeksini zaman eşiğinin (CWSI-TT) etkinliği araştırılmış ve sulama işlemleri açıklarına bitkinin tepkisini incelemişlerdir. Otomatik sulama zamanı ile elde edilen sonuçlarını, haftalık nötron prob okumalarına dayalı olarak manuel sulamalarla karşılaştırmışlardır. 2009'da otomatik sulama sonuçları karşılaştırıldığında; %55 ve %0'lık su kullanım etkinliği (WUE) işlemleri, manuel olarak yapılan sulama işlemlerinden önemli ölçüde bir farklılık bulamamışlardır. Ancak % 55 ve % 30'luk işlemlerde, tahıl kuru madde verimi

manuel kontrollü araziler de önemli ölçüde daha küçük olarak saptamışlardır. Bu farklılıklar nedeniyle gelişme döneminin başlangıcın da toprak suyunun yetersiz olduğu saptamışlardır. Bu sonuç, % 30 ve % 50'lük işlemlerin kuru madde verimi için sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE)'n de önemli ölçüde farklılık olmadığı gerçeğini güçlendirmiştir. 2010'da sulama kontrol metotlara aynı işlem miktarıyla karşılaştırıldığında biokütle, kuru dane verim, su kullanım etkinliği (WUE) ve sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE)'nde de önemli ölçüde bir farklılık bulunmamıştır. 2009'da en yüksek sulama suyu oranı (toprak su tüketiminin % 80'i tükendiğinde), en az sulama metodu arasında benzer sonuçlar ve CWSI-TT metodu yarı kurak bölgelerde tahıl sorgumu için ya tam ya da kısıntılı sulamalarla otomasyon zamanları için etkili bir tetikleyici olabileceğini göstermiştir.

Ramos, Simunek, Gonçalvesa, Martins, Prazeres ve Pereira (2012), sorgum (*Sorghum bicolor* (L) Moench), tüm Avrupa'da kaynak kirliliği, sulama suyu azaltımı gerekliliği, düşük besin ve su gereksinimi nedeniyle Avrupa'nın Akdeniz bölgesinde diğer geleneksel yaz tahıllarına karşı alternatif olarak belirlenmiştir. HYDRUS-2D çeşidi, azot ve tuzlu suyun farklı düzeyleri ile damla sulama yöntemi düşünülürken 2007 ve 2010 yılları arasında Akdeniz iklim şartları altında sorgumun ekilip gelişmesiyle farklı azot modelleri için kullanmışlardır. Sırasıyla,  $0,030 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ ;  $1,764 \text{ dS/m}$ ;  $0,042 \text{ mmolc/L}$  ve  $3,078 \text{ mmolc/L}$  olarak ölçülmüş ve benzetilmiş veriler arasında RMSE üretilirken, su içerikleri  $\text{EC}_{\text{sw}}$ ,  $\text{N-NH}_4^+$  ve  $\text{N-NO}_3^-$  konsantrasyonları tüm sürelerde benzer olarak saptamışlardır. Sorgumun su gereksinimi, sulama işlemleri ve gelişme dönemlerine bağlı olarak 360 mm ve 457 mm arasında olduğu tahmin ediyorlardı. Sorgum, bitki gelişim mevsimi boyunca tuzlu su uygulamasına toleranslı olduğunu kanıtladığını belirtmişlerdir. Ancak bitki gelişim mevsiminde çok fazla tuzlu suyun sürekli kullanımı, toprak tuzlanması ve tuz stresinin artması nedeniyle kökün su alımının azaldığını saptamışlardır. Kuru biokütle verimi ( $R^2 = 0,71$ ) ve  $\text{N-NO}_3^-$  alımı arasında bulunan ilişki azotun yüksek seviyede uygulanması ile alımın tahmin edilenden daha düşük olduğunu saptamışlardır. Kök bölgesi dışındaki azotun hareketleri, kök bölgesi, uygulanan azot miktarı, gübrelemede azotun formu, zamanlama ve gübreleme sayısı vasıtasıyla akış da olan su miktarına bağlı olduğunu saptamışlardır. HYDRUS-2D ile benzerlikler besin azalımı ve besin alımını artışı karşısında en iyi stratejilerin anlaşılması için faydalı olduğunu saptamışlardır. Bu  $\text{N-NO}_3^-$  tuzluluğu alımında gübreleme her durum başına uygulanan miktarından çok fazla olduğundan, fazla miktarda olduğunu saptamışlardır.

Shenkut, Tesfaye ve Abegaz, (2013), Etiyopya'da Yarı kurak iklim şartları altında Melkessa Tarımsal Araştırma Merkezinde Gaöbella-1107, sorgum (*Sorghum bicolor* L.) çeşidini kullanarak, bitki su kullanımını ve gelişme dönemlerinde kc değerini belirlemek için yürütmüşlerdir. Bitki katsayısı, meteorolojik veriler kullanılıp hesaplanarak  $ET_c$  ve  $ET_o$ 'ı belirlemişlerdir. İlk dönem, gelişim dönemi, sezon ortası ve sezon sonu dönemleri boyunca ölçülen  $ET_c$  değerlerini sırasıyla 53,8, 138,5, 214,4 ve 94,0 mm olarak saptamışlardır. Toplam mevsimsel bitki su tüketimini 500,7 mm olarak bulmuşlardır. İlk dönem, gelişim dönemi, sezon ortası ve sezon sonu dönemleri boyunca hesaplanan kc değerleri sırasıyla 0,45, 0,83, 1,18 ve 0,78 olmuştur.

Jahanzada, Joralb, Moghadamb, Sadezhpoura, Chaichib ve Dashtakib (2013), sulama için su kısıtının artması, tam ve yarı kurak bölgelerde yem üreticileri için büyük zorluklardan biridir. Ortak bir yem bitkisi olarak mısır üzerine sorgum (*Sorghum spp.* L.) gibi kuraklığa dayanıklı yem bitkilerinin seçilmesi, sulama için mevcut suyun kısıtlanması ve bu tür iklimlerde verimliliğin artırılması ile uğraşmak uygun bir seçenek olabilir. İki yıllık deneme, sınırlı sulama konuları ve farklı bitki yoğunlukları kabul edilebilir yem kalitesi ile yem sorgumunun yüksek verimde üretilip üretilmeyeceğine karar vermek için 2009 ve 2010 gelişme mevsimleri boyunca yürütmüşlerdir. Deneme, optimum sulama (bitki su tüketimi 70 mm'ye ulaştığında A sınıfı buharlaşma kabı kullanılmıştır), orta kurak stres (100 mm) ve şiddetli kurak stres (130 mm) olmak üzere üç sulama konusu ve üç tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, yem bitkisinin kuru madde miktarlarının, yem bitkisi kalite parametrelerinin önemli ölçüde etkilediği saptanmıştır. Optimum sulamadan (70 mm) orta dereceli sulamaya (100 mm) ve az sulamaya (130 mm) kadar % 20 ve % 34 az yem kuru madde verimiyle sonuçlandığını tespit etmişlerdir. Protein verimi, ham protein, kuru madde sindirebilirliği, suda çözülmüş karbonhidrat, kuru madde alımı, bağıl beslenme değeri ve iyileştirilmiş yerler için net enerji dahil olmak üzere bazı yem kalite parametreleri, kısıntılı sulama uygulandığında optimum sulama rejimine göre orta ve şiddetli kuraklık stresli uygulamalarda daha az olduğu saptanmışlardır. Orta stresli ve düşük beslenme değerleri daha fazlayken, en yüksek protein verimi (1688 kg/ha), optimum sulama rejimi veren düşük bitki yoğunluğunun kombinasyonunda elde etmişlerdir.

Jahansouz, Afshar, Heidari ve Hashemi (2014), sulama açığı tepkilerinin bitki çeşitliliğini artırma olasılığını değerlendirmek için iki tarla denemesi yapmışlardır. Birinci denemede, üç mısır hibriti, üç sorgum çeşidi ve üç darı çeşidinin (foxtail, common ve pearl

millet) yem verimi ve kalitesi değerlendirilmiştir. Birinci denemede elde ettikleri sonuçlara göre; mısır hibriti S.C-704, sorgum çeşidi Jumbo ve inci darı sonraki araştırmalar için seçilmişlerdir. İkinci denemede, seçilen bitkilerin sulama konularına etkilerini değerlendirmişlerdir. Sorgum kuraklığa tolerans göstermiş fakat inci darı daha düşük verim vermiştir. Mısır ve inci darıdan kuru yem verimi daha fazla saptamıştır. Mısır, sorgum ve darının verimi sulama suyu miktarı % 25'e indiğinde, sırasıyla % 28, % 13 ve % 24 azaldığını saptamışlardır. Sulama kısıtı, üç tahıl türünde de ham protein (CP) ve asitik deterjan lifi (ADF) içeriğinde artışına yol açmış ve sindirilebilirlik ve RDF değerlerinde önemli ölçüde azalmalara neden olduğu gözlemlenmiştir. Sonuçlar; orta ve şiddetli kısıntılı sulama şartları altında mısırın, sorgum ve darının alternatif olabileceğini belirtmişlerdir.

Enciso, Jifon, Ribera, Zapata ve Ganjegunte, (2015), biokütle sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)'un sınırlı su kaynakları altında, su kullanım etkinliği ve ekonomik getirilerini (net çiftlik gelirleri) araştırmışlardır. Yapılan çalışmada, enerji sorgumunun su düzeyini kuru arazi koşulları (seviye 1), bitki su tüketimi (%ET<sub>c</sub>) oranının % 50 (seviye 2)'si, % 75 (seviye 3)'i ve % 100 (seviye 4)'ü olarak belirlemişlerdir. Biokütle verimi, 126 günlük büyümeden sonra, kuru ağırlığı 16,6 Mg/ha'dan 5,5 Mg/ha kadar değiştiğini saptamışlardır. Ortalama su kullanım etkinliği 23,5 kg/m<sup>3</sup>'den, 3,95 kg/m<sup>3</sup>'e kadar değiştiğini saptamışlardır. Bu sonuçlarla sorgumun biokütlesi (ıslak) en az 425 mm sulama suyundan daha fazlası ihtiyaç duyduğunu saptamışlardır. Sulu koşullardaki biokütle verimi kuru koşullarındakinden daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Farklı düzeyde sulama şartları arasında önemli bir fark bulunmadığını belirtmişlerdir.

Kisekka, Lamm ve Schlegel (2016), Batı Kansas'da üç bölgede (Colby, Tribu ve Garden City), tam ve sınırlı sulama koşulları altında tahıl sorgumu verimini değerlendirilmişlerdir. Tam sulama altında en yüksek verim 190 kg/da olarak bulmuşlardır. Ancak, 2015 yılı gelişme mevsimi boyunca önce alınan normal yağışlar nedeniyle üç bölgenin sulama işlemleri arasında bir fark bulunamamıştır. Bu ön hazırlık sonuçları kısıntılı sulama altında tahıl sorgumu verimini geliştirmek için bir potansiyel olduğunu göstermişlerdir. Buna ek olarak tepe başında dane sayısını en üst düzeye çıkarmak için uygulanan en iyi yönetim olduğunu vurgulamışlardır.

Urrea vd. (2016), sorgumun yeni çeşitleri ile biokütle enerjisi üretmek amacıyla sorgumun biokütlesinin su gereksinimi bilmenin önemli olduğunu vurgulamışlardır. Bu çalışmanın ile, iki gelişme mevsimi boyunca toprak suyu sınırlamaları olmadan sorgum biokütlesinin sulanmasıyla bitki katsayısı ve su kullanım miktarını belirlemişlerdir. Albacete'de

(İspanya) yapılan çalışmada tartılı lizimetreye yağmurlama sulama altında gelişme mevsimi boyunca günlük sorgum biokütlesinin evapotranspirasyonu (ETc) ölçmek için kullanmışlardır. Mevsimsel ETc, ilk yıl 721 mm ve ikinci yıl 691 mm olarak saptamışlardır. İlk yıl en büyük ETc değerini saptamışlardır. Maksimum ortalama kc değerini ilk yıl 1,17 ve ikinci yıl 1,21'e gelişme devresinin ortasına ulaştığında saptamışlardır. Çalışmanın iki yılı için ortalama kc değerleri kc başlangıç 0,64 ve kc ortalama 1,19 olarak belirlemişlerdir. Mevsimsel bitki su tüketimi bileşenleri, ETc'nin yaklaşık % 18 olduğu tahmin edilmektedir. Çalışmanın iki yılı için ortalama bazal kc (Kcb) değerleri, Kcb-başlangıç 0,11 ve Kcb-ortası 1,17 olarak bulmuşlardır. Kcb değerleri arasında bulunan doğrusal ilişkiler ve toprak örtüsü parçası (fc) ve normalize edilmiş farklı bitki örtüsü indeksi arasında üstün bir uyuma bulmuşlardır. Bölgesel ölçekler ve biokütle sorgumun ekili tarlasında su gereksiminin mekânsal dağılımı izlemeyi ve tahmin etmeyi sağlamıştır.

Aras (2017), Iğdır Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Müdürlüğüne bağlı çiftlik arazisindeki seralarda üç Sorgum çeşidi (Rox, Early Sumac ve Leoti), iki Sorgum-Sudan otu melezi (Nutri Honey ve Hayday) ve bir Sudan otu (Gözde-80) çeşidi kullanarak yaptığı araştırmada, uygulanan sulama suyu tuzluluğunun sorgum bitkisinin bitki boyu, bitkide yaş ot ağırlığı, bitkide kuru ot oranı, bitki kuru ot ağırlığı, tuza tolerans yüzdesi, yaprak oranı, sap oranı, salkım oranı, ham protein oranı, NDF (Neutral detergent fibre) oranı, ADF (Acid Detergent Fiber) oranı, ADL (Acide Detergent Lignin) oranı, KMS (Kuru Madde Sindirilebilirliği), SE (Sindirilebilir Enerji Miktarı), ME (Metabolik Enerji), KMT (Kuru Madde Tüketim) Oranı, NYD (Nisbi Yem Değeri)'ye etkilerini incelenmiştir. Sulama suyu tuzluluğunun artmasıyla bitki boyu, bitki yaş ot ağırlığı, kuru ot ağırlığı, tuza tolerans yüzdeleri, salkım oranı, NDF, ADF ve ADL oranları azalmıştır. Diğer taraftan kuru ot oranı, yaprak oranı, sap oranı, ham protein oranı, KMS, SE, ME, KMT ve NYD değerlerinde artış olmuştur. Sorgum çeşitleri incelendiğinde bitki boyu, bitki kuru ot oranı ve ADF değerlerinde Gözde-80, bitki yaş ot ağırlığı, ve ham protein oranında Hayday, salkım oranı, ADL ve KMS'de Rox ve Gözde-80, kuru ot ağırlığında Rox ve Hayday, yaprak oranında Nutri Honey ve Hayday, NDF'de Rox ve Gözde-80, sap oranında Early Sumac, ME'de Rox ve Leoti, KMT değerlerinde Early Sumac, Leoti, Nutri Honey ve Hayday, SE'de Rox, Early Sumac, Leoti ve Nutri Honey, NYD'de ise Leoti ve Hayday çeşitleri en yüksek çıkmıştır.

Uzun, Garipoğlu ve Ocak, (2017), sığ toprakta, sulanan yemlik mısır ve sorgum çeşitlerinin sulama suyu kullanım etkinliği (SSKE) ve bazı tarımsal ve besin değeri özellikleri

için; iki mısır ve yedi sorgum çeşidi, doğal yağış alan (YA) ve doğal yağış artı sulama yapılan (SU) tarla koşullarında ÜÇ yıllık bir sürede değerlendirilmiştir. Deneme, tesadüf bloklarında bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre yürütülmüştür. Sulama, yem bitkilerinin bitki yüksekliğini artırırken, metabolik enerji ve nispi yem değerlerini düşürmüştür. Sulamadan bağımsız olarak, sığ toprakta agronomik ve besleme özellikleri bakımından sorgum çeşitleri mısır çeşitlerinden daha avantajlı bulunmuştur. Sulanan yemlik çeşitler, sulanmayan çeşitlere göre daha yüksek verim ve besleme kalitesine sahip olmuşlardır. Jumbo, Grazer, Hayday, El Rey ve Gözde çeşitlerinin SSKE değerleri diğer sorgum çeşitlerinden daha yüksek bulunmuştur. El Rey (en yüksek) ve Rox (en düşük) hariç, diğer tüm çeşitlerin SSKE değerleri benzer bulunmuştur. Rox ve Early Sumac hariç, sorgum çeşitlerinin bitki yükseklikleri ve kuru madde (KM), sindirilebilir (SKM) ve ham protein (HP) verimleri, mısır çeşitlerinden daha yüksek olmuştur. KM, SKM ve HP bakımından çeşitler karşılaştırıldığında sıralama şu şekilde olmuştur: Rox-893 = Karadeniz yıldızı = Rox = Early Sumac ≤ Gözde = Grazer = Hayday = Jumbo = El Rey.

İsmail, Nakhlawy ve Basahi, (2017), Sorgum-Sudan otu (*Sorghum sudanensis* L.) Kaniforniya altını ve inci darının (*Pennisetum glaucum* L.), kurak şartlar altında su uygulamaları ve farklı sulama metotlarıyla verimliliğe tepkisini incelemek için Kral Abduzaziz Üniversitesi Ziraat Araştırma merkezinde bir tarla denemesi oluşturmuşlardır. Yüzey damlama (SD), alt yüzey damlama /SDD) ve yağmurlama sulama (SPI) dâhil olmak üzere üç sulama metoduyla araştırmışlardır. Sudan otu ve inci darısı tahılları, birbirini izleyen iki mevsim için her bir su konusu altında ve sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) ile üretimin değerlendirilmesi için birkaç kez biçilerek yetiştirmişlerdir. SSD ve ardından SD, her iki ürünü takiben stresli ve tam işlemler altında en yüksek yem verimini ürettiği sonucuna varmışlardır. 2014 ve 2015 sezonunda SSD ve SD ile en az yem verimi üreten SPI'yı karşılaştırmışlardır. SD ve SDD altındaki su uygulamasının azalmasıyla sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) artmasına ve ürün verimi azaldığı fakat SPI altındaki olan konularda azalma gözlemlenmiştir. Biçim sayısının artması her iki tahılın IWUE ve verimini azalttığı gözlemlenmiştir. Tam ve stres işlemleri altında Sudan otu, İnci Darısına göre daha yüksek yem verimi ürettiği gözlemlenmişlerdir. Sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) sırasıyla SD ve SPI takiben SSD'de en yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir. Araştırılan her iki bitkininde % 100 ve % 75'nin sulama suyu kullanım etkinliği büyük ölçüde benzer olduğu gözlemlenmiştir.

Bilen (2018), bu çalışmayı Uşak İli Banaz İlçesi koşullarında bazı Sorgum-Sudan otu çeşitlerinin ikinci ürün olarak yetiştirilme olanaklarının araştırılması amacıyla 2015 yılında yürütmüştür. Araştırmada dört Sorgum-Sudan otu çeşidi kullanılmıştır (Nutri Honey, Sugar Grazer II, Green Go ve El Rey). Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada Sorgum-Sudan otu çeşitlerinin bitki boyu, yaprak sayısı, sap kalınlığı, kardeş sayısı, yeşil ot verimi, kuru madde oranı, kuru madde verimi, ham protein oranı ve ham protein verimleri belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre Sogum-Sudan otu çeşitlerinin bitki boyları 198-203 cm, yaprak sayıları 8,84-9,62 adet/bitki, sap kalınlığı 11,63-12,,38 mm, kardeş sayısı 2,93-3,73 adet, yeşil ot verimi 6237-6635 kg/da, kuru madde oranları % 18,87-20,15, kuru madde verimleri 1177-1314 kg/da, ham protein oranları % 7,07-7,84 ve ham protein verimleri de 83,17-102,90 kg/da arasında değişim göstermiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre yeşil ot verimi, kuru madde verimi ve ham protein verimi bakımından Green Go çeşidinin denemede yer alan diğer çeşitlerden daha üstün olduğu belirlenmiştir.

Dündar, (2019), Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Araştırma ve Uygulama Alanında, tesadüf blokları deneme deseninde, üç yinelemeli olarak yürütülmüştür. Araştırmada, bitki gelişim dönemleri boyunca uygulanan farklı sulama suyu düzeylerinin % 100 sulama (I1), % 75 sulama (I2), % 50 sulama (I3) ve % 25 sulama (I4) Sorgum bitkisinin biyokütle ve teorik biyoetanol verimine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Araştırmada, deneme konularına 479,6 mm ile 227,8 mm arasında sulama suyu uygulanmıştır. Çalışmada konulara göre elde edilen kuru madde verimi 6007,4 kg/da ile 3661,8 kg/da arasında değişmiş olup, tam sulanan konuda en yüksek kuru madde verimi elde edilmiştir. Çalışmada sorgum bitkisine ait bitki boyu 388 cm ile 283 cm arasında değişmiş olup, tam sulama konusunda en yüksek bitki boyu elde edilmiştir. Sulama suyu kullanım randımanları (IWUE) 16,07 kg/da mm ile 12,43 kg/da mm arasında saptanmıştır. Su kullanım randımanları (WUE) ise 10,2 kg/da mm ile 9,4 kg/da mm arasında gerçekleşmiştir. Deneme konularından elde edilen verim tepki etmeni ( $k_y$ ) değeri 1,17 olarak belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen biyokütle verimi, 8733 kg/da ile 13300 kg/da arasında, biyoetanol verimi ise 189 L/da ile 326 L/da arasında değişmiştir. Çalışmada farklı sulama koşulları altında brix (%) değerlerinde istatistiki olarak farklılık gözlenmemiş, en yüksek şeker verimi tam sulama (I1) konusunda elde edilmiş olup, I3 ve I4 konularında birbirine yakın değerler elde edilmiştir. Şeker verimleri 612 kg/da ve 354 kg/da arasında değişmiştir.

### **3. MATERYAL ve METOT**

#### **3.1. Materyal**

##### **3.1.1. Araştırma Yeri**

Araştırma Marmara bölgesi Trakya kesiminde Tekirdağ ili, Süleymanpaşa ilçesinde, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında 2018 ve 2019 yıllarında yürütülmüştür. Deneme yeri, denize 2 km uzaklıkta, 20 m yükseklikte olup 40°59' kuzey enlemi ile 27°34' doğu boylamında yer almaktadır.

##### **3.1.2. İklim Özellikleri**

Tekirdağ ili, Marmara denizinin kuzeyinde, Trakya bölgesinde yer almaktadır. Doğusunda İstanbul, kuzeyinde Kırklareli, batısında Edirne ve güneyinde Marmara denizi ile çevrilidir. Yarı nemli Akdeniz ve karasal iklim tipine birlikte sahiptir. Kışları serin ve yağışlı, yazları kurak ve sıcaktır.

Çok yıllık ortalama yağış miktarı 581,8 mm, sıcaklık 14 °C, nispi nem % 77, buharlaşma miktarı 987,3 mm ve rüzgâr hızı 2,7 m/s civarındadır. Rüzgârlar çoğunlukla kuzeyden (poyraz) esmektedir. Çok yıllık ortalamalara göre en yüksek miktarda yağışın olduğu aylar Kasım, Aralık ve Ocak ayları iken en düşük miktarda yağışın olduğu aylar ise Ağustos ve Temmuz aylarıdır. En yüksek sıcaklığın olduğu aylar yaz mevsimi ve eylül ayıdır. İlk don Kasım ayının ikinci haftasında, son don mart ayının son haftasında görülmektedir (Devlet Meteoroloji İşleri [DMİ], 2019).

Tekirdağ iline ait çok yıllık ortalama aylık sıcaklık, nispi nem, rüzgâr hızı, yağış ve buharlaşma miktarları Çizelge 3.1' de ve araştırmanın yürütüldüğü yıllardaki aylık ortalama sıcaklık, nispi nem ve yağış miktarları ise Çizelge 3.2 verilmiştir.

##### **3.1.3. Toprak Özellikleri**

Tekirdağ ilinin toplam yüzölçümü 631.300 ha'dır. Bunun 416.454 ha'ında (%66,0) işlemeli tarım yapılmaktadır (Tarım ve Orman İl Müdürlüğü [TOİM], 2018; Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], 2018).



**Çizelge 3.1.** Tekirdağ iline ait çok yıllık ortalama bazı iklim verileri, (DMİ, 2019)

Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)	Ortalama nispi nem (%)	Rüzgâr hızı (m/s)	Yağış miktarı (mm)	Buharlaştırma miktarı (mm)
Ocak	4,7	82,7	3,1	68,8	25,3
Şubat	5,4	80,7	3,0	54,1	17,8
Mart	7,3	79,7	2,9	54,4	29,7
Nisan	11,8	77,0	2,3	40,9	69,1
Mayıs	16,8	76,4	2,2	36,7	119,4
Haziran	21,3	72,4	2,3	37,9	148,2
Temmuz	23,8	68,8	2,7	22,8	187,0
Ağustos	23,8	69,3	2,9	13,3	178,5
Eylül	20,0	73,2	2,7	33,6	116,5
Ekim	15,4	78,4	2,8	62,4	68,2
Kasım	11,0	82,1	2,7	75,4	20,6
Aralık	7,1	82,8	3,0	81,5	10,8
Yıllık	14,0	77,0	2,7	581,8	987,3

**Çizelge 3.2.** Araştırma yıllarına ait aylık ortalama bazı iklim değerleri (DMİ, 2019)

Aylar	2018			2019		
	Ortalama sıcaklık (°C)	Ortalama nispi nem (%)	Yağış miktarı (mm)	Ortalama sıcaklık (°C)	Ortalama nispi nem (%)	Yağış miktarı (mm)
Ocak	6,6	85,6	76,5	5,6	76,3	63,9
Şubat	7,3	86,1	95,3	5,8	74,3	44,8
Mart	9,8	85,8	76,8	9,3	70,8	30,2
Nisan	14,0	76,3	10,6	11,6	71,9	42,9
Mayıs	18,5	78,7	27,4	17,9	70,5	31,2
Haziran	22,3	72,7	75,4	24,1	64,8	7,5
Temmuz	25,1	69,3	82,7	23,9	65,0	18,8
Ağustos	26,0	62,1	-	25,3	62,7	-
Eylül	21,7	67,4	18,7	21,6	65,1	9,6
Ekim	16,7	75,9	48,2	17,5	73,3	46,2
Kasım	12,1	76,7	48,2	15,5	75,7	17,4
Aralık	6,2	76,3	115,5	9,2	75,5	22,3
Yıllık	15,5	76,2	680,0	15,6	70,5	334,8

Araştırmanın yapıldığı Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi deneme alanı, kireçsiz kahverengi toprak grubu üzerinde yer almaktadır. Kireçsiz kahverengi toprak A(B)C horizonlu

zonal topraklardır. A horizonu kahverengi, kırmızımsı kahverengi ve grimsi kahverengidir. Yumuşak (tınımsı) kıvamlı veya sıkıdır. B horizonu kahverengi veya kırmızımsı kahverengi olup daha ağır bünyeli ve sert kıvamlıdır. Bu horizonun normal olarak kireci yıkanmıştır fakat reaksiyonu nötr veya hafif baziktir. A'dan B'ye geçiş tedricidir. Doğal drenajı iyidir (Anonim, 1984; 1993).

Deneme yeri, killi bünyeli, nötr reaksiyonlu, tuzsuz, organik madde içeriği düşük, kireçsiz, fosforca yüksek ve potasyumca zengin topraktır.

Bor, tuzluluk, sodyumluluk, kireçlenme ve drenaj problemi yoktur. Bu topraklara ait tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri Çizelge 3.3'de, bünye analiz değerleri Çizelge 3.4'de ve bazı kimyasal analiz değerleri ise Çizelge 3.5'de verilmiştir.

**Çizelge 3.3.** Araştırma yeri topraklarına ait tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri

Toprak derinliği (cm)	Tarla Kapasitesi		Solma noktası		Hacim ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> )	Kullanılabilir su (mm)
	Pw (%)	mm	Pw (%)	mm		
0 - 30	19,70	96,9	10,23	50,3	1,64	46,6
30 - 60	20,21	101,3	9,97	50,0	1,67	51,3
60 - 90	21,26	107,8	11,18	56,7	1,69	51,1
Toplam		306,0		157,0		149,0

**Çizelge 3.4.** Araştırma yeri topraklarına ait bünye analiz değerleri

Toprak derinliği (cm)	Bünye analizi			Bünye sınıfı
	% Kum	% Silt	% Kil	
0 - 30	27,6	27,8	44,6	Killi (C)
30 - 60	25,7	28,4	45,9	Killi (C)
60 - 90	24,5	27,5	48,0	Killi (C)

**Çizelge 3.5.** Araştırma yeri topraklarına ait bazı kimyasal analiz değerleri

Yıllar	Toprak derinliği (cm)	Sature toprakta pH	E.C. (mmhos/cm) 10 <sup>3</sup> * 25 °C	Toplam tuz (%)	Kireç CaCO <sub>3</sub>	Organik madde (%)	Yararlanılabilir (kg/da)	
							P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
2018	0 - 20	6,9	492	0,021	0,92	0,93	11,2	128,9
	20 - 40	6,9	484	0,018	0,84	0,87	6,8	126,8
2019	0 - 20	7,1	551	0,022	0,86	0,90	12,8	137,5
	20 - 40	7,0	520	0,021	0,82	0,70	8,0	139,9

### **3.1.4. Sulama Suyu Temini ve Kalitesi**

Araştırmada kullanılan sulama suyu, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi'nde peyzaj alanlarının sulanması için kullanılan su deposundan temin edilmiştir. Su deposuna ait deneme yakınından geçen 1" çapında PE P100 boru hattından, kontrollü bir vana ve su saati kullanarak alınmıştır.

Araştırma yıllarında kullanılan sulama suyundan alınan örnekler, Sağlam (2012)'de belirtilen yöntemlere göre analiz edilmiştir. Buna göre sulama suyu tuzluluk yönünden ikinci sınıf, sodyumluluk yönünden birinci sınıfa girmiştir (T<sub>2</sub>S<sub>1</sub>). Su örneklerine ait analiz sonuçları Çizelge 3.6'da verilmiştir.

### **3.1.5. Tarımsal Yapı ve Üretim**

Tekirdağ ili Türkiye'nin Marmara bölgesinin kuzey batısında 631.300 ha arazi varlığına sahiptir. Bunun 416.454 ha'ında (%66,0) işlemeli tarım yapılmaktadır İşlenen tarım arazilerinin 402.464 ha'ında ise (%96,6) tarla bitkileri ekimi yapılmaktadır. İlin tarımsal yapısında kuru tarım hâkimdir. Bunda akarsuların az ve yetersiz oluşu etkilidir. Başlıca akarsuları Hayrabolu deresi ve Ergene nehridir (TOİM, 2018; TÜİK, 2018).

Tekirdağ ilinde en fazla tahıllar ve yağlı tohumlar ekimi yapılmaktadır. Özellikle buğday-ayçiçeği ikili münavebesi yaygındır.

Hayvancılık da ilde diğer önemli tarımsal faaliyetler arasındadır. Büyükbaş ve küçük hayvanların yanı sıra tavukçuluk ve arıcılık da yapılmaktadır. Özellikle büyükbaş ve küçükbaş hayvan işletmelerinde, hayvanların büyük çoğunluğunun beslenmeleri barınaklarda sağlandığı için bu işletmelerde hazır kaba yeme ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, kaba yem ihtiyacının karşılanması için iklim şartlarına uygun ve yüksek verim elde edilebilen yem bitkilerinin yetiştirilmesi önemli olmaktadır.



**Çizelge 3.6.** Araştırmada kullanılan sulama suyunun analiz sonuçları ve kalite sınıfları

pH	E.C. (mmhos/cm) $10^3 * 25 \text{ }^\circ\text{C}$	Kasyonlar (me/l)			Anyonlar (me/l)				RSC (me/l)	SAR (%)	Bor (ppm)	Sulama suyu sınıfı
		Na	K	Ca+Mg	CO <sub>3</sub>	HCO	Cl	SO <sub>4</sub>				
7,4	735	1,00	0,10	7,55	-	5,00	0,80	2,90	-	0,56	0,08	T <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
7,6	735	1,13	0,10	7,75	-	4,90	1,00	3,04	-	0,58	0,05	T <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
6,9	740	1,02	0,10	7,90	-	5,00	0,80	3,23	-	0,53	-	T <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
7,5	735	1,02	0,10	7,70	-	4,80	1,00	3,02	-	0,54	-	T <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
7,3	745	1,04	0,10	7,80	-	5,00	0,90	3,07	-	0,54	0,06	T <sub>2</sub> S <sub>1</sub>

### 3.1.6. Kullanılan Sorgum Sudan Otu Melezinin Özellikleri

Denemede, Sorgum-Sudan otu melezi (*Sorghum Bicolor-Sorghum Sudanense*) tohumu kullanılmıştır. Araştırma alanında kullanılan Sorgum-Sudan otu melezinin görseli Şekil 3.1’de verilmiştir. Özel bir firmadan temin edilen tohum çeşidi kardeşlenme yeteneğine sahip değildir. Tek yıllık buğdaygil yem bitkisidir. Yaz yağışlarının fazla olduğu alanlarda yüksek verim verir. Kıyı bölgelerde sulanan alanlarda 3-4 biçim alınmaktadır. Orta derecede iyi drenajlı killi-tınlı topraklarda yetiştirilmektedir. Güçlü bir kök yapısına sahiptir, yaprakları enli ve kalındır (Avcioğlu, Hatipoğlu ve Karadağ, 2009).



Şekil 3.1. Deneme alanında kullanılan Sorgum-Sudan otu melezi

## **3.2. Metot**

### **3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analiz Yöntemleri**

Araştırmanın yürütüldüğü deneme yeri topraklarının fiziksel özelliklerini belirlemek için toprağın 0-30, 30-60 ve 60-90 cm'lik katmanlarından bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleriyle; tarla kapasitesi, solma noktası, hacim ağırlığı ve bünye analizleri yapmak amacıyla Tüzüner (1990)'da belirttiği yöntemlere göre analiz edilmiştir.

Toprakların kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla toprak yüzeyinin 0-20 ve 20-40 cm derinlikteki katmanlarından alınan bozulmuş toprak örneklerinde; toprak reaksiyonu, elektriksel iletkenlik, toplam tuz, kireç, organik madde ve yararlanılabilir fosfor ve potasyum analizleri Sağlam (2012)'de belirtilen yöntemlere göre analiz edilmiştir.

### **3.2.2. Sulama Suyunun Analiz Yöntemleri**

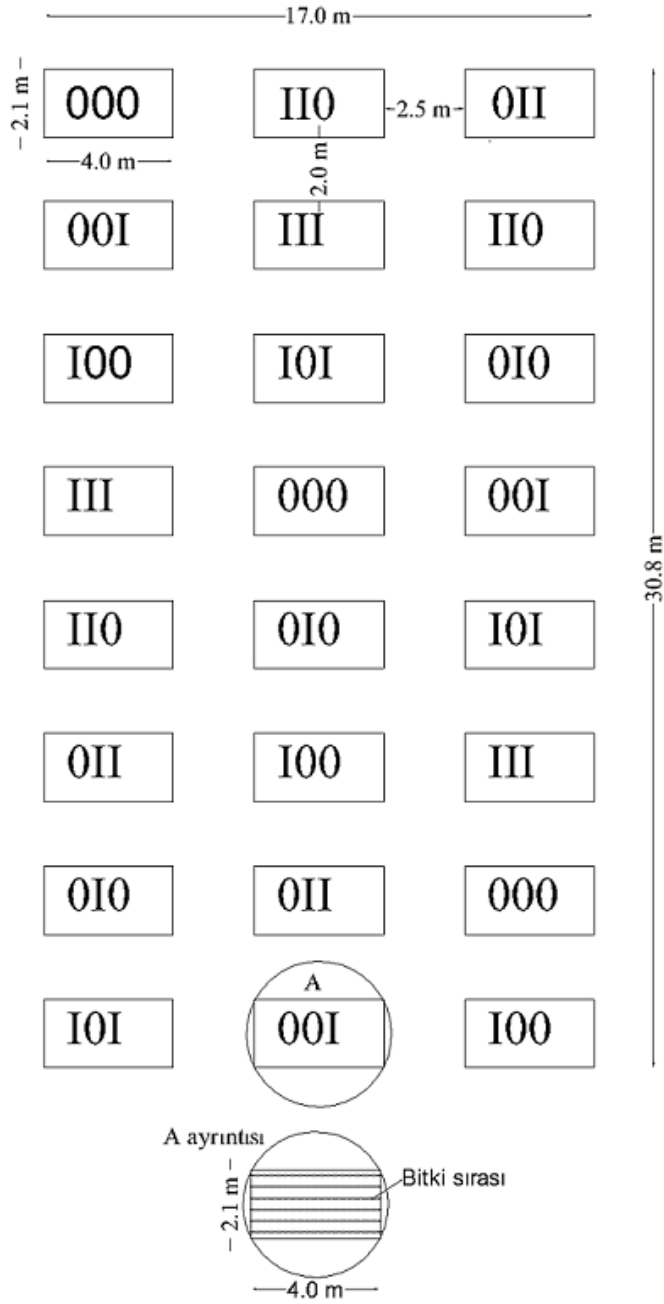
Sulama suyunda; elektriksel iletkenlik, pH, sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum katyonları, bikarbonat, klor ve sülfat anyonları ile bor tayini için yapılan analizler Sağlam (2012)'de belirtilen yöntemlere göre yapılmıştır.

### **3.2.3. Denemenin Düzenlenmesi ve Konuları**

Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak sekiz farklı konudan oluşmaktadır. Deneme parsellerinin arazide konumlandırılması, bir parselin ayrıntısı ve deneme konuları Şekil 3.2'de verilmiştir.

Sulama konularının düzenlenmesinde, Sorgum-Sudan otu melezi'nin biçim zamanları esas alınmıştır. Tüm parsellerde bitki boyları ortalama 95-105 cm'ye ulaştığında biçimleri yapılmıştır. Ekimi takiben tüm parsellerin ilk biçiminin ardından konulu sulama uygulamalarına başlanmıştır.

Biçimden sonra sulamanın yapıldığı parseller "I", yapılmayan parseller ise "0" sembolüyle ifade edilmiştir. Sekiz sulama konusu bu şekilde oluşturulmuştur. Farklı sulama konularına ait yeşil ot miktarları belirlenmiştir. Bitki biçim ve sulama sayıları arasındaki farklar istatistikî olarak değerlendirilmiştir.



**Şekil 3.2.** Deneme parsellerinin arazide konumlandırılması

Deneme parselinin boyutları 2,1 x 4,0 m'dir. Sulama uygulamalarında, sızma yoluyla oluşabilecek yan etkilerin önlenmesi için bloklar arasında 2,5 m ve parseller arasında 2,0 m boşluk bırakılmıştır. Deneme parsellerinde, sıra arası 0,35 m ve sıra üzeri ise 0,20 m'dir. Her parselde toplam altı sıra oluşturulmuştur.

### **3.2.4. Denemenin Yürütülmesinde Gerekli İşlemler**

#### **3.2.4.1. Tarla Hazırlığı ve Ekim**

Deneme alanı her yıl sonbaharda kulaklı pullukla derin sürülmüş, erken ilkbaharda ise hem kapillaritenin kırılması hem de yabancı otların yok edilmesi amacıyla toprak tavında iken diskaro ile ikileme yapılmıştır. Ekimden önce toprağın yumuşaması için kültivatör ile denemenin yapılacağı alan sürülmüştür. Daha sonra deneme desenine göre parselasyon işlemi yapılmıştır. Her parselde 35 cm arayla altı bitki sırası oluşturulmuş ve parsel başına 14 gr tohum kullanılmıştır.

#### **3.2.4.2. Gübreleme**

Deneme parselasyonunu takiben, ekim ile tüm parsellere 40 kg/da hesabıyla 20-20-0 gübresi (Bileşiminde % 20 azot (N) ve % 20 fosforu (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) eşit oranda içeren gübre çeşidi) ve bitki boyu 40-45 cm boyuna geldiğinde ise 20 kg/da hesabıyla üre gübresi (CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> - % 46 azot (N) içeren gübre çeşidi) verilmiştir. Biçimi takiben sulanan konulara sulama öncesi 10 kg/da hesabıyla üre gübresi verilmiştir. Her iki yılda deneme alanında ön bitki olarak kışlık buğday ekimi yapılmıştır.

#### **3.2.4.3. Bakım**

Araştırmanın yürütüldüğü deneme alanında her iki deneme yılı dikkate alındığında Nisan ayı ikinci haftasında ekim yapılmıştır. Bu ayın son haftasında ilk çıkışlar gerçekleşmiştir. Çıkışların tamamlanmasından sonra yabancı ot temizliği için birinci çapa yapılmıştır. Mayıs ayının üçüncü haftasında ikinci çapayla birlikte, seyreltme, boğaz doldurma ve sulama karıkları oluşturulmuştur. Mayıs ayı son haftası-Haziran ayı başında bitki boyu 40-45 cm'ye ulaştığında üçüncü çapa işlemi yapılmıştır. İlk biçim Haziran ayı üçüncü haftasında gerçekleşmiş olup, tüm parsellerin biçimden sonra konularına göre sulama uygulamalarına başlanmıştır.

#### **3.2.4.4. Sulama**

Deneme parsellerinin sulanması, belirlenen konulara göre biçimden sonra yapılmıştır. Parsellere uygulanan sulama suyu, göllendirmeli karık yöntemiyle sağlanmıştır. Parsellerden su sızıntılarını engellemek ve kayıpları azaltmak için her parselin etrafında seddeler oluşturulmuştur (Yıldırım, 2013).



Parsellerin nem düzeyleri 0-30, 30-60 ve 60-90 cm derinliklerden toprak örnekleri alınarak gravimetrik yöntemle belirlenmiştir. Nem gözlemlerine ekimle birlikte başlanmıştır. Tüm yetiştirme dönemi boyunca her biçimden önce toprak örnekleri alınarak nem düzeyleri belirlenmiş ve hasat nemi de alınarak sona erdirilmiştir.

Sulama uygulaması yapılacak olan konulara verilecek sulama suyu miktarının belirlenmesinde; her biçimden önce ilgili konu parsellerinin etkili kök derinliğinden (90 cm) alınan toprak örnekleriyle, eksik nem miktarı belirlenmiş ve tarla kapasitesine tamamlanmıştır (Howell, Copeland, Schneider, Dusek, 1988). Parsellere verilen sulama suyu miktarı aşağıdaki eşitlik (3.1) yardımıyla hesaplanmış ve sulama uygulaması yapılacak olan konular biçimden sonra sulanmıştır (Kanber, Tekinel, Baştuğ, Önder ve Baytorun, 1989).

$$I = d_w * A \quad (3.1)$$

Eşitlikte; I: her bir parsel için uygulanacak sulama suyu miktarı, (L)  $d_w$ : her sulamada uygulanacak sulama suyu derinliği, (mm) ve A: parsel alanını, ( $m^2$ ) ifade etmektedir. Sulama suyu derinliği ( $d_w$ ) değerleri, her biçimden önce ilgili konu parsellerden alınan toprak örnekleriyle belirlenen ortalama nem miktarının tarla kapasitesinden çıkarılmasıyla elde edilir.

#### **3.2.4.5. Biçim Zamanı ve Hasat**

Sorgum-Sudan otu melezi çeşitlerinde bitki boyu 50-60 cm oluncaya kadar bünyesinde bulunan hidrosiyamik asit (HCN) miktarı artar, bu boydan sonra bitki boyu uzadıkça azalma gösterir. Bitki boyu ortalama 100 cm boylandığında HCN zehirlenmesi sorunu önemini yitirir (Soya, Avcıoğlu, Geren ve Kavut, 2004). Bu nedenle bu çalışmada bitki boyları 95-105 cm'ye ulaştığında biçimleri gerçekleştirilmiştir. Biçimler, sırt tırpanı ile yerden 10-15 cm yükseklikte kalacak şekilde yapılmıştır.

Her biçimden sonra parselin yeşil ot ağırlığı tartılmıştır. Tartım işlemleri, çengelli kantar ile yapılmıştır. Biçimlerden sonra konulara göre sulama suyu uygulanmıştır. Deneme her iki yılda Eylül ayı son haftası hasat edilerek sonlandırılmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü yıllarda gözlenen bitki gelişim dönemleri ve tarımsal işlemlerin tarihleri Çizelge 3.7'de verilmiştir.

**Çizelge 3.7.** Araştırma yıllarına ait fenolojik gözlem ve tarımsal işlem tarihleri

Gözlem ve işlemler	Yıllar	
	2018	2019
Ekim	16 / 04	08 / 04
Çıkış	01 / 05	27 / 04
1. Çapa (Sıra arası)	10 / 05	06 / 05
2. Çapa (Seyreltme ve boğaz doldurma)	24 / 05	18 / 05
Bitki boyu (40-45 cm)	02 / 06	28 / 05
Bitki boyu (95-105 cm / İlk biçim)	24 / 06	17 / 06
Hasat	30 / 09	24 / 09

### 3.2.5. Bitki Su Tüketiminin Hesaplanması

Bitki su tüketiminin hesaplanmasında su dengesi eşitliğinin (3.2), aşağıdaki şekli kullanılmıştır (Beyce ve Madanoğlu, 1980).

$$ET_a = I + P \pm \Delta S \quad (3.2)$$

Eşitlikte;  $ET_a$ : bitki su tüketimi, (mm) I: sulama suyu, (mm), P: yağış (mm) ve  $\Delta S$ : ekim ve hasat (biçim) dönemi arasındaki toprak profilinin nem değişim farkıdır. Tüm ögeler mm'dir. Burada kullanılan yağış değerleri deneme alanının yakınındaki Devlet Meteoroloji İşleri Tekirdağ-Süleymanpaşa Şube Müdürlüğü rasat istasyonu ölçüm kayıtlarından alınmıştır. Nem değişimleri sulama konularına ait toprak profilindeki nem gözlemlerinden alınmıştır. Denemede yağış değerlerinin tümü etkili olarak kabul edilmiştir.

Belirtilen eşitlik gereğince bulunan bitki su tüketim değerleri dikkate alınarak, her bir konunun yığılımlı bitki su tüketimi eğrisi çizilmiş ve bundan yararlanarak her biçim döneminin başında alınan toprak örnekleriyle bitki su tüketim miktarları elde edilmiştir (İstanbuluoğlu, 1996).

Her bir sulama konusuna ait hektardan elde edilen ürün miktarının; toplam evapotrasprasyonuna oranı ile toplam su kullanım etkinliği (TWUE) ve toplam sulama suyu miktarına oranıyla da sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) değerleri aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır (Howell, Cuenca ve Solomon, 1990).

$$TWUE = \frac{Y}{ET} \quad (3.3)$$

$$IWUE = \frac{Y}{I} \quad (3.4)$$

Eşitliklerde verilen; TWUE: toplam su kullanım etkinliği, kg/ha/mm, IWUE: sulama suyu kullanım etkinliği, kg/ha/mm, Y: sulama konularına göre ölçülen yeşil ot verimi, I: uygulanan sulama suyu miktarı, ET: ölçülen bitki su tüketim değerleri, mm olarak ifade edilmiştir.

### 3.2.6. Bitki Gelişme Öğeleri

Yürütülen çalışmada ekimle birlikte ve her biçim dönemleri arasında, haftada bir kez tekrarlanarak bitki boyları ölçülmüştür. Bitki boyu, ana gövdenin toprak ile temas ettiği noktadan tepe püskülüne kadar olan uzunluğun ölçülmesiyle belirlenmiştir. Tüm konuların bitki boyları 95-105 cm'ye ulaştığında biçim işlemleri gerçekleştirilmiştir.

### 3.2.7. Analiz Değerlendirme Yöntemleri

Deneme konularından elde edilen yaş ot miktarları Varyans analizi ve Duncan sınıflaması ile istatistikî olarak değerlendirilmiştir. İstatistiksel analizler TARSİS bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır.

Verimli ve sürdürülebilir bir bitkisel üretim için çok önemli olan sulama uygulamalarında suyun optimum kullanımı ile yüksek verim elde edilmesi arasındaki bitki su ilişkilerinin bilinmesi amacıyla (Stewart ve Hegan, 1973; Kanber, Yazar, Eylem, 1990), bitki su tüketimi değerleri ile elde edilen yeşil ot miktarları arasındaki su tüketim fonksiyonları belirlenmiştir (Tülücü, 1985).

Buna ek olarak oransal bitki su tüketimi açığı ile oransal verim azalması arasındaki ilişkiyi veren su-verim ilişkisi faktörü ( $k_y$ ) değeri belirlenmiştir. Bunun için Stewart modeli esas alınarak aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır (Doorenbos ve Kassam, 1979).

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right) = k_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right) \quad (3.5)$$

Eşitlikte;  $Y_a$ : gerçek verim (kg/da),  $Y_m$ : maksimum verim (kg/da),  $ET_a$ : gerçek bitki su tüketimi (mm),  $ET_m$ : maksimum bitki su tüketimi (mm) ve  $k_y$ : su-verim ilişkisi faktörüdür.

Sorgum-Sudan otu melezinin mevsimlik k<sub>y</sub> değerlerinin elde edilmesinde Yıldırım ve ark. (1995) tarafından açıklanan yöntem kullanılmıştır.



## **4. BULGULAR ve TARTIŞMA**

Bu bölümde araştırmadan elde edilen yeşil ot miktarı, sulama suyu, su tüketimi, su üretim fonksiyonları, su-verim ilişkisi faktörü ve su kullanım etkinlikleri ayrı birer alt başlıklar halinde incelenmiştir.

### **4.1. Deneme Alanı Topraklarının Özellikleri**

Deneme alanının toprak özellikleri incelendiğinde, toprak profili boyunca bünye sınıfının killi olduğu görülmektedir (Çizelge 3.4). Bu tür toprak bünyesi yüksek düzeyde su tutma özelliğine sahiptir (Kırda ve Sarıyev, 2002). Bu nedenle toprağın kullanılabilir su tutma kapasitesi 16,6 mm/10 cm toprak olarak bulunmuştur (Çizelge 3.3).

Toprak katmanlarının hacim ağırlıkları 1,64 – 1,69 g/cm<sup>3</sup> arasında değişmiştir (Çizelge 3.3). Bu sonuç ağır bünyeli killi topraklar için belirtilen değişim sınırları içerisinde. Hacim ağırlığının alt katmanlarda artması, agregasyonun, organik maddenin ve kök yoğunluğunun azalması ve üst toprak katmanlarının sıkıştırması ile açıklanabilir (Kırda ve Sarıyev, 2002).

Deneme alanı toprakları nötr reaksiyonlu, tuzsuz, organik madde içeriği düşük, fosforca orta ve potasyumca zengin ve kireçsiz oldukları görülmüştür (Çizelge 3.5). Toprağın bor, tuzluluk, sodyumluluk ve drenaj sorunu bulunmamaktadır.

### **4.2. Sorgum-Sudan Otu Melezinin Sulama Suyu, Biçim Dönemleri ve Su Tüketimi**

#### **4.2.1. Sulama Suyu Miktarı**

Deneme konularına verilen sulama suları, bitkinin her biçimden sonra konularına göre uygulanmıştır. Her bir konuya verilen sulama suyu miktarı yıllar itibariyle Çizelge 4.1’de verilmiştir. Deneme alanında uygulanan sulama yöntemi görsel olarak Şekil 4.1’de verilmiştir.

Gelişme dönemleri boyunca bir kez sulanan I00, 0I0 ve 00I konularından 00I konusu her iki araştırma yılında da üçüncü biçim döneminde bitkinin biçim boyuna erişmemesi nedeniyle sulama uygulaması yapılmamıştır. 2018 yılında I00 ve 0I0 konularına sırasıyla 96-132 mm, 2019 yılında ise 89-134 mm sulama suyu uygulanmıştır. Yıllar arasındaki bu farklılık, yıllardaki yağış miktarlarının farklılığından kaynaklanmıştır.

Gelişme dönemi boyunca iki kez sulanan II0, 0II ve I0I konularından, I0I konusu her iki araştırma yılında da üçüncü biçim döneminde bitkilerin biçim boyuna erişememesi nedeniyle son sulama uygulaması yapılmamıştır. Dolayısıyla 2018 yılında verilen sulama suyu miktarı 96 mm, 2019 yılında 89 mm olmuştur. II0 ve 0II konuları için 2018 yılında verilen sulama suyu miktarı sırasıyla 221-268 mm ve 2019 yılında 207-270 mm olmuştur. Yıllar arasındaki bu değişiklik yukarıda belirtildiği üzere yıllardaki yağış miktarı farklılıklarından meydana gelmiştir. Çizelge 3.2’de belirtildiği gibi 2018 yılının Haziran ve Temmuz aylarında düşen toplam yağış miktarı 75,4-82,7 mm olmuş iken 2019 yılında 7,5-18,8 mm olmuştur. Her iki yılda da II0 en az sulama suyu verilen konu olmuştur. En yüksek sulama suyu ise 2018 yılında 268 mm ve 2019 yılında 270 mm ile 0II konusu olmuştur.

İki çalışma yılında da ikinci sulama dönemlerinde sulanan tüm konular (III, II0, 0I0 ve 0II) sonraki biçim döneminde bitki biçim boyuna ulaşabilirken, ikinci biçim döneminde sulanmayan konular (00I ve I0I) üçüncü biçim döneminde bitki biçim boyuna ulaşamadığı için sulama yapılmamıştır. Doğrudan hasat döneminde hasat biçimleri yapılmıştır.

Gelişme dönemi boyunca üç kez sulanan III konusu ise en fazla sulama suyu uygulanan konu olmuştur. 2018 yılında uygulanan sulama suyu miktarı 345 mm iken, 2019 yılında 336 mm olarak her iki yılda ortalama 340,5 mm sulama suyu uygulanmıştır.

#### **4.2.2. Biçim Dönemleri**

Araştırma yıllarında, hasatla birlikte toplam dört biçim dönemi olmuştur. Biçimler, bitki boyları 95-105cm’ye ulaştığında yapılmıştır. Araştırma yıllarında uygulanan biçim tarihleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Araştırma alanında konularına göre uygulanan biçim görsel olarak Şekil 4.2’de verilmiştir.

Araştırma yıllarında ekim yapıldıktan sonra 2018 yılında 24 Haziran’da, 2019 yılında ise 17 Haziran’da tüm konularda ilk kez biçim işlemleri gerçekleşmiştir. Bu biçimlerden sonra ise konularına göre sulama suyu uygulamaları başlatılmıştır. Bu biçimi takiben sulanan konular III, II0, I0I ve I00 olmuştur.

**Çizelge 4.1.** Araştırma yıllarında konulara uygulanan sulama suyu tarih ve miktarları (mm)

Sulama konuları	2018						2019						Toplamlar ortalaması
	24/06	23/07	29/07	07/09	14/09	Toplam	17/06	16/07	22/07	21/08	28/08	Toplam	
000						-						-	-
I00	96					96	89					89	92,5
OI0			132			132			134			134	133,0
00I						_*						_*	_*
II0	96	125				221	89	118				207	214,0
IOI	96					96*	89					89*	92,5*
OII			132		136	268			134		136	270	269,0
III	96	125		124		345	89	118		129		336	340,5

**Not:** \* Bitki boyu yeterli olmadığından, konulu son sulama suyu uygulaması yapılmamıştır.

**Çizelge 4.2.** Araştırma yıllarında konulara ait biçim tarihleri

Sulama konuları	2018					Hasat tarihi	2019					Hasat tarihi
	Biçim tarihleri						Biçim tarihleri					
000	24/06		29/07			30/09	17/06		22/07			24/09
I00	24/06	23/07					17/06	16/07				
OI0	24/06		29/07		14/09		17/06		22/07		28/08	
00I	24/06		29/07				17/06		22/07			
II0	24/06	23/07		07/09			17/06	16/07		21/08		
IOI	24/06	23/07					17/06	16/07				
OII	24/06		29/07		14/09		17/06		22/07		28/08	
III	24/06	23/07		07/09			17/06	16/07		21/08		

İkinci biçim dönemi, 2018 yılında 23 Temmuz'da, 2019 yılında ise 16 Temmuz'da gerçekleşmiştir. Birinci biçim döneminde sulanan III, II0, IOI ve IO0 konularında bitki gelişimi daha hızlı olması nedeniyle diğer konulardan daha önce biçim boylarına ulaşmıştır. İkinci biçimde sulama uygulaması olan III ve IO0 konularına sulama suyu uygulanmıştır. İlk biçimde sulama suyu uygulaması yapılan konular her iki araştırma yılında da yaklaşık bir ay gibi bir zamanda yeniden biçim boyuna gelmiştir.

Birinci biçim döneminde sulama uygulaması yapılmayan 0II, 0IO, 00I ve 000 konuları ise 2018 yılında 29 Temmuz'da, 2019 yılında ise 22 Temmuz'da biçilmiştir. İkinci biçim döneminde sulama uygulaması olan 0II ve 0IO konularının sulama işlemleri yapılmıştır.

İkinci biçimlerin tamamlanmasından sonra iki kez ardı arda biçilen ve sulanan III ve IO0 konularında, 2018 yılında 7 Eylül'de, 2019 yılında ise 21 Ağustos'da üçüncü biçimleri yapılmıştır. Bu biçimlerden bir hafta sonra da ilk biçimi takiben sulanmayıp, ikinci biçimi takiben sulanan 0IO ve 0II konuları 2018 yılında 14 Eylül'de ve 2019 yılında 28 Ağustos'da biçilmiştir. Bu biçimleri takiben III ve 0II konuları üçüncü kez biçilmiştir.

İlk biçimi takiben sulanan, ikinci biçimi takiben sulanmayan IOI ve IO0 konuları veya hiç sulanmayan 00I ve 000 konularında bitki boyları gerekli biçim yüksekliğine ulaşmadıkları için 2018 yılında 30 Eylül'de ve 2019 yılında 24 Eylül'de denememenin sonlandırıldığı hasat tarihinde biçimleri yapılmıştır. Dolayısıyla bu konular toplamda üç biçimde kalmıştır.

Denemede üçüncü kez biçilip sulanması gereken 00I ve IOI konularında bitki gelişimi yavaş olduğundan üçüncü biçim ve takibinde sulaması yapılamamıştır. Konulu uygulamalar 000 ve IO0 konularıyla birlikte seyir izlemiştir.



**Şekil 4.1.** Deneme alanında konularına göre uygulanan sulama yöntemi



Araştırma yıllarında, tüm biçim dönemleri incelendiğinde en kısa biçim dönemine ait konular III ve II0 konuları olmuştur. Bu konuları 0II ve 0I0 konuları takip etmiştir. Bu dört konuda hasatla birlikte dört biçim dönemine ulaşmıştır. Burada ikinci biçimi takiben yapılan sulama belirleyici olmuştur.

Araştırma yıllarında elde edilen meteorolojik veriler incelendiğinde deneme yıllarının ortalama sıcaklığının en yüksek olduğu Temmuz ve Ağustos aylarında, evapotransprasyonun artmasıyla bitkilerin bitki su ihtiyacı da artmıştır. Özellikle ikinci biçim ile üçüncü biçim arasındaki dönemde yağışların yetersiz olması göz önünde bulunduracak olursa, ikinci biçimde sulanmayan tüm konuların (I00, I0I, 00I ve 000) verimlerinin düşmesine, büyüme hızlarının yavaşlamasına ve çok geç biçim boyuna ulaşmasına neden olmuştur.



**Şekil 4.2.** Deneme alanında konularına göre gerçekleştirilen biçim işlemleri

### 4.2.3. Bitki Su Tüketimi

Araştırmanın yürütüldüğü yıllarda, toprak nem içerikleri, verilen sulama suyu miktarları ve yağışlar göz önüne alınarak, her bir konunun onar günlük, aylık ve mevsimlik bitki su tüketim değerleri hesaplanmıştır. Her araştırma yılının bitki su tüketim değerlerinden yararlanarak belirlenen ortalama değerler Çizelge 4.3'de, bunların yığışimli bitki su tüketim eğrileri ise Şekil 4.3'de verilmiştir.

Mevsimlik bitki su tüketimi değerleri, konulara verilen su miktarı artıka artış göstermiştir. Nisan ve Mayıs aylarında sulama uygulamasının olmaması tüm deneme konularda bitki su tüketim değerlerinin bu aylarda eşit miktarda olmasına neden olmuştur.

Haziran ayı ile başlayan sulama suyu uygulamaları ile konulardaki bitki su tüketim miktarlarında farklılıklar olmuştur. Bu farklılıklar belirgin bir şekilde yığışimli bitki su tüketim eğrilerinin verildiği Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

En az bitki su tüketimi 261 mm ile 000 ve 00I konularında olmuştur. Biçim boyuna ulaşamayan 00I konusunda son sulama uygulaması yapılamamıştır. Bitki gelişime dönemi boyunca sadece bir kez sulanan I00 ve 0I0 konularının bitki su tüketim değerleri ise sırasıyla 354 mm ve 394 mm olmuştur. Buna ilaveten tüm gelişme dönemi boyunca iki defa sulanması gereken I0I konusu üçüncü biçim döneminde sulama uygulaması yapılmadığı için sadece bir kez sulama uygulaması yapılmıştır. Dolayısıyla I0I konusunun bitki su tüketim miktarı 354 mm olmuştur. Tüm gelişme dönemi boyunca iki kere sulanan II0 ve 0II konularının bitki su tüketim değerleri sırasıyla 475 mm ve 530 mm olmuştur. Tüm gelişme dönemi boyunca üç kez sulanan III konusu ise 602 mm bitki su tüketim miktarına ulaşmıştır. Araştırma yılları arasında gelişme dönemi boyunca oluşan yağış farklılıkları nedeniyle bitki su tüketim değerlerinde farklılıklar olduğu gözlenmiştir.

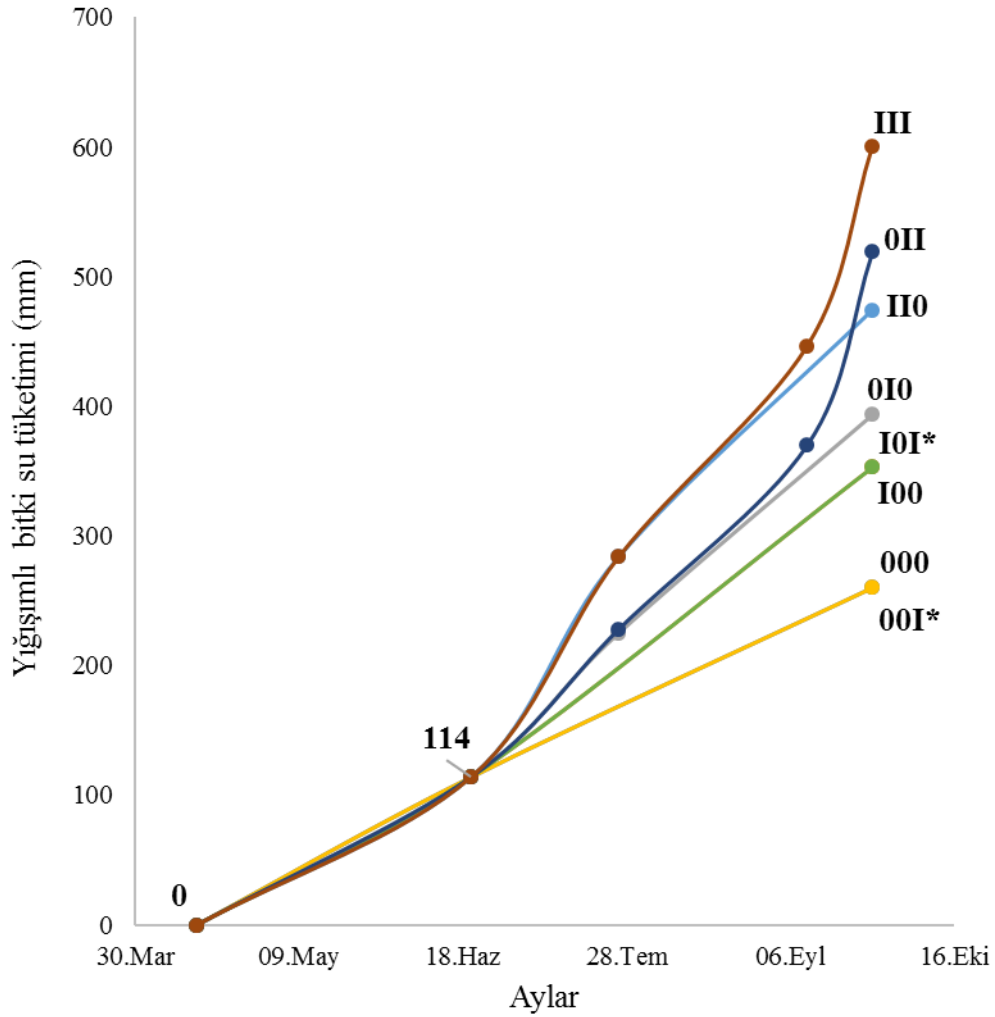
En yüksek aylık bitki su tüketimi konularına göre Temmuz ayı olmuştur. Araştırma yıllarında bu ay içerisinde en yüksek miktarda su tüketimi 173 mm ile III konusunda ikinci 150 mm ile II0 konusunda olmuştur. Bu konulardan III konusunun günlük su tüketim miktarı 5,6 mm, II0 konusunun ise 4,8 mm bulunmuştur.

**Çizelge 4.3.** Araştırma konularına ait iki yılın ortalamasının, dönemlik, aylık ve mevsimlik bitki su tüketim değerleri (mm)

Aylar	Konular							
	000	I00	0I0	00I	II0	I0I	0II	III
<u>Nisan</u>								
12-20	9	9	9	9	9	9	9	9
21-30	12	12	12	12	12	12	12	12
<u>12-30</u>	21	21	21	21	21	21	21	21
<u>Mayıs</u>								
01-10	13	13	13	13	13	13	13	13
11-20	16	16	16	16	16	16	16	16
21-31	19	19	19	19	19	19	19	19
01-31	48	48	48	48	48	48	48	48
<u>Haziran</u>								
01-10	20	20	20	20	22	20	22	22
11-20	18	22	23	18	35	22	24	28
21-30	17	23	25	17	38	23	27	33
01-30	55	65	68	55	95	65	73	83
<u>Temmuz</u>								
01-10	17	28	25	17	40	28	27	40
11-20	17	34	25	17	50	34	37	65
21-31	20	38	30	20	60	38	37	68
01-31	54	100	80	54	150	100	101	173
<u>Ağustos</u>								
01-10	20	35	35	20	33	35	52	52
11-20	15	26	35	15	32	26	50	50
21-31	15	19	45	15	30	19	50	50
01-31	50	80	105	50	92	80	152	152
<u>Eylül</u>								
01-10	15	19	32	15	30	19	55	53
11-20	10	13	22	10	24	13	40	55
21-27	8	8	18	8	15	8	40	57
01-27	33	40	72	33	69	40	135	125
<b>Mevsimlik</b>	261	354	394	261	475	354	530	602

Araştırma sonucu elde edilen Sorgum-Sudan otu melezi bitki su tüketim değerleri; Bullock vd. (1990), Miller ve Ottman (2010), Garofola vd. (2011), Ramos vd. (2012), Shenkut vd. (2013), Enciso vd. (2015), Lopez vd. (2016) ve Dündar (2019) gibi araştırmacıların elde

ettikleri değerler ile benzerlik göstermiştir. Farklı iklim ve toprak koşullarında değişik eşitleri ile yapılan denemelerde, bitki su tüketimeinin 360-884 mm arasında değiştiği gözlenmiştir.



şekil 4.3. Araştırma konularına ait ortalama yığışımlı bitki su tüketimei eğrileri

### 4.3. Yeşil Ot Miktarı

Araştırma yılları süresince, deneme konularına ait her bir parselden elde edilen toplam yeşil ot miktarları, yıllar ve yılların ortalaması olarak izelge 4.4’de verilmiştir.

Deneme konularından elde edilen miktarlar kullanılarak her çalışma yılı için varyans analizi ve Duncan testi sınıflandırması yapılmıştır. Yapılan birleştirilmiş varyans analizi izelge 4.5’de verilmiştir. Yapılan analiz sonucunda tekerrürler arasında istatistiki anlamda bir

fark çıkmamıştır. Ancak Duncan testi sınıflaması sonucu konular arasında % 1 düzeyde fark olduğu görülmüştür.

**Çizelge 4.4.** Araştırma yıllarında konulardan elde edilen yeşil ot miktarları (t/da)

Sulama konuları	2018				2019				Genel ortalama
	I	II	III	Ort.	I	II	III	Ort.	
000	3,97	3,02	4,20	3,73	2,69	2,46	2,88	2,67	3,20
I00	4,59	5,33	3,99	4,64	3,72	3,96	3,65	3,78	4,21
O10	4,23	3,69	3,52	3,81	3,19	3,01	3,09	3,10	3,46
00I	3,99	3,53	3,49	3,67	2,63	2,79	2,72	2,71	3,19
I10	4,97	4,65	6,21	5,28	4,88	4,61	4,80	4,76	5,02
I0I	4,65	5,07	3,59	4,44	4,09	3,97	3,74	3,93	4,19
O1I	4,45	4,07	4,39	4,30	4,47	4,53	4,43	4,48	4,39
III	4,39	5,72	4,38	4,83	5,12	5,23	5,34	5,23	5,03

İki yıllık ortalama yeşil ot miktarları incelendiğinde, en yüksek miktarlar III ve I10 konularında olmuştur. Bu konulardan elde edilen miktar değerleri birinci sınıfta yer almıştır. Her iki konuda sırası ile dekara 5,03 t ve 5,02 t yeşil ot miktarı elde edilmiştir. İkinci sınıfa giren O1I konusundan 4,49 t, I00 konusundan 4,21 t ve I0I konusundan 4,19 t yeşil ot miktarları elde edilmiştir. Son sınıfa giren konular ise bir kez sulama uygulaması yapılan O10 ve hiç sulanmayan 000 ve 00I konularında olmuştur. Bu konulardan sırasıyla 3,46 t, 3,20 t ve 3,19 t yeşil ot miktarları elde edilmiştir.

Duncan testi sınıflandırılmasıyla, birinci sınıfı oluşturan III ve I10 konularında elde edilen miktarlar arasında bir fark bulunamamıştır. Dolayısıyla üçüncü sulama yapılmadan, birinci ve ikinci biçim dönemlerinde yapılacak olan sulama uygulamalarının yeterli olacağı görülmüştür.

Araştırma konularında, ikinci sınıfa giren konuları incelenecek olursa, iki kez sulama uygulaması yapılan O1I konusu ile sadece birinci biçim döneminde sulanan I00 ve I0I konuları aynı sınıfta yer almıştır. Aynı sınıfa giren bu konuların miktarları arasında önemli bir fark yoktur. Ancak iki kez sulanan O1I konusu ile bir kez sulanan I00 ve I0I konularının aynı sınıfa girmesinin nedeni, Sorgum-Sudan otu melezinin ilk ve ikinci biçimde miktarı artarken üçüncü

biçimde miktarın düşmesi (Soya ve Avcıoğlu, 1995) olarak gösterilebilir. Ayrıca her iki araştırma yılının meteorolojik verileri incelendiğinde Ağustos ve Eylül aylarında düşen yağışların, Haziran ve Temmuz aylarında düşen yağışlardan çok daha az olması göz önünde bulundurulmalıdır.

Araştırma konularında bir kez sulanan 0I0 konusuyla, hiç sulama yapılmayan 000 ve 00I konusu üçüncü sınıfa girmiştir.

**Çizelge 4.5.** Araştırma yıllarında konulara ait birleştirilmiş varyans analizi

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P Olasılık (0,01)
Tekerrür	2	0,043	0,022	0,160 <sup>ns</sup>	6,51
Konular	7	11,598	1,657	12,226 <sup>**</sup>	4,28
Hata	14	1,897	0,136		

**Çizelge 4.6.** Araştırma yıllarında konulara ait Duncan testi

Sulama konuları	Verimler (t/da)	Gruplar	
		0,05	0,01
III	5,03	a	a
IIO	5,02	a	a
OII	4,39	ab	ab
I00	4,21	abc	ab
I0I	4,19	bc	ab
0I0	3,46	cd	b
000	3,20	d	b
00I	3,19	d	b

Sulama konularından elde edilen yeşil ot miktarları değerlendirildiğinde, bu yörede üç sulama suyu uygulamasının yerine ilk biçim döneminden başlayarak ardı ardına iki kez sulama suyu uygulanmasından da yüksek miktar elde edilebileceğidir. İki kez sulanan IIO ve OII konuları, uygulanan Duncan testi sınıflandırması sonucunda farklı sınıflarda yer almıştır. Birinci ve ikinci biçimleri ardı ardına yapılan sulama konuları, sadece ikinci ve üçüncü biçim dönemlerinde yapılan sulama konularından daha yüksek miktar vermiştir. Ayrıca bir kez sulamanın yapılması isteniyorsa, bunun birinci biçim döneminde yapılması gerekmektedir.

Çünkü, bir kez sulanan konular Çizelge 4.6'da görüldüğü üzere, 00I konusunda bitki biçim boyuna gelemediği için sulama yapılamamış ve yapılan Duncan testi sınıflandırmasında üçüncü sınıfta yer almıştır. Benzer şekilde 0I0 konusu da üçüncü sınıfta yer almıştır ve bu konulardan en düşük miktar değerleri elde edilmiştir. Ancak birinci biçim döneminde sulanan I00 konusu ikinci sınıfta yer almıştır. Buradan da anlaşılacağı üzere ilk biçimden sonra yapılan sulama, miktar değerlendirmesi açısından en kritik dönem olarak gösterilebilir. Bu yöre için Sorgum-Sudan otu melezinin, kuru koşullar için çok uygun olmadığı görülmüştür.

Sorgum-Sudan otu melezinin su eksikliğinin yeşil ot miktarına etkisini belirlemek amacıyla: Faci ve Fereres (1980), Dennis vd. (1982), Myers vd. (1984), Berenguer ve Faci (2001), Sinclair vd. (2005), Farre ve Faci (2006), Garofalo vd. (2011), Susan vd. (2012), Johanzada vd. (2013) ve İsmail vd. (2017) tarafından yapılan araştırmalarda belirli düzeylerde uygulanan su kısıtının verim değerlerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Buna göre III ve II0 konularında benzer sonuçlar elde edilmiştir.

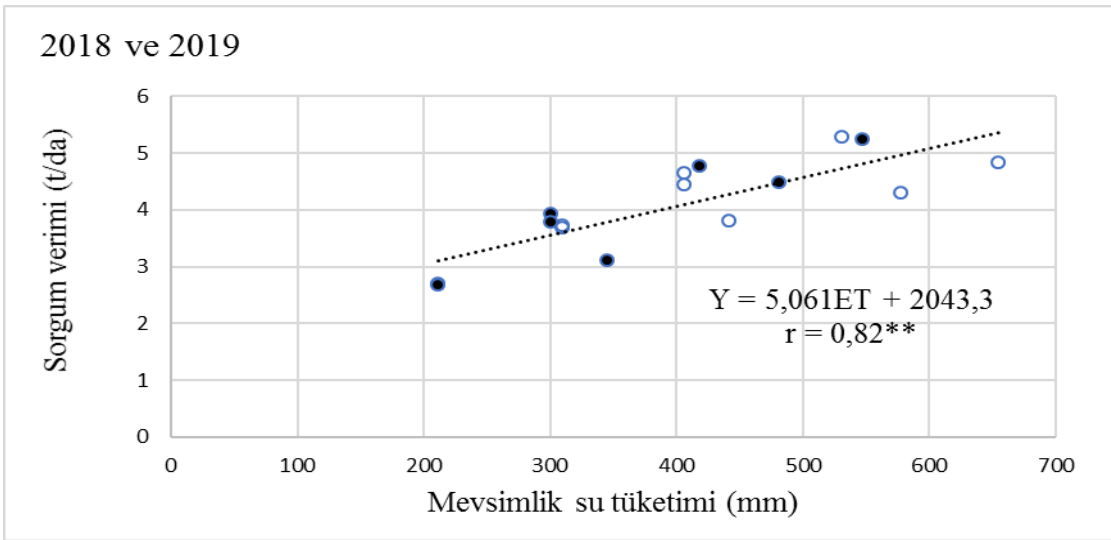
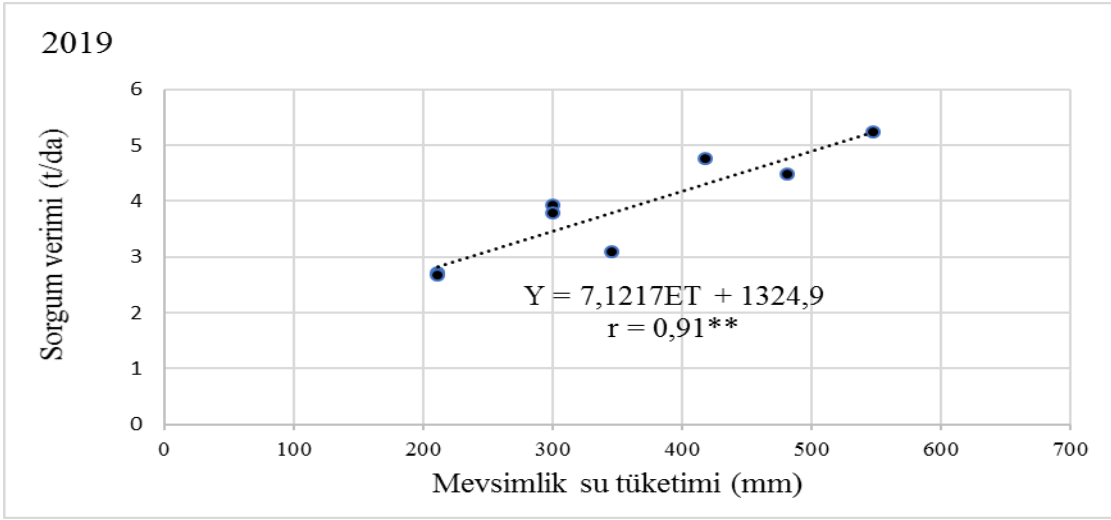
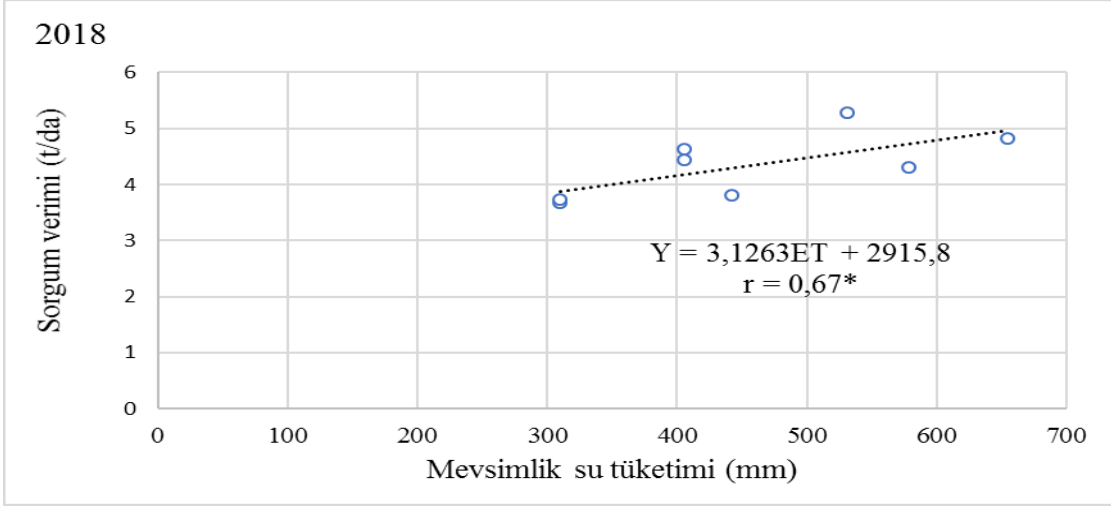
#### **4.4. Su-Üretim Fonksiyonları**

##### **4.4.1. Mevsimlik Su-Üretim Fonksiyonları**

Araştırma deneme konularından elde edilen mevsimlik bitki su tüketim (evapotranspirasyon) miktarları ile ortalama Sorgum-Sudan otu melezi yeşil ot miktarları kullanılarak deneme yıllarına göre belirlenen su tüketimi-verim ilişkileri ile her iki yılın birlikte değerlendirilmesiyle elde edilen mevsimlik su üretim fonksiyonu Şekil 4.4'de verilmiştir.

Belirtilen eşitliklere göre, Sorgum-Sudan otu melezi mevsimlik su tüketimi ile yeşil ot miktarı arasında 2018 yılında % 5, 2019 yılında % 1 ve her iki yıl birlikte değerlendirildiğinde ise % 1 düzeyinde doğrusal bir ilişkinin bulunduğu dolayısıyla sulama ile yeşil ot miktarının arttığı saptanmıştır. Böylece, mevsimlik su üretim fonksiyonunun kullanılmasıyla su tüketimine karşılık yeşil ot miktarı tahmini yapılabilecektir.

Sulama programına, toprak ve iklim değişkenlikleri gibi etmenlere bağlı olarak Tülücü (1985)'de belirttiği gibi su-verim ilişkisi doğrusal ya da eğrisel olabilmekle birlikte, Sorgum-Sudan otu melezi için yapılan çalışmalarda Faci ve Fereres (1980), Dennis ve ark. (1982), Myers vd. (1984) ve Berenguer vd (2001) benzer sonuçlar elde etmiştir.



Şekil 4.4. Araştırma yıllarına ait su tüketimi-verim ilişkileri ve mevsimlik su tüketimi fonksiyonu



#### 4.4.2. Oransal Bitki Su Tüketimi Açığı ile Oransal Verim Azalması ve Su-Verim İlişkisi Faktörü

Deneme konularından elde edilen su tüketimi ve Sorgum-Sudan otu melezinin yeşil ot miktarları kullanılarak belirlenen oransal bitki su tüketimi açığı ile oransal verim azalması ve su-verim ilişkisi faktörü Çizelge 4.7’de verilmiştir. Bu değerler kullanılarak, toplam büyüme mevsimi için Stewart eşitliği aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right) = 0.66 \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right) - 0,009 \quad (4.1.)$$

$$r = 0.81^{**}$$

Eşitlikteki 0,009 terimi çok küçük olduğundan değerlendirme dışı tutulmuştur. Bu durumda eşitlik aşağıdaki halini almıştır.

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right) = 0.66 \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right) \quad (4.2.)$$

Eşitlikte verilen doğrunun eğimi, su-verim ilişkisi faktörü  $k_y = 0,66$  olarak belirtilmiş ve Şekil 4.5’de grafik olarak gösterilmiştir. Bu değer 1’den küçük olduğundan Sorgum-Sudan otu melezi bitkisine mevsimlik büyüme periyodu boyunca su kısıtının uygulanabileceği belirlenmiştir.

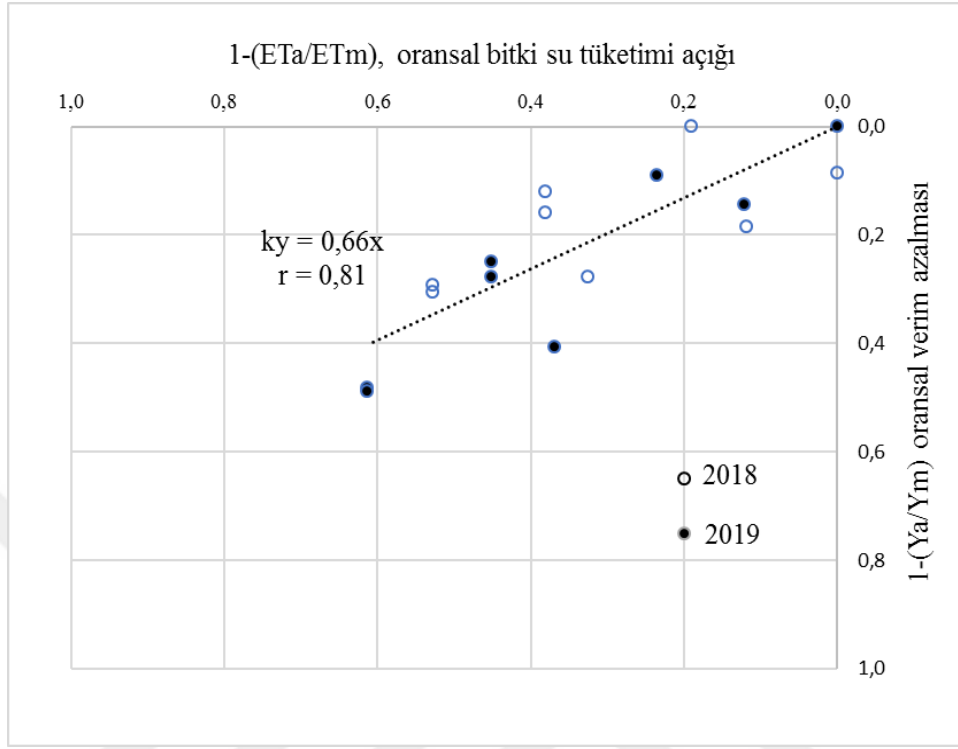
Tekirdağ koşullarında toprak ve iklim etmenleri dikkate alındığında Sorgum-Sudan otu melezi bitkisinin birinci ve ikinci biçimini takiben uygulanan sulama suyu ile 2018 yılında maksimum miktarına ulaşmış ve 2019 yılında ise maksimum miktarına yaklaşmıştır. Her iki deneme yılı ortak değerlendirildiğinde ise en yüksek miktarına üç biçimi takiben sulama yapılan konuda ulaşılmıştır.

Deneme konularından elde edilen verim azalması değerleri Çizelge 4.8’de ve sulama suyu tasarrufları Çizelge 4.9’de verilmiştir.

Tüm bu çizelgeler incelendiğinde her iki deneme yılında da en yüksek yeşil ot miktarı, toplam büyüme mevsimi boyunca bitki su ihtiyacının tam olarak karşılandığı III konusunda elde edilmiştir. Dolayısıyla bu konudaki verim değerleri maksimum verim ( $Y_m$ ) ve bitki su tüketimi değerleri maksimum bitki su tüketimi ( $ET_m$ ) değerleri olarak alınmıştır.

**Çizelge 4.7.** Araştırma konularına ait elde edilen su-verim ilişkisi ( $k_y$ ) faktörler

Sulama konuları	Maksimum verim $Y_m$ (kg/da)	Maksimum bitki su tüketimi $ET_m$ (mm)	Gerçek verim $Y_a$ (kg/da)	Gerçek bitki su tüketimi $ET_a$ (mm)	Oransal verim azalması $1-(Y_a/Y_m)$	Oransal bitki su tüketimi açığı $1-(ET_a/ET_m)$	Su-verim ilişkisi faktörü $k_y$
000			3200	261	0,364	0,567	0,64
I00			4210	354	0,163	0,412	0,40
O10			3460	394	0,312	0,346	0,90
00I			3190	261	0,366	0,567	0,65
I10			5020	475	0,002	0,211	0,01
I0I			4190	354	0,167	0,412	0,41
01I			4390	530	0,127	0,120	1,06
III	5030	602	5030	602	-	-	-



**Şekil 4.5.** 2018-2019 yılları toplam büyüme mevsimi için ortalama su-verim ilişkisi

Her iki deneme yılında iki biçim döneminde sulanan konulardan; birinci biçim döneminde sulanmayan 0II konusunun ortalama yeşil ot miktar azalması % 12,7 oranında azalmış, buna karşın su tasarrufu % 21,0 oranında olmuştur. Sadece üçüncü biçim döneminde sulaması yapılmayan IIO konusunun ortalama miktar azalması % 0,2 oranında, sulama suyundan sağlanan tasarruf ise % 37,2 oranında olmuştur.

Benzer şekilde, her iki deneme yılında da sadece bir kez sulaması yapılan, I00 ve 0I0 konularında; sadece birinci biçim döneminde sulanan I00 konusu ortalama % 16,3 oranında miktar kaybı yaşarken, sadece ikinci biçim döneminde sulanan 0I0 konusu % 31,2 oranında miktar kaybına uğramıştır. Buna ek olarak I00 konusunda sulama suyundan sağlanan tasarruf % 72,8 oranında iken 0I0 konusunda % 60,9 oranında sulama suyu tasarruf edilmiştir.

Hiç sulama uygulaması yapılmayan 000 konusunda ortalama yeşil ot miktarı azalması % 36,4 oranında olmuştur.

**Çizelge 4.8.** Araştırma yıllarında konulara ait elde edilen verim azalmaları

Sulama konuları	2018		2019		Ortalama	
	Verim miktarı (kg/da)	Verim azalması (%)	Verim miktarı (kg/da)	Verim azalması (%)	Verim miktarı (kg/da)	Verim azalması (%)
000	3730	29,4	2670	49,0	3200	36,4
I00	4640	12,1	3780	27,7	4210	16,3
OI0	3810	27,8	3100	40,7	3455	31,2
00I	3670	30,5	2710	48,2	3190	36,6
II0	5280	-	4760	9,0	5020	0,2
IOI	4440	15,9	3930	24,9	4185	16,7
OII	4300	18,6	4480	14,3	4390	12,7
III	4830	8,5	5230	-	5030	-

**Çizelge 4.9.** Araştırma yıllarında konulara ait elde edilen sulama suyu tasarrufları

Sulama konuları	2018		2019		Ortalama	
	Sulama suyu miktarı (mm)	Sulama suyu tasarrufu (%)	Sulama suyu miktarı (mm)	Sulama suyu tasarrufu (%)	Sulama suyu miktarı (mm)	Sulama suyu tasarrufu (%)
000	-	100,0	-	100,0	-	100,0
I00	96	72,2	89	73,5	92,5	72,8
OI0	132	61,7	134	60,1	133,0	60,9
00I	-*	100,0	-*	100,0	-*	100,0
II0	221	35,9	207	38,4	214,0	37,2
IOI	96*	72,2	89*	73,5	92,5	72,8
OII	268	22,3	270	19,6	269,0	21,0
III	345	-	336	-	340,5	-

Bu araştırmada elde edilen ve yukarıdaki çizelgeler ve şekillerde gösterilen sonuçlara göre Sorgum-Sudan otu melezinin nem eksikliğine en duyarlı döneminin birinci ve ikinci biçim dönemleri olduğu görülmüştür. Yüksek verim elde etmek için büyüme mevsimi boyunca birinci ve ikinci biçimde bitki su ihtiyacının verilmesi gerekmektedir. Eğer bir kez sulama yapılmak

isteniyorsa sulamanın ilk biçimi takiben yapılması uygun olacaktır. Haziran ve Temmuz aylarında yağış ile toprakta yeterli nem olması halinde üçüncü biçimi takiben su kısıtına gidilebilir.

#### 4.5. Su Kullanım Randımanları

Denemede ele alınan konulara ilişkin toplam su kullanım etkinlikleri (TWUE) ve sulama suyu kullanım etkinlikleri (IWUE) yıllar ve yılların ortalaması olarak Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelgeden anlaşılacağı üzere IWUE değerleri TWUE değerlerine göre daha yüksektir. Bunun nedeni, bitki su tüketim miktarının sulama suyu miktarından daha büyük olmasıdır.

Ortalama değerler kullanılarak ele alınan sulama konuları arasında en yüksek TWUE değeri 12,3 kg/m<sup>3</sup> olarak kuru koşullardaki 000 konusunda olmuştur. Sulama uygulaması yapılan konular incelendiğinde, en yüksek TWUE değeri 11,9 kg/m<sup>3</sup> ile I00 konusu, en düşük değer ise 8,3 kg/m<sup>3</sup> olarak 0II konusu olmuştur. Bunun anlamı, ilk biçimi takiben sulama suyu verilmemesinden dolayı verimin düşmesine neden olmuştur. Bu nedenle birinci biçimi takiben yapılan sulama önem taşımaktadır. Benzer şekilde, III ve II0 konuları incelendiğinde, üçüncü biçimi takiben yapılan sulama uygulaması etkin bir verim artışı sağlamamıştır

Aynı şekilde en yüksek IWUE değeri 45,5 kg/m<sup>3</sup> ile I00 konusu ve en düşük değer ise 14,7 kg/m<sup>3</sup> ile III konusu olmuştur. Bunun anlamı belli bir sulama suyu ve topraktaki nem miktarından sonra uygulanan her sulama suyu ile verim artışını sağlayamayacağı ve Sorgum-Sudan otu melezinin her gelişme döneminde sudan eşit olarak yararlanmadığını göstermektedir (Tülücü, 1985).

Sorgum-Sudan otu melezi bitkisinin farklı türleri üzerine yapılan diğer araştırmacılardan Ismail vd. (2017) sulama suyu kullanım etkinliğinin (IWUE) artmasıyla ürün veriminin azalma gösterdiğini saptamıştır. Ancak Dennis vd. (1982) bitki su tüketiminin maksimumun altına düştüğünde su kullanım etkinliğinin (IWUE) sürekli olarak düştüğünü gözlemiştir. Buradan sorgum bitkisinin çeşitlerine de bağlı olarak toprak ve iklim özellikleri farklı olan bölgeler de su kullanım etkinliğinin farklılıklar gösterebileceği anlaşılmaktadır.

**Çizelge 4.10.** Araştırma yıllarında konulara ait su kullanım etkinlikleri (kg/m<sup>3</sup>)

Sulama konuları	Toplam su kullanım etkinliği (TWUE)			Sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE)		
	2018	2019	Ort.	2018	2019	Ort.
000	12,0	12,6	12,3	-	-	-
I00	11,4	12,6	11,9	48,3	42,5	45,5
0I0	8,6	8,9	8,8	28,9	23,1	26,2
00I	11,8	12,8	12,2	-	-	-
I10	9,9	11,4	10,6	23,9	23,0	23,5
I0I	10,9	13,6	11,8	46,2	44,2	45,3
0II	7,4	9,3	8,3	16,0	16,6	16,3
III	7,4	9,6	8,4	14,0	15,6	14,8

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Tekirdağ koşullarında Sorgum-Sudan otu melezinin su tüketimi, sulama zamanı planlaması ve su verim ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla 2018 ve 2019 yılları arasında yapılan araştırmadan elde edilen sonuç ve öneriler aşağıda özetlenmiştir.

### 5.1. Sonuçlar

Araştırmaya Tekirdağ-Süleymanpaşa ilçesinde Nisan ayının ortalarında yapılan ekimle başlanmıştır. Araştırma dört biçim ve üç sulama zamanı dikkate alınarak planlanmıştır. Sulamalar farklı biçim zamanlarından sonra bir, iki ve üç kez olarak yapılmıştır.

Araştırmanın sürdürüldüğü yıllarda konulardan elde edilen Sorgum-Sudan otu melezi yeşil ot miktarına göre yapılan birleştirilmiş varyans analizi ve Duncan testi sınıflandırması sonucu III konusu en yüksek verim değerine ulaşan konu olmuştur. Ancak, yapılan Duncan testi sınıflandırması sonucunda III konusu ile II0 konusuda aynı sınıfta yer almıştır. Dolayısıyla her iki konu arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.

Herhangi bir su kısıtının olmadığı III konusunda toplam 340 mm sulama suyu uygulanmış ve mevsimlik bitki su tüketimi 602 mm olarak belirlenmiştir. Bu konunun aylık en yüksek bitki su tüketimi Temmuz ayında 173 mm olarak bulunmuştur. Bu konudan ortalama 5,03 t/da yeşil ot miktarı elde edilmiştir. Benzer şekilde ilk ve ikinci biçimleri takiben sulanan II0 konusuna gelişme dönemi boyunca toplam 214 mm sulama suyu uygulanmış ve mevsimlik bitki su tüketimi 475 mm olarak saptanmıştır. Bu konudan elde edilen yeşil ot miktarı ise 5,02 t/da olmuştur.

Yukarıdaki bahsedilen konuların bitki su tüketimi ve verim ilişkilerinden anlaşılacağı üzere Sorgum-Sudan otu melezi tüm gelişme dönemi boyunca sadece birinci ve ikinci biçimi takiben verilen sulama suyunun, uygun iklim şartları altında, tam sulanan konuyla birbirlerine çok yakın verim değerlerinde olduğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla Sorgum-Sudan otu melezinin gelişme mevsiminde Haziran ve Temmuz yağışlarının yeterli olması durumunda ve su kaynaklarının kısıtlı olduğu koşullarda üç sulama yerine, iki sulama yapılabilir ve sulama uygulanması yapılmayacak en uygun döneminin ise üçüncü biçimi taktır.

İki sulama yapmanın imkânsız olduğu koşullarda, tek sulama suyu uygulaması yapılması hâlinde bu sulamanın mutlaka birinci biçimi takiben yapılması gerekir. Ancak bu

durumda sadece ilk iki biçimden yüksek verim elde edilebileceği, üçüncü biçim boyuna çok geç geleceği ve verim değerlerinin oldukça düşük olacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

Farklı biçim dönemlerinde uygulanan sulama suyu kısıtının Sorgum-Sudan otu melezinin yeşil ot miktarında farklı etkileri olmuştur. Buna göre hesaplanan  $k_y$  değerlerinde en küçük olan verimde en az düşmeye neden olacağından hareketle, denemede özellikle birinci biçim döneminde uygulanan su kısıtının verimde önemli düzeyde düşmelere neden olduğu saptanmıştır. Bu nedenle birinci biçimi takiben sulama suyu uygulanması çok önemlidir.

## 5.2. Öneriler

Tekirdağ koşullarında yetiştirilen Sorgum-Sudan otu melezinin bitki su tüketimi, sulama zamanı planlaması ve su-verim ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada, ele alınan sulama konularının değerlendirilmesi sonucu III ve II0 konusu Duncan testi sınıflandırması sonucunda aynı sınıfta yer almıştır.

Bu iki sulama konusunu ele aldığımız zaman bitki su tüketiminin 602-475 mm arasında olduğu saptanmıştır. Buna göre sulama zamanının birinci ve ikinci biçimi takiben veya üçüncü biçimi takiben yapılacak sulama suyu uygulamasının yeşil ot miktarında benzer değere ulaştığı saptanmıştır.

Birinci ve ikinci biçimi takiben sulanan II0 konusu, dördüncü biçim döneminde hasat boyuna erişememiştir. Bu nedenle hasat döneminde elde edilen yeşil ot miktarı yeşil gübre olarak da kullanılabilir.

Tüm gelişme mevsimi boyunca, tek sulama suyu uygulanmak isteniyorsa bu sulama birinci biçimi takiben yapılmalıdır. Ancak birinci biçimi takiben yapılacak olan sulamayla birlikte ilk iki biçimde bitki biçim boyuna ulaşılabilirken, üçüncü biçim zamanı gecikmektedir. Bu nedenle, gelişme dönemi boyunca yaz yağışları büyük önem taşımaktadır. Bir kez sulanan I00 konusu için ikinci biçimden sonra, üçüncü biçim döneminde yeterli biçim boyuna gelmediği takdirde yeşil gübre olarak toprağa karıştırılabilir.

Susuz koşullarda Sorgum-Sudan otu melezinin en düşük verimi elde etmiştir. İki kez biçim yapıldığında biçim boyuna ulaşabilmiş ve üçüncü biçim bitki boyuna ulaşmadan hasat edilmiştir. Bu nedenle Tekirdağ koşullarında kuru tarım için önerilecek bir bitki değildir.



## 6. KAYNAKLAR

- Allen, R. Overman. (1978). Effluent Irrigation of Sorghum-Sudan grass and Kenaf. *Journal of The Environmental Engineering Division*, 104(6), 1061- 1066.  
<http://cedb.asce.org/CEDBsearch/record.jsp?dockey=0008447>
- Altın, M. (1991). *Yem Bitkileri Yetiştirme Tekniği*. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. Ankara.
- Anonim. (1984). *Tekirdağ İli Verimlilik Envanteri ve Gübre İhtiyaç Raporu*. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Anonim. (1993). *Tekirdağ İli Arazi Varlığı*. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Aras, İ. (2017). *Silajlık Sorgum (Sorghum Sp.)'un Verim ve Kalitesi Üzerine Farklı Sulama Suyu Tuzluluk Seviyelerinin Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi), Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Iğdır.
- Assefa, Y., Staggenborg S.A., Prasad, V.P.V. (2010). Grain Sorghum Water Requirement and Responses to Drought Stress: A Review. *Crop Management*, Access Digital Library, Vol. 9, No: 1, Nov 2010. doi:10.1094/CM-2010-1109-01-RV.
- Avcioğlu, R., Hatipoğlu, R., Karadağ, Y. (2009). *Sorghum (Sorghum bicolor L. Moench). Yembitkileri Buğdaygil ve Diğer Familyalardan Yem Bitkileri*. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü. Cilt 3, 189-199. İzmir:
- Berenguer, M.J., Faci, J.M. (2001). Sorghum (Sorghum Bicolor L. Moench) Yield Compensation Processes Under Different Plant Densities and Variable Water Supply. *European Journal of Agronomy*, 15(1), 43-55.
- Beyce, Ö. ve Madanoğlu, K. (1980). *Bitki Su Tüketiminin Saptanması*. TOPRAKSU Araştırma Ana Projesi, No: 433, Ankara
- Bilen, M. (2018). *Banaz şartlarında ikinci ürün Sorgum-Sudan out yetiştirilmesi olanakları üzerine bir araştırma*. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi). İsparta.
- Blum, A., Arkin, G.F. (1984). Sorghum Root Growth and Water-Use as Affected by Water Supply and Growth Duration.. *Field Crops Research*, 9, 131-142.

- Brown, Paul L., Shrader, W.D. (1959). Grain Yields, Evapotranspiration, and Water Use Efficiency of Grain Sorghum under Different Cultural Practices. *Access Digital Library*, 51( 6), 339-343.
- Bullock, D.G., Dugarte-Fernandez, M., Fowler, J.L. (1991). *Growth Analysis of Irrigated Sorghum-Sudan grass*. Kyushu University, Biotron Institute, NII-Electronic Library Service, Biotronics, 20, 9-17.
- Çeçen, S., Öten, M. ve Erdurmuş, C. (2005). Batı Akdeniz Sahil Kuşağında Sorgum (*Sorghum bicolor* L.), Sudanotu (*Sorghum Sudanenese Staph.*) ve Mısırın (*Zea Mays*) İkinci Ürün olarak Değerlendirilmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (3): 337 – 341.
- Demirhan, F. (2007). *Silajlık Olarak Kullanılabilecek İkinci Ürün Bazı Yem Bitkisi Türlerinin Morfolojik Özellikleri ve Ot Verimi Üzerine Araştırmalar*. (Yüksek Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Dennis, P., Garrity, D.P., Darrell G. Watts, Sullivan, C.Y., Gilley, J.R. (1982). Moisture Deficits and Grain Sorghum Performance: Evapotranspiration-Yield Relationships. *Access Digital Library*, 74(5), 815-820. doi:10.2134/agronj1982.00021962007400050011x.
- Devlet Su İşleri (2016). Devlet Su İşleri Sulanan Alanda Bitki Dağılımı.
- Devlet Su İşleri (2019). Devlet Su İşleri Türkiye Su Kaynakları Potansiyeli. <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/754>.
- Devlet Meteoroloji İşleri. (2019). *Tekirdağ İlinin 2018 ve 2019 Yılı Günlük Meteorolojik Rasat Verileri*. Tarım ve Ormanlık Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Tekirdağ.
- Doorenbos, J. and Kassami, A.H., (1979). *Yield Response to Water*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Irrigation and Drainage Paper; 33, Roma.
- Dündar, M. (2019). *Kısıntılı Sulama Tekniğinin İkinci Ürün Tatlı Sorgumun Biyokütle Ve Biyoetanol Verimine Etkilerinin Araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Ebenezer, A., Ayorinde, A., Olufayob, A. (2004). Evaluation of Two Temperature Stress Indices to Estimate Grain Sorghum Yield and Evapotranspiration. *Access Digital Library*, 96(5), 1282 – 1287. Sept, 2004. doi:10.2134/agronj2004.1282.
- Enciso, J., Jifon, J., Ribera, L., Zapata, S.D., Ganjegunte, G.K. (2015). Yield, Water Use Efficiency and Economic Analysis of Energy Sorghum in The South Texas. Science Direct Journals and Books, *Biomass and Bioenergy*. 81, 339-344.

- Faci, J.M., Fereres, E. (1980). Responses of Grain Sorghum to Variable Water Supply Under Two Irrigation Frequencies. *Irrigation Science*, 1, 149–159.
- Farre, I. ve Faci, J.M. (2006). Comparative response of maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) to deficit irrigation in a Mediterranean Environment. *Agricultural Water Management*. 83(1-2), 135-143.
- Garofalo, P., Vonella, A.V., Ruggieri, S., Rinaldi, M. (2011). Water and Radiation Use Efficiencies of Irrigated Biomass Sorghum in a Mediterranean Environment. *Italian Journal of Agronomy*, 6(e21), 134-139.
- Geren, H. ve Kavut, Y.T. (2009). İkinci Ürün Koşullarında Yetiştirilen Bazı Sorgum (*Sorghum* sp.) Türlerinin Mısır (*Zea mays* L.) ile Verim ve Silaj Kalitesi Yönünden Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 46 (1): 9-16.
- Güner B., Altuntaş A., Arslan H. Y. ve Aydemir S. (2014). Çayır Mera ve Yem Bitkileri Araştırma Grubu. Tarla Bitkileri Araştırma Dairesi Başkanlığı; TÜİK (2014). Bitkisel Üretim İstatistikleri.
- Howell, T.A., Copeland, K.S., Schneider, A.D., Dusek, D.A., (1988). *Sprinkler Irrigation Management for Corn Southern Great Plaine*. International Summer Meeting. The ASEA, Rushmore Plaza Civic Center, Rapid City, SD. USA.
- Howell, T.A., Cuenca, H.A., Solomon, K.H., (1990). *Crop Yield response. Management of farm irrigation systems*. Trans. ASAE, Monograph Chap, SD. USA.
- Ismail, S.M., Nakhlawy, F.S. and Basahi, J.M. (2017). Sudan Grass and Pearl Millets ductivity Under Different Irrigation Methods With Fully Irrigation and Stresses in Arid Regions. *Japanese Society of Grassland Science*, 64, 29-39.
- İstanbulluoğlu, A., (1996). *Bitki Su Tüketiminin Doğrudan Ölçüldüğü, Tarla Deneme Parselleri Yöntemi*, Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 240, Tekirdağ.
- İnan İ. H. (2012). Trakya Bölgesinde Tarım ve Hayvancılığın Durumu, Türkiye Ekonomi Durumu Tartışma Metni.
- Jahansouz, M.R., Afshar, R.K., Heidari, H., Hashemi, M. (2014). Evaluation of Yield and Quality of Sorghum and Millet as Alternative Forage Crops to Corn under Normal and Deficit Irrigation Regimes. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 10(4), 699-715.

- Jahanzada, E., Jorathb, M., Moghadamb, H., Sadeghpoura, A.M., Chaichib, R., Dashtakib, M. (2013). Response of a New and a Commonly Grown Forage Sorghum Cultivar to Limited Irrigation and Planting Density. *Agricultural Water Management*, 117, 62-69.
- Kanber, R., Tekinel, O., Baştuğ, R., Önder, S. ve Baytorun, N. (1989). Peant Yield as Affeoted by deficit Irrigation, Soil Texture, Sowing Date and Irrigation Interval, “Theory and practice. [www.agris.fao.org](http://www.agris.fao.org)
- Kanber, R., Yazar, A., Eylem, M., (1990). *Çukurova Koşullarında Buğdaydan Sonra Yetiştirilenİkinci Ürün Mısırın Su-Verim İlişkisi*. Köy Hizmetleri Tarsus Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, No: 173/108.
- Kırda, C. ve Sarıyev, A. (2002). *Toprak Fiziği* (1. Baskı). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Adana.
- Kisekka, I., Lamm, K.F., Schlegel, K.A. (2016). *Sorghum Yield Response to Water Supply and Irrigation Management*. Agricultural Experiment Station Research Reports: Kansas. 2(7).
- Miller, A.N., Ottman, M.J. (2010). Irrigation Frequency Effects on Growth and Ethanol Yield in Sweet Sorghum. *Acess Digital Library*, 102(1), 60-70. doi:10.2134/agronj2009.0191
- Musick, J.T., Grimes, D.W., Herron, G.M. (1963). Irrigation Water Management and Nitrogen Fertilization of Grain Sorghums. *Acess Digital Library*, 55( 3), 295-298.
- Myers, R.J.K., Foale, M.A, Done, A.A. (1984). Responses of Grain Sorghum to Varying Irrigation Frequency in the Ord İrrigation Area. II. Evapotranspiration, Water Use Efficiency and Root Distribution of Different Cultivars. *Crop & Pasture Sciene. Australian Journal of Agricultural Research*, 35(1), 31-42.
- Parlak, A.Ö ve Sevimay, C.S. (2007). Arpa ve Buğday Hasadından Sonra Bazı Yem Bitkilerinin İkinci Ürün Olarak Yetiştirilme İmkanları, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(2), 101-107.
- Payam ,M., Yousef, A. (2005). Study of Plant Density and Irrigation Intervals on Forage Yield and Some Physiological Traits in Forage Sorghum. *Iranian Journal of Crop Sciences*, Winter, 6(4), 374-382.
- Ramos, T.B., Simunek, J., Gonçalvesa, M.C., Martins, J.C., Prazeres, A., Pereira, L.S. (2012). Two-Dimensional Modeling of Water and Nitrogen Fate from Sweet Sorghum Irrigated with Fresh and Blended Saline Waters. *Agricultural Water Management*, 111, 87-104. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2012.05.007>.

- Sağlam, M.T. (2012). *Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri* (5. Baskı). Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Tekirdağ
- Shenkut, A., Tesfaye, K. ve Abegaz, F. (2013) Determination of Water Requirement and Crop Coefficient for Sorghum (*Sorghum Bicolor* L.) at Melkassa, Ethiopia. *Scienc, Techology and Arts Research Journal*. 12(3), 16-24.
- Sinclair, T.R., Hammer, G.L., Van Oosterom, E.J. (2005). Potential Yield and Water-Use Efficiency Benefits in Sorghum from Limited Maximum Transpiration Rate. *Functional Plant Biology*, 32(10), 945-952.
- Soya, H. ve Avcıoğlu, R. (1995). *Yazlık İkinci Ürün Olarak Kimi Sorgum-Sudan otu Melez Çeşitlerinde Biçim Sırasının Ot Verimi ve Verim Özelliklerine Etkisi*. Ege Üniversitesi Araştırma Fonu Proje No: 93-ZRF-012.
- Soya, H., Avcıoğlu, R., Geren, H. ve Kavut, T.Y. (2004). *Sudanotu / Yem Bitkileri*, (2. Baskı), Hasad Yayınları, İstanbul.
- Stewart, J.L. and Hegan, R.M. (1973). Functions to Predict Effects of Crop Water Deficits. *Journal of the Irrigation and Drainage Division*, 99(4), 421-439.
- Stewart, B.A., Musick, J.T. and Duse D.A. (1983). Yield and Water Use Efficiency of Grain Sorghum in a Limited Irrigation-Dryland Farming System. *Access Digital Library*, 75(4), 629-634. doi:10.2134/agronj1983.00021962007500040013x.
- Susan, A. O'shughnessy., Steven, R.Evett., Paul, D.Colaizzi., Terry, A. Howell. (2012). A Crop Water Stress Index and Time Threshold for Automatic Irrigation Scheduling of Grain Sorghum. *Agricultural Water Management*, 107(May 2012), 122-132.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2018). Tarım Alanları. Türkiye İstatistik Kurumu, TÜİK.
- Tekirdağ Tarım ve Orman İl Müdürlüğü. (2018). *Tarım Raporu*. Tekirdağ Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, TOİM.
- Tülücü, K., (1985). Tarımsal Sulamada Kısıntılı Su Uygulaması Su-Üretim Fonksiyonu Kavramı ve Kaynakların En İyi Kullanımı. *Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 9(1), 132-142.
- Tüzüner, A., (1990). *Toprak ve Su Analiz Laboratuvari El Kitabı*. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.

- Tolk, J.A. and Howell, T.A. (2001). Measured and Simulated Evapotranspiration of Grain Sorghum Grown with Fulland Irrigation Three High Plains Soils. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*. 44(6), 1553–1558.
- Urrea, R.L., Molina, L.M., Cruz, F. de la, Montoro, A., Piqueras, J.G., M. Odi-Lara., Sánchez, J.M. (2016). Evapotranspiration and Crop Coefficients of Irrigated Biomass Sorghum for Energy Production. *Irrigation Scane*, 34(4), 287–296.
- Uzun, F., Garipoğlu, A.V. ve Ocak, N. (2017). Water Use Efficiency, Yield, and Nutritive Value of Maize and Sorghum Cultivars İrrigated in a Shallow Soil. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*. 32(3), 358-366.
- Yıldırım, O., (2013). *Karık Sulama Yöntemi. Sulama Sistemlerinin Tasarımı (4.baskı)*. Ankara Üniversitesi Yayınları. Ankara.
- Yıldırım, O., Kodal, S., Selenay, M.F., Yıldırım, Y.E., (1995). Kısıntılı Sulamanın Mısır Verimine Etkisi. *Kültürteknik Dergisi*, V. Ulusal Kültürteknik Kongresi, Antalya.
- Zegada-Lizarazu, W., Zetta, A., Monti, A. (2011). Water Uptake Efficiency and Above-and Belowground Biomass Development of Sweet Sorghum and Maize Under Diffrent Water Regimes. *Plant and Soil*, 351(1–2), 47–60.

## EKLER

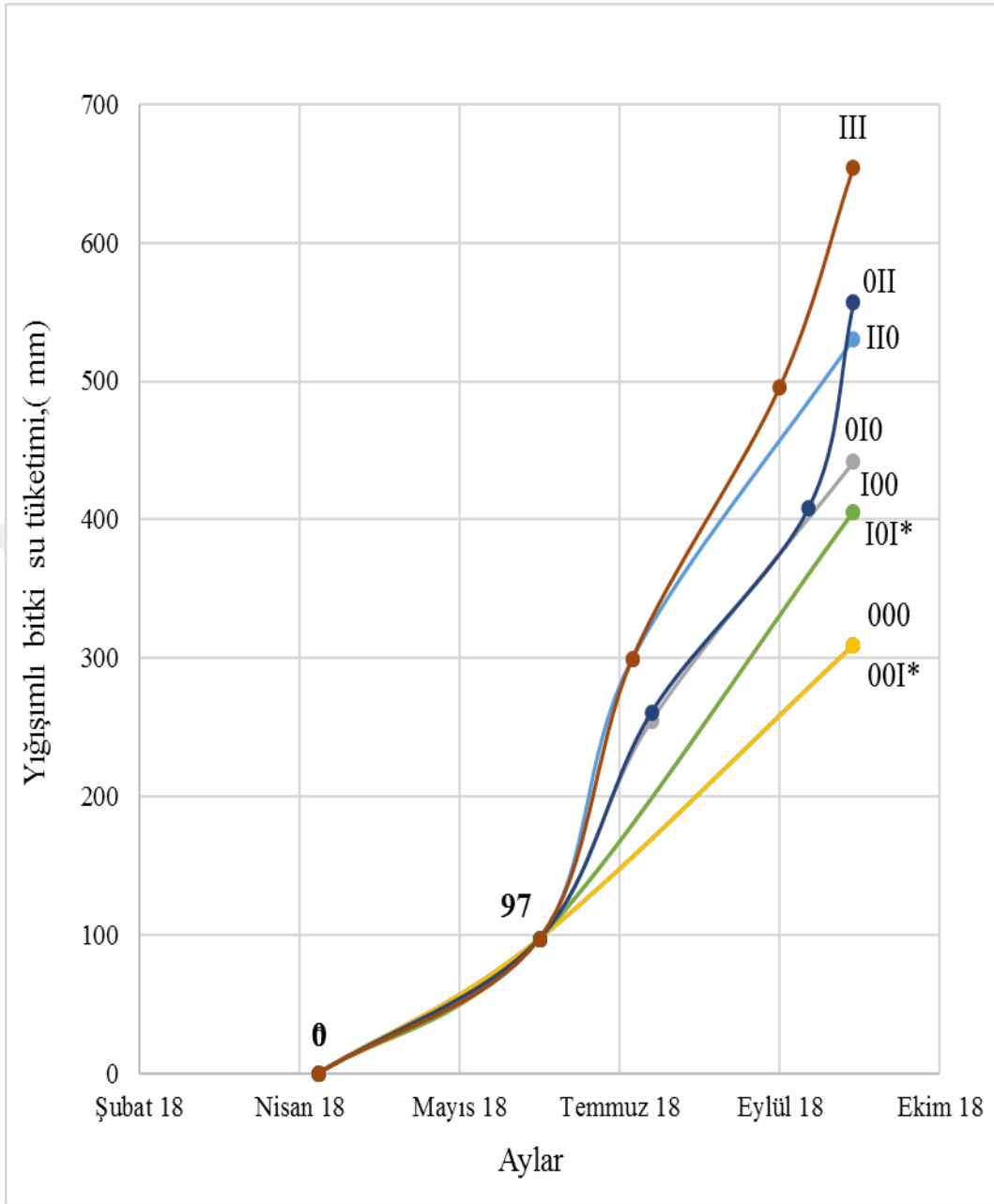
**Ek Çizelge 1.** Araştırma konularına ait 2018 yılı dönemlik, aylık ve mevsimlik bitki su tüketim değerleri (mm)

Aylar	Konular							
	000	I00	0I0	00I	II0	I0I	0II	III
<b><u>Nisan</u></b>								
16-30	15	15	15	15	15	15	15	15
<b><u>Mavis</u></b>								
01-10	13	13	13	13	13	13	13	13
11-20	14	14	14	14	14	14	14	14
21-31	16	16	16	16	16	16	16	16
01-31	43	43	43	43	43	43	43	43
<b><u>Haziran</u></b>								
01-10	17	17	17	17	17	17	17	17
11-20	18	21	23	18	28	21	23	28
21-30	19	22	25	19	35	22	25	35
01-30	54	60	65	54	80	60	65	80
<b><u>Temmuz</u></b>								
01-10	21	30	23	21	48	30	23	48
11-20	23	43	25	23	65	43	30	65
21-31	29	49	32	29	77	49	37	77
01-31	73	122	80	73	190	122	90	190
<b><u>Ağustos</u></b>								
01-10	26	45	40	26	33	45	45	60
11-20	24	34	50	24	35	34	65	57
21-31	22	26	45	22	40	26	75	50
01-31	72	105	135	72	108	105	185	167
<b><u>Eylül</u></b>								
01-10	22	25	39	22	35	25	65	55
11-20	18	19	35	18	30	19	60	55
21-30	13	17	30	13	30	17	55	50
01-30	53	61	104	53	95	61	180	160
<b>Mevsimlik</b>	<b>310</b>	<b>406</b>	<b>442</b>	<b>310</b>	<b>531</b>	<b>406</b>	<b>578</b>	<b>655</b>

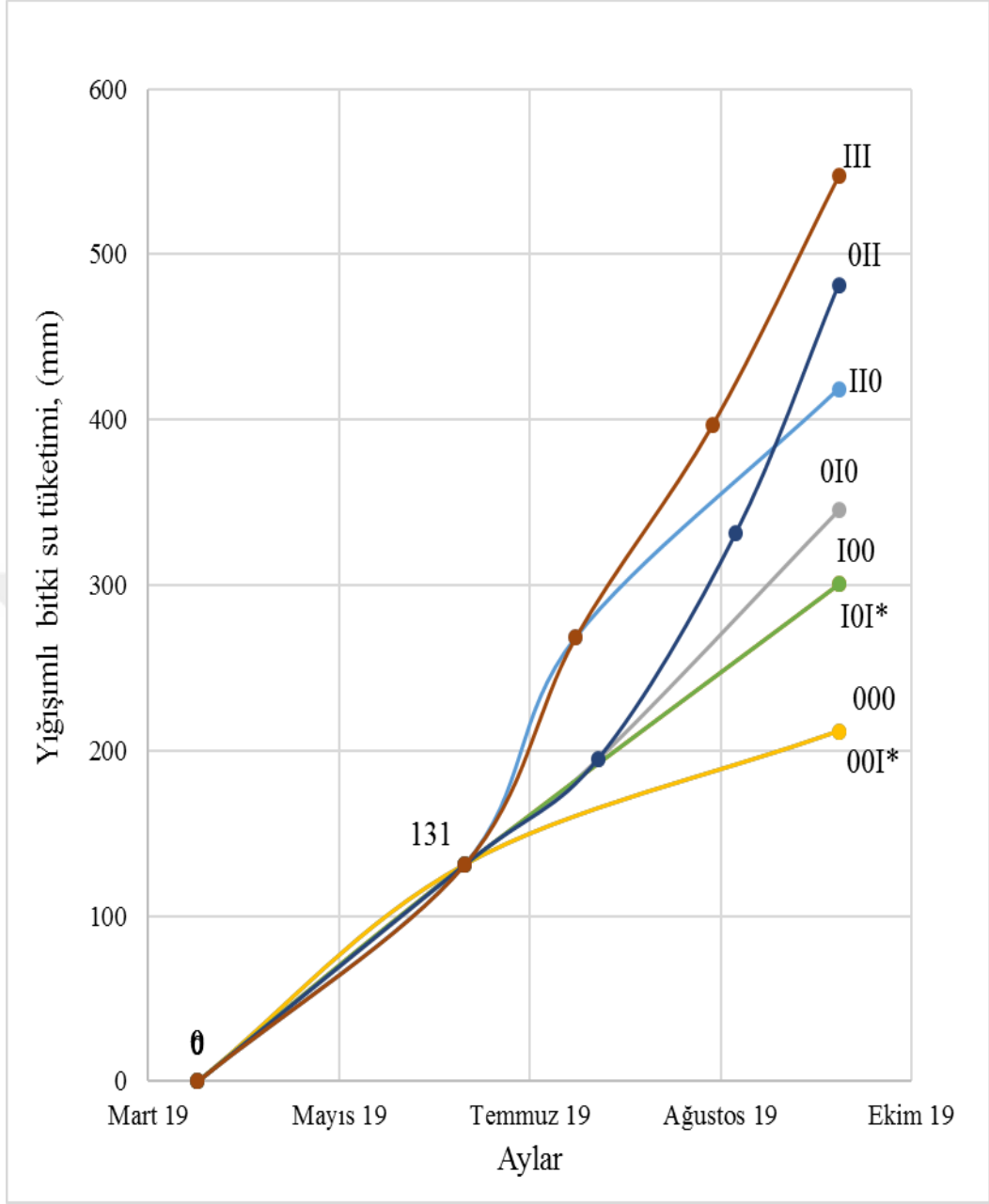
**Ek Çizelge 2.** Araştırma konularına ait 2019 yılı dönemlik, aylık ve mevsimlik bitki su tüketim değerleri (mm)

Aylar	Konular							
	000	I00	0I0	00I	II0	I0I	0II	III
<b><u>Nisan</u></b>								
08-20	13	13	13	13	13	13	13	13
21-30	14	14	14	14	14	14	14	14
<b><u>08-30</u></b>	27	27	27	27	27	27	27	27
<b><u>Mayıs</u></b>								
01-10	14	14	14	14	14	14	14	14
11-20	18	18	18	18	18	18	18	18
21-31	21	21	21	21	21	21	21	21
01-31	53	53	53	53	53	53	53	53
<b><u>Haziran</u></b>								
01-10	22	22	22	22	24	22	24	24
11-20	18	23	23	18	41	23	26	29
21-30	15	25	25	15	45	25	30	32
01-30	55	70	70	55	110	70	80	85
<b><u>Temmuz</u></b>								
01-10	14	25	25	14	41	25	30	45
11-20	11	25	25	11	36	25	35	52
21-31	10	26	30	10	34	26	47	60
01-31	35	76	80	35	111	76	112	157
<b><u>Ağustos</u></b>								
01-10	10	24	30	10	32	24	40	45
11-20	9	18	25	9	30	18	40	45
21-31	9	13	20	9	23	13	40	45
01-31	28	55	75	28	75	55	120	135
<b><u>Eylül</u></b>								
01-10	8	12	26	8	25	12	50	50
11-24	6	8	15	6	18	8	40	40
01-24	14	20	41	14	43	20	90	90
<b>Mevsimlik</b>	<b>212</b>	<b>301</b>	<b>346</b>	<b>212</b>	<b>419</b>	<b>301</b>	<b>482</b>	<b>547</b>





**Ek Şekil 1.** Araştırma Konularına Göre Yıgışımlı Bitki Su Tüketimi Eğrileri (2018)



**Ek Şekil 2.** Araştırma Konularına Göre Yığışumlu Bitki Su Tüketimi Eğrileri (2019)

**Ek Çizelge 3.** Araştırma konularına ait 2018 yılı yeşil ot miktarları (t/da)

Sulama konuları	2018			
	I	II	III	Ort.
000	3,97	3,02	4,20	3,73
I00	4,59	5,33	3,99	4,64
0I0	4,23	3,69	3,52	3,81
00I	3,99	3,53	3,49	3,67
II0	4,97	4,65	6,21	5,28
I0I	4,65	5,07	3,59	4,44
0II	4,45	4,07	4,39	4,30
III	4,39	5,72	4,38	4,83

**Ek Çizelge 4.** Araştırma konularına ait 2018 yılı varyans analizi

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P olasılık (0,05)
Tekerrür	2	0,163	0,081	0,198 <sup>ns</sup>	3,74
Konular	7	6,943	0,992	2,418 <sup>ns</sup>	2,76
Hata	14	5,743	0,410		

**Ek Çizelge 5.** Araştırma konularına ait 2018 yılı Duncan testi

Sulama konuları	Verimler (t/da)	Gruplar	
		0,05	0,01
II0	5,28	a	a
III	4,83	ab	a
I00	4,64	ab	a
I0I	4,48	ab	a
0II	4,30	ab	a
0I0	3,81	b	a
000	3,73	b	a
00I	3,67	b	a

**Ek Çizelge 6.** Araştırma konularına ait 2019 yılı yaş ot miktarları (t/da)

Sulama konuları	2019			
	I	II	III	Ort.
000	2,69	2,46	2,88	2,67
I00	3,72	3,96	3,65	3,78
O10	3,19	3,01	3,09	3,10
00I	2,63	2,79	2,72	2,71
I10	4,88	4,61	4,80	4,76
I0I	4,09	3,97	3,74	3,93
O1I	4,47	4,53	4,43	4,48
III	5,12	5,23	5,34	5,23

**Ek Çizelge 7.** Araştırma konularına ait 2019 yılı varyans analizi

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P olasılık (0,01)
Tekerrür	2	0,001	0,000	0,011 <sup>ns</sup>	6,51
Konular	7	19,607	2,801	121,68 <sup>**</sup>	4,28
Hata	14	0,322	0,023		

**Ek Çizelge 8.** Araştırma konularına ait 2019 yılı Duncan testi

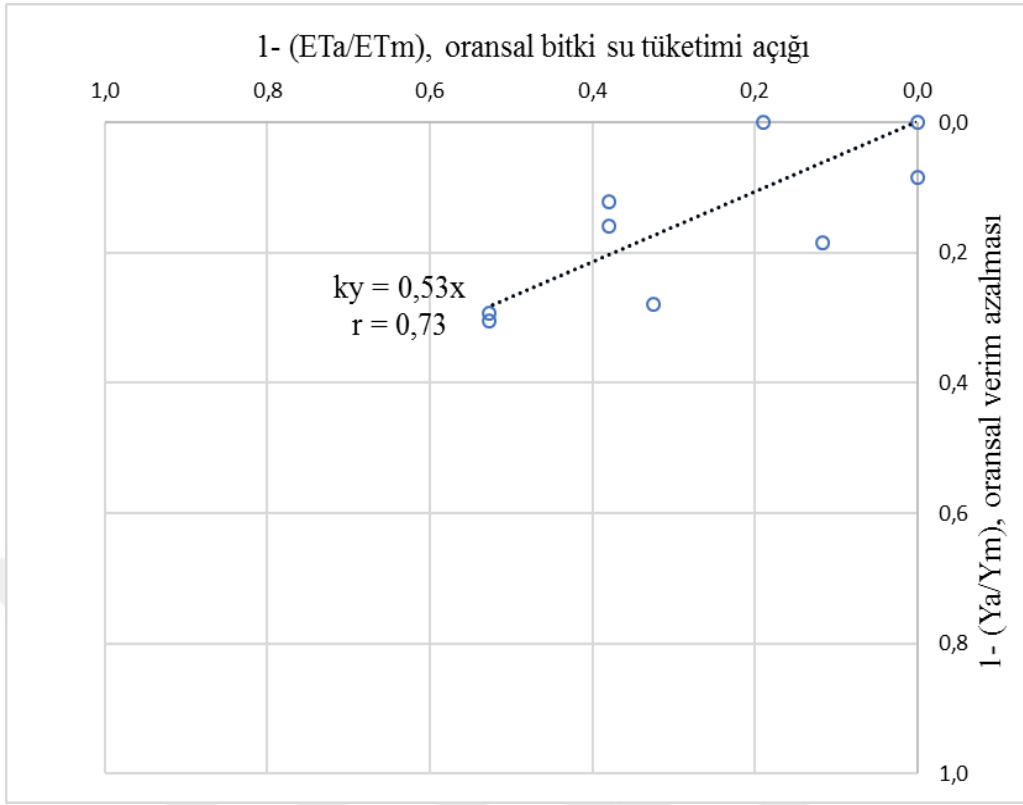
Sulama konuları	Verimler (t/da)	Gruplar	
		0,05	0,01
III	5,23	a	a
I10	4,76	ab	a
O1I	4,48	b	ab
I0I	3,93	c	bc
I00	3,78	c	c
O10	3,10	d	d
00I	2,71	e	d
000	2,67	e	d

**Ek Çizelge 9.** Araştırma konularından elde edilen  $k_y$  su-verim ilişkisi faktörleri (2018)

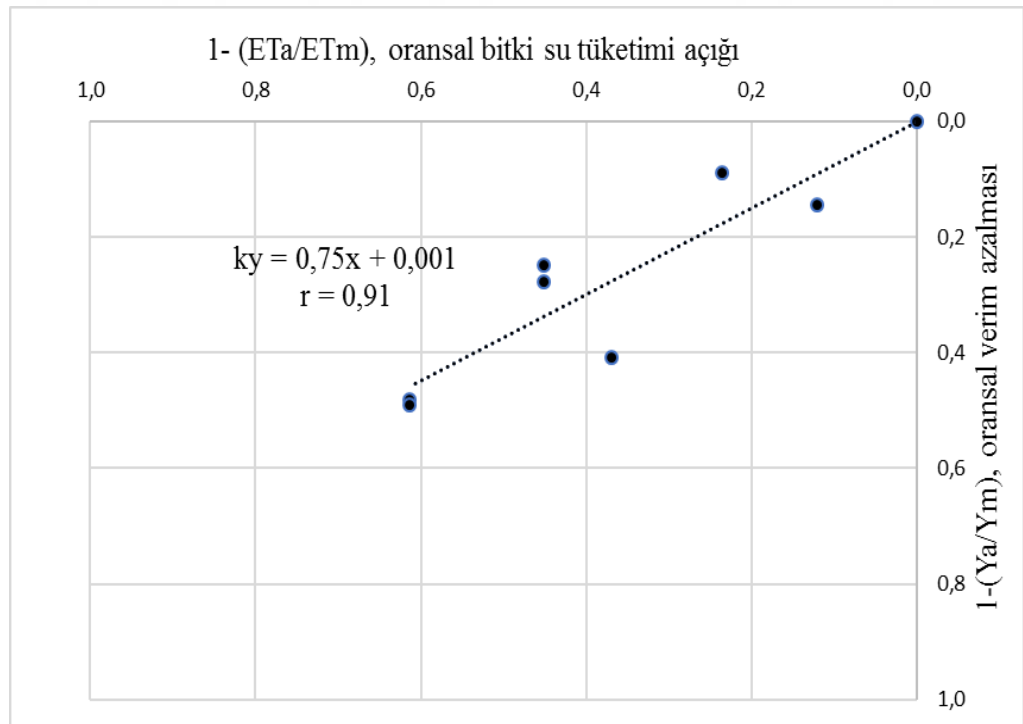
Sulama konuları	Maksimum verim $Y_m$ (kg/da)	Maksimum bitki su tüketimi $ET_m$ (mm)	Gerçek verim $Y_a$ (kg/da)	Gerçek bitki su tüketimi $ET_a$ (mm)	Oransal verim azalması $1-(Y_a/Y_m)$	Oransal bitki su tüketimi açığı $1-(ET_a/ET_m)$	Su-verim ilişkisi faktörü $k_y$
000			3730	310	0,294	0,527	0,56
I00			4640	406	0,121	0,380	0,32
O10			3810	442	0,278	0,325	0,86
00I			3670	310	0,305	0,527	0,58
II0	5280		5280	531	-	0,189	-
IOI			4440	406	0,159	0,380	0,42
OII			4300	578	0,186	0,118	1,58
III		655	4830	655	0,085	-	-

**Ek Çizelge 10.** Araştırma konularından elde edilen  $k_y$  su-verim ilişkisi faktörleri (2019)

Sulama konuları	Maksimum verim $Y_m$ (kg/da)	Maksimum bitki su tüketimi $ET_m$ (mm)	Gerçek verim $Y_a$ (kg/da)	Gerçek bitki su tüketimi $ET_a$ (mm)	Oransal verim azalması $1-(Y_a/Y_m)$	Oransal bitki su tüketimi açığı $1-(ET_a/ET_m)$	Su-verim ilişkisi faktörü $k_y$
000			2670	212	0,490	0,612	0,80
I00			3780	301	0,277	0,450	0,62
O10			3100	346	0,407	0,368	1,11
00I			2710	212	0,482	0,612	0,79
II0			4760	419	0,090	0,234	0,39
IOI			3930	301	0,249	0,450	0,55
OII			4480	482	0,143	0,119	1,20
III	5230	547	5230	547	-	-	-



**Ek Şekil 3.** Toplam büyüme mevsimi için su-verim ilişkisi (2018)



**Ek Şekil 4.** Toplam büyüme mevsimi için su-verim ilişkisi (2019)

## ÖZGEÇMİŞ

1990 yılında İstanbul'da doğdum. İlk ve orta öğretimimi tamamladıktan sonra 2004- 2008 yılları arasında İstanbul Halkalı Ziraat Meslek lisesini bitirdim. 2008-2010 yılları arasında İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Sulama Teknolojileri ön lisans programını bitirdim. 2 yıl özel sektörde çalıştıktan sonra dikey geçiş ile Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama bölümü lisans programına başladım. 2016 yılında mezun oldum. Üniversiteyi bitirdikten sonra 2017 yılında İzmir'de vatani görevimi yaptım.



