



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ
İMAM ÜNİVERSİTESİ

KISINTILI SULAMA KOŞULLARINDA İKİNCİ ÜRÜN
SİLAJLIK SORGUM VE MISIR BİTKİSİNİN SU-VERİM
İLİŞKİSİ VE LIGHT BAR TEKNİĞİ KULLANARAK
FOTOSENTETİK AKTİF RADYASYONLA KANOPİNİN
BELİRLENMESİ

BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
KOORDİNASYON BİRİMİ

EKİM 2020
KAHRAMANMARAŞ

Kısıntılı Sulama Koşullarında İkinci Ürün Silajlık Sorgum ve
Mısır bitkisinin Su-Verim İlişkisi ve Light Bar Tekniği
Kullanarak Fotosentetik Aktif Radyasyonla Kanopinin
Belirlenmesi

PROJE NO: 2017/6-33 M

Prof. Dr. Hasan DEĞİRMENCİ

Araş.Gör. Mualla KETEN

EKİM 2020
KAHRAMANMARAŞ

ÖNSÖZ

Bu çalışmada ikinci ürün silajlık mısır ve sorgum bitkilerine kısıntılı sulama uygulanmış ve su-verim ilişkileri, bazı fizyolojik ve kalite özellikleri ile bitki stres belirteçlerinden WDI incelenmiştir. Her iki bitkiye aynı muameleler uygulanarak verdiği tepkiler karşılaştırılmıştır. Kurak, Yarı kurak bölgelerde ve sulamanın mümkün olmadığı yerde kuraklığa dayanıklı olduğu düşünülen sorgum bitkisinin mısıra alternatif olup olmayacağı araştırılmıştır. Bitkilerin ilk büyüme evrelerinde (toprak yüzeyinin tamamen örtülmediği) ölçümün mümkün olmadığı CWSI indeksi yerine bu evrelerde dahi ölçüm yapmaya olanak sağladığı teorik olarak bilinen WDI'ın uygulamalı olarak yapılması sağlanmıştır. Bu araştırma, Haziran 2018- Ekim 2019 tarihleri arasında Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsüne ait tarım alanlarında yürütülmüştür. Arazi çalışmalarından elde edilen örneklerin analizi ise Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği Bölümüne ait Toprak ve Su Analizi Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Sulamada yapılan %60 ve üzeri kısıntının her iki bitkinin veriminde ciddi düşüşe sebep olduğu ancak sorgum bitkisinin mısır bitkisine göre oransal olarak daha az düşüş gösterdiği görülmüştür. Bitki stres belirteçlerinden WDI'nin doğru sonuçlar veren bir yöntem olduğu verim değerleriyle ilişkilendirilerek anlaşılmıştır.

Münferit Araştırma Projesi olan bu çalışma, KSÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiş olup proje numarası 2017/6-33 M'dir. Bu projeyi finansal olarak destekleyen KSÜ BAP Birimine teşekkürlerimizi sunarız.

Prof. Dr. Hasan DEĞİRMENCİ

Proje Yürütücüsü

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÖZET.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
Silajlık Yemler:	2
Silajlık Mısır (<i>Zea mays</i> L.):	2
Silajlık Sorgum (<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench):.....	2
2. MATERYAL ve YÖNTEM.....	5
2.1.1. Araştırma yeri.....	5
2.1.2. Araştırma alanının iklim özellikleri.....	6
2.1.3. Toprak özellikleri	9
2.1.4. Su kaynağı ve sulama suyu kalitesi	11
2.1.5. Bitki özellikleri.....	12
(i) <i>Colonia mısır çeşidi</i>	12
(ii) <i>Es Foehn sorgum çeşidi</i>	13
2.1.6. Sulama sistemi.....	14
2.2.1. Sulama konuları.....	15
2.2.2. Sulama zamanı ve uygulanan sulama suyunun belirlenmesi.....	18
2.2.3. Bitki su tüketiminin belirlenmesi	18
2.2.4. Toprak neminin belirlenmesi.....	19
2.2.5. Tarımsal işlemler	20
2.2.5.1. Tarla hazırlığı	20

2.2.5.2. Tohum ekimi	20
2.2.5.3. Gübreleme	21
2.2.5.4. İlaçlama ve bakım.....	21
2.2.5.5. Hasat	22
2.2.6. Toprak örneklerinin alınması ve analizleri.....	22
2.2.6. Sulama suyunun analizi	25
2.2.7. Su kullanım randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanının (IWUE) belirlenmesi	26
2.2.8. Su-verim ilişkisinin belirlenmesi.....	27
2.2.9. Su kısıntı indeksinin (WDI) belirlenmesi	27
2.2.10. Klorofil içeriği	32
2.2.11. Bitki örneklerinin ölçümü.....	33
2.2.11.1. Fenolojik gözlemler.....	33
2.2.11.2. Bitki boyu	33
2.2.11.3. Gövde çapı.....	33
2.2.11.4. Yaprak sayısı	34
2.2.11.5. Yeşil ot verimi	34
2.2.12. Silajlık mısır ve sorgum bitkisine ait kalite parametrelerinin belirlenmesi.....	34
2.2.12.1. Protein oranı	34
2.2.12.2. Asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF)	35
2.2.12.3. Nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF).....	36
2.2.13. Maliyet analizi	37
2.2.14. İstatistik analiz.....	37
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	38
3.1. Silajlık Mısır ve Sorgum Bitkisine ait Fenolojik Gözlemler.....	38
3.2. Toprak Nem İçeriği	42
3.3. Her Sulamada Verilen Sulama Suyu Miktarı	47

3.4. Bitki Su Tüketimi	50
3.5. Yeşil Ot Verimi	55
3.6. Toprak Üstü Kuru Madde Verimi (Biyomas).....	57
3.7. Bitki Verim-Tepki Etmeni.....	60
3.8. Su Kullanım (WUE) ve Sulama Suyu Kullanım Etkinliği (IWUE).....	63
3.9. Su Kısıntı İndeksi (WDI).....	68
3.10. Klorofil İçeriği.....	73
3.11. Bitki Boyu	79
3.12. Gövde Çapı.....	85
3.13. Yaprak Sayısı.....	91
3.14. Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif (ADF)	98
3.15. Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif (NDF).....	100
3.16. Protein İçeriği	102
4. SONUÇ ve ÖNERİLER	105
KAYNAKLAR.....	110

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerine ait fenolojik gözlem tarihleri	39
Çizelge 3.2. 2018 yılı silajlık mısıra verilen sulama suyu miktarı	48
Çizelge 3.3. 2019 yılı mısıra verilen sulama suyu miktarı	48
Çizelge 3.4. 2018 yılı silajlık sorguma verilen sulama suyu miktarı	49
Çizelge 3.5. 2019 yılı silajlık sorguma verilen sulama suyu miktarı	50
Çizelge 3.6. 2018 yılı mısır bitkisi bitki su tüketim değerleri	51
Çizelge 3.7. 2019 yılı mısır bitkisi bitki su tüketim değerleri	52
Çizelge 3.8. 2018 yılı sorgum bitkisi bitki su tüketim değerleri	53
Çizelge 3.9. 2019 yılı sorgum bitkisi bitki su tüketim değerleri	54
Çizelge 3.10. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin sulama seviyelerindeki verim değerine ait varyans analiz sonuçları.....	55
Çizelge 3.11. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin farklı sulama seviyeleri arasındaki ortalama verim değerleri ve ortalamalar arasındaki farka göre oluşan Duncan grupları	57
Çizelge 3.12. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin sulama seviyelerindeki su kullanım etkinliğine (WUE) ait varyans analiz sonuçları.....	64
Çizelge 3.13. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin farklı sulama seviyeleri arasındaki ortalama su kullanım etkinliği (WUE) değerleri ve ortalamalar arasındaki farka göre oluşan Duncan grupları	65
Çizelge 3.14. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin sulama seviyelerindeki sulama suyu kullanım etkinliğine (IWUE) ait varyans analiz sonuçları	66
Çizelge 3.15. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin farklı sulama seviyeleri arasındaki ortalama sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) değerleri ve ortalamalar arasındaki farka göre oluşan Duncan grupları.....	67
Çizelge 3.16. Silajlık mısır bitkisi ortalama WDI değerleri	72
Çizelge 4.17. Silajlık sorgum bitkisi ortalama WDI değerleri	73
Çizelge 3.18. 2018 yılı mısır bitkisi sulamadan önce ve sonra klorofil içeriği değerleri....	73
Çizelge 3.19. 2019 yılı mısır bitkisi sulamadan önce ve sonra klorofil içeriği değerleri....	75
Çizelge 3. 21. 2019 yılı sorgum bitkisi sulamadan önce ve sonra klorofil içeriği değerleri	77
Çizelge 3.22. 2018 yılı silajlık mısır bitki boyu, cm	80
Çizelge 3.23. 2018 yılı silajlık sorgum bitki boyu, cm	81

Çizelge 3.24. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin sulama seviyelerindeki boy değerine ait varyans analiz sonuçları.....	83
Çizelge 3.25. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin farklı sulama seviyeleri arasındaki ortalama bitki boyu ve ortalamalar arasındaki farka göre oluşan Duncan grupları.....	84
Çizelge 3.26. 2018-2019 yılı silajlık mısır gövde çapı, mm	86
Çizelge 3.27. 2018 ile 2019 yılları silajlık sorgum gövde çapı, mm.....	87
Çizelge 3.28. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin sulama seviyelerindeki gövde çapına ait varyans analiz sonuçları.....	90
Çizelge 3.29. Çizelge 4. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin farklı sulama seviyeleri arasındaki ortalama gövde çapı ve ortalamalar arasındaki farka göre oluşan Duncan grupları	91
Çizelge 3.31. 2018-2019 yılı silajlık sorgum yaprak sayısı, adet bitki ⁻¹	94
Çizelge 3.32. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin sulama seviyelerindeki yaprak sayısına ait varyans analiz sonuçları.....	96
Çizelge 3.33. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin farklı sulama seviyeleri arasındaki ortalama yaprak sayısı ve ortalamalar arasındaki farka göre oluşan Duncan grupları	97
Çizelge 3.34. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin sulama seviyelerindeki ADF değerine ait varyans analiz sonuçları.....	98
Çizelge 3.35. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin farklı sulama seviyeleri arasındaki ortalama ADF değerleri ve ortalamalar arasındaki farka göre oluşan Duncan grupları.....	99
Çizelge 3.36. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin sulama seviyelerindeki NDF değerine ait varyans analiz sonuçları.....	100
Çizelge 3.37. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin farklı sulama seviyeleri arasındaki ortalama NDF değerleri ve ortalamalar arasındaki farka göre oluşan Duncan grupları....	101
Çizelge 3.38. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin sulama seviyelerindeki protein oranına ait varyans analiz sonuçları.....	102
Çizelge 3.39. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin farklı sulama seviyeleri arasındaki ortalama protein oranları ve ortalamalar arasındaki farka göre oluşan Duncan grupları ..	103

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Araştırmanın yürütüldüğü Kahramanmaraş ili (a), deneme alanının uydu görüntüsü (b) ve araziden görünüm (c)	5
Şekil 2.2. Deneme alanına ait Davis marka Vantage Pro-2 model iklim istasyonu	6
Şekil 2.3. Kahramanmaraş ili toprak haritası ve denemenin alanının toprak haritasındaki konumu	9
Şekil 2.4. Çalışmada kullanılan ikinci ürün silajlık Colonia mısır çeşidi (Anonim, 2020b)13	
Şekil 2.5. Çalışmada kullanılan ikinci ürün silajlık Es Foehn sorgum çeşidi (Anonim, 2020c).....	14
Şekil 2.6. İkinci ürün mısır ve ikinci ürün sorgum deneme parsellerinde damla sistemi....	14
Şekil 2.7. Deneme konuları	16
Şekil 2.8. Çalışmanın yürütüldüğü slajlık mısır ve sorgum deneme konularından görünüm	17
Şekil 2.9. Deneme konusundan bir toprak burgu (Soil Auger) ile toprak örneğinin alınması (a) ve toprak örneğinin tartılması (b).....	20
Şekil 2.10. Silajlık mısır ve sorgum tohumlarının mibzerle ekimi.....	21
Şekil 2.11. Konulara ait oluşturulan hasat parseli	22
Şekil 2.12. Bozulmuş ve bozulmamış toprak örneği alınmasından bir görünüm.....	23
Şekil 2.13. Tarla kapasitesi solma noktası belirlemede kullanılan basınçlı tencereler.....	24
Şekil 2. 14. Bitki örtüsü ve Ts-Ta sıcaklık farkı.....	29
Şekil 2.15. Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR) ölçümü	32
Şekil 2.16. SPAD-502 (Minolta Co, Tokyo, Japonya) taşınabilir klorofilmetre ve denemede klorofil okumalarına ait görüntüler	32
Şekil 2.17. Protein içeriğinin belirlenmesi	35
Şekil 3.1. Silajlık mısır ve sorgum bitkileri çimlenme ve çıkış dönemine ait görüntü	39
Şekil 3.2. Silajlık mısır bitkisi için vejetatif dönem	40
Şekil 3.3. Silajlık sorgum bitkisi vejetatif dönem	40
Şekil 3.4. Silajlık mısır bitkisi tepe püskülü.....	41
Şekil 3.5. Silajlık mısır bitkisi koçan püskülü görüntüsü	41
Şekil 3.6. Silajlık sorgum salkım görüntüsü.....	42
Şekil 3.7. 2018 yılı silajlık mısır bitkisi sulamadan önce toprak nem içerikleri	43
Şekil 3.8. 2018 yılı silajlık mısırbitkisi sulamadan sonraki toprak nem değerleri	43
Şekil 3.9. 2019 yılı silajlık mısır bitkisine ait sulamadan önce toprak nem grafiği	44

Şekil 3.10. 2019 yılı silajlık mısır bitkisine ait sulamadan sonra toprak nem grafiği	44
Şekil 3.11. 2018 yılı silajlık sorgum bitkisi sulamadan önce toprak nem içerikleri	45
Şekil 3.12. 2018 yılı silajlık sorgum bitkisi sulamadan sonra toprak nem değerleri.....	46
Şekil 3.13. 2019 yılı silajlık sorgum bitkisine ait sulamadan önce toprak nem grafiği.....	47
Şekil 3.14.2019 yılı silajlık sorgum bitkisine ait sulamadan sonra toprak nem grafiği	47
Şekil 3.15. 2018 yılı mısır bitkisi bitki su tüketimi grafiği	51
Şekil 3.16. 2019 yılı mısır bitkisi bitki su tüketimi grafiği	52
Şekil 3.17. 2018 yılı sorgum bitkisi bitki su tüketimi grafiği.....	53
Şekil 3.18. 2019 yılı sorgum bitkisi bitki su tüketimi grafiği.....	54
Şekil 3. 19. 2018 yılı silajlık mısır bitkisi toprak üstü kuru madde miktarı grafiği	58
Şekil 3. 20. 2019 yılı silajlık mısır bitkisi toprak üstü kuru madde miktarı grafiği	58
Şekil 3. 21. 2018 yılı silajlık sorgum bitkisi toprak üstü kuru madde miktarı grafiği.....	59
Şekil 3. 22. 2019 yılı silajlık sorgum bitkisi toprak üstü kuru madde miktarı grafiği.....	59
Şekil 3.23. 2018 yılı silajlık mısır bitki-verim tepki etmeni.....	60
Şekil 3.24. 2019 yılı silajlık mısır bitki-verim tepki etmeni.....	61
Şekil 3. 25.2018- 2019 yılı ortalama silajlık mısır bitki-verim tepki etmeni	61
Şekil 3. 26. 2018 yılı silajlık sorgum bitki-verim tepki etmeni.....	62
Şekil 3.27. 2019 yılı silajlık sorgum bitki-verim tepki etmeni.....	62
Şekil 3.28. 2018- 2019 yılı ortalama silajlık sorgum bitki-verim tepki etmeni	63
Şekil 3. 29. 2018 yılı silajlık mısır bitki örtüsü Ts-Ta trapezoidi.....	69
Şekil 3. 30. 2019 yılı silajlık mısır bitki örtüsü Ts-Ta trapezoidi.....	69
Şekil 3.31. 2018 yılı silajlık sorgum bitki örtüsü Ts-Ta trapezoidi.....	70
Şekil 3. 32. 2019 yılı silajlık sorgum bitki örtüsü Ts-Ta trapezoidi.....	70
Şekil 3. 33. 2018 yılı silajlık mısır WDI grafiği.....	71
Şekil 3. 34.2019 yılı silajlık mısır WDI grafiği.....	71
Şekil 3. 35. 2018 yılı silajlık sorgum WDI grafiği	71
Şekil 3. 36.2019 yılı silajlık sorgum WDI grafiği	72
Şekil 3. 37. 2018 yılı mısır bitkisi sulamadan önce ve sonra klorofil içeriği grafiği	74
Şekil 3. 38. 2019 yılı mısır bitkisi sulamadan önce ve sonra klorofil içeriği grafiği	75
Şekil 3. 39. 2018 yılı sorgum bitkisi sulamadan önce ve sonra klorofil içeriği.....	77
Şekil 3. 40. 2019 yılı sorgum bitkisi sulamadan önce ve sonra klorofil içeriği.....	79
Şekil 3. 41. 2018 yılı silajlık mısır bitki boyu grafiği	82
Şekil 3. 42. 2019 yılı silajlık mısır bitki boyu grafiği	82

Şekil 3. 43. 2018 yılı silajlık sorgum bitki boy grafiği.....	82
Şekil 3. 44. 2019 yılı silajlık sorgum bitkisi bitki boy grafiği.....	83
Şekil 3. 45. 2018 yılı silajlık mısır gövde çapı grafiği	88
Şekil 3.46. 2019 yılı silajlık mısır gövde çapı grafiği	88
Şekil 3.47. 2018 yılı silajlık sorgum gövde çapı grafiği.....	89
Şekil 3.48. 2019 yılı silajlık sorgum gövde çapı grafiği.....	89
Şekil 3. 49. 2018 yılı silajlık mısır yaprak sayısı grafiği.....	95
Şekil 3. 50. 2019 yılı silajlık mısır yaprak sayısı grafiği.....	95
Şekil 3. 51. 2018 yılı silajlık sorgum yaprak sayısı grafiği	95
Şekil 3. 52. 2019 yılı silajlık sorgum yaprak sayısı grafiği	96

ÖZET

Bu tezin amacı, Kahramanmaraş koşullarında, ikinci ürün silajlık mısır ve sorgum bitkilerine uygulanan farklı sulama seviyelerinin su-verim ilişkisi ile fizyolojik özellikler, yem kalitesi ve en yüksek ekonomik getiri sağlayacak sulama seviyelerinin belirlemektir. Çalışma 2018 ile 2019 yılı üretim sezonunda Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü araştırma alanında yürütülmüştür. Çalışmada silajlık mısır ve sorgum bitkileri için beş farklı sulama seviyesi (M_{100} ve S_{100} : kontrol konusu, M_{80} ve S_{80} , M_{60} ve S_{60} , M_{40} ve S_{40} , M_{20} ve S_{20} : kısıntılı sulama konuları) tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak uygulanmıştır. Toprak nem içerikleri gravimetrik yöntemle takip edilmiştir. Her iki bitkide de en yüksek bitki su tüketimi, su kısıntı indeksi (WDI), yeşil ot verimi, bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, klorofil içeriği, protein içeriği ve net gelir M_{100} ve S_{100} konularında, en düşük ise M_{20} ve S_{20} konularında bulunmuştur. Su kullanım etkinliği (WUE), sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) değerleri sulama seviyelerine göre değişiklik göstermiştir. Bu çalışmanın sonucunda, silajlık mısırın silajlık sorguma göre verim, kalite ve net gelir açısından daha avantajlı olduğu gözlemlenmiştir. Silajlık mısır ve sorgum yetiştiriciliği için su kaynağının yeterli olduğu yerlerde bitki su ihtiyacının tamamının karşılandığı sulama, yetersiz olduğu alanlarda ise kısıntılı sulama yapılması önerilmektedir. Özellikle de %60 ve daha fazla su kısıntının olduğu yerlerde sorgum bitkisinin yetiştirilmesi önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kısıntılı sulama, Mısır, Sorgum, WDI.

ABSTRACT

The aim of this thesis is to determine the water-yield relationship, physiological characteristics, feed quality and irrigation levels that will provide the highest economic return for different irrigation levels applied to second crop silage corn and sorghum plants under Kahramanmaraş conditions. This study was carried out in the research area of the East Mediterranean Transitional Zone Agricultural Research of Institute during the 2018 and 2019 production season. In the study, silage maize and sorghum crops for five different irrigation regimes (M₁₀₀ and S₁₀₀: control treatment, M₈₀ and S₈₀, M₆₀ and S₆₀, M₄₀ and S₄₀, M₂₀ and S₂₀: deficit irrigation treatment) arranged in a randomized complete block factorial design with three replications. Soil moisture contents were followed by gravimetric method. In the both plants the highest plant water consumption, water shortage index (WDI), green weed yield, plant height, stem diameter, leaf number, chlorophyll content, protein content and net income M₁₀₀ and S₁₀₀, the lowest was found in the treatment M₂₀ and S₂₀. Water use efficiency (WUE), irrigation water use efficiency (IWUE), acid detergent fiber (ADF) and neutral detergent fiber (NDF) values varied according to the irrigation levels. As a result of this study, it was observed that silage corn is more advantageous in terms of yield, quality and net income compared to silage sorghum. For silage maize and sorghum cultivation, irrigation which is met of plant water requirement where the water supply is sufficient; where it is insufficient there is recommended to deficit irrigation. It has been suggested to grow a sorghum plant, especially in places where there is a water deficit of 60% or more.

Key words: Deficit irrigation, Maize, Sorghum, WDI.

1. GİRİŞ

Dünya genelinde, tarımsal sulama su kaynaklarının en fazla (yaklaşık %70'i) kullanıldığı alandır (Tan, 2005; Değirmenci, 2008; Türkyılmaz, 2010). Sulama suyunun, dünya nüfusunu beslemek amacıyla meyve, sebze ve tahılların yetiştirilmesi için gerekli olduğu bilinen bir gerçektir. Tarım alanları, nehirler, göller, rezervuarlar ve kuyulardan alınan sularla sulanmasaydı, dünya nüfusuna yeterli yiyecek sağlanamayabilirdi. Bununla beraber her bölgede bitki yetiştiriciliğini sağlayacak sulama suyu temininde veya suyun kullanımında birtakım sınırlamalar bulunabilir. Bu gibi alanlarda sulama suyunu çok dikkatli kullanmak ve bölgeye uygun kuraklığa dayanıklı, alternatif bitkiler yetiştirmek gerekmektedir.

Su kaynaklarının kıtlığı ve maliyeti göz önüne alındığında suyu ekonomik kullanma gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Fereres ve Soriano, 2007). Bu amaçtan yola çıkılarak kurak bölgelerde kısıntılı sulama yapmak ve sulama açısından yetiştiriciliği sıkıntılı olan bitkilere alternatif bitkilerin yetiştirilmesi gerekmektedir. Olumsuz çevre şartlarına ve kuraklığa dayanıklı olduğu vurgulanan sorgum bitkisinin silajlık mısır bitkisine alternatif olabileceği düşünülmektedir. Böyle bir bitkinin mısır yetiştiriciliğinin yapılamadığı alanlarda üretilmesi silajlık yem eksikliğini giderilmesine katkıda bulunacaktır. Ancak, ülkemizde bitki su ihtiyacı takip edilerek sorgum bitkisinin sulanması konusunda yeterli çalışmanın olmadığı görülmüştür.

Hayvan beslemesinde silajlık yemler giderek daha da önemli bir hal almaktadır. Silajlık yem olarak besleyici değeri en yüksek bitkilerden biri mısırdır (McDonald ve ark. 1991; Meeske, 2005; Öten ve ark. 2016). Ülkemizde gün geçtikçe mısır ekim alanlarında artış gözlenmektedir. Mısır ekim alanlarının artmasındaki en büyük sebeplerden biri de mısırın üreticiler tarafından silajlık yem olarak kullanılmasıdır. Mısır bitkisinin büyüme ve gelişme dönemi boyunca su ihtiyacının fazla olması kurak, yarı kurak iklim bölgelerinde ve sulamanın yapılmadığı durumlarda verimin azalmasına ve mısır ekim alanlarının daralmasına sebep olmaktadır. Silajlık yem bitkisi olarak yetiştirilen bitkilerden biri de sorgum bitkisidir. Sorgum birçok özelliği yönüyle mısır bitkisine benzer fakat kuraklık, tuzluluk ve stres gibi olumsuz çevre koşullarına mısırdan daha fazla dayanıklılık göstermesiyle ön plana çıkmaktadır. Kurak ve yarı kurak, toprak tuzluluğu ve suyun yetersiz olduğu bölgelerde yetiştirilmesi sıkıntılı olan mısır bitkisinin yerine sorgum bitkisinin yetiştirilmesi üreticilere ekonomik anlamda olanak sağlamaktadır.

Silajlık Yemler: Belli oranlarda kuru madde içeren bitkisel ürünlerin uygun bir devrede hasat edildikten sonra havasız koşullarda laktik asit fermentasyonu sağlanması ile elde edilen ve uzun süre saklanabilen yemler silaj olarak bilinir (McDonald ve ark. 1991). Birçok bitkinin silajı yapılabildiği gibi bunlardan mısır ve sorgum bitkisi en çok kullanılan silajlık bitkilerdendir. Mısır ve sorgum silajı dünyada besleyici değeri en yüksek silaj bitkisi olarak kabul edilmektedir (Kılıç, 1986). Silajlık yemler kışın yeşil otların yetiştirilemediği durumlarda hayvan yeminde kullanılmada önemli bir paya sahip olmasının yanında, olumsuz çevresel etmenlere dayanıklı, mekanizasyona uygun, uzun süre bozulmadan saklanabilir ve hayvanlar için daha lezzetli olmasından dolayı birçok hayvan yetiştiricisi için büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle çalışma, silajlık bitki kaynakları açısından zengin olan ülkemizde bu kaynakların kalite ve veriminin artırılması ve sürdürülebilirliği açısından da önemlidir. Bu tezde, ülkemizde üretimi yaygın olarak yapılan çeşitlerden mısır için Colonia ve sorgum-için Es Foehn seçilmiştir.

Silajlık Mısır (*Zea mays* L.): Mısır tane üretiminin yanı sıra yeşil kısımlarının üretimiyle de dünyada tarımı geniş alanlarda yapılan önemli bir tarla bitkisidir. Mısır bitkisi dünyada en fazla Amerika, Çin, Brezilya, Fransa, Hindistan vb ülkelerde tarımı yapılmakla birlikte Türkiye de Karadeniz Bölgesi başta olmak üzere Akdeniz de Çukurova Bölgesinde yetiştiriciliği yapılmaktadır (Akıllı ve ark., 2019). Karadeniz bölgesinin iklim şartlarının mısır bitkisine uygunluğu mısır ekim alanlarının bu bölgede daha fazla olmasına sebep olurken Akdeniz bölgesinde de sulama ile birlikte tarımı yapılmaktadır. Mısır silaj konusunda oldukça iyi bir bitkidir. Koçan ve saplarında büyük oranda fermente olabilir karbonhidrat bulundurur. Bu sayede pH 3.8-4.00 seviyelerine kolayca iner (Çakmak ve ark., 2013). Mısır silajı hemen hemen tüm hayvanların beslenmesinde kullanılabilen ve hayvanlar tarafından sevilerek tüketilmektedir (Açıkgöz, 2001). Besleme ve enerji değerinin yüksek oluşu hayvancılık sektöründe kullanılmasının önemli etmenlerinden biridir.

Silajlık Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench): Dünyada silajı yapılan ve hayvan yem bitkisi olarak yetiştirilen önemli silajlık bitkilerden birisi de sorgumdur. Sorgum kurak ve tuzlu topraklarda yetişme adaptasyonuna sahip ve birden fazla biçilme imkanı olan verimli bir bitkidir (Almodares ve ark., 2009; Goshadrau ve ark., 2011). Birçok türü bulunan sorgumlardan yem sorgumları silaj yapımında kullanılır. Bu türler içinde bulunan sudan otları verimi en yüksek tür olarak bilinmektedir. Mısır bitkisinde olduğu gibi sorgum bitkisinin de yapraklarındaki fermente olabilir karbonhidrat oranı yüksektir (Açıkgöz,

2001). Suyun kısıtlı olduğu bölgelerde mısıra alternatif olabilecek bir bitkidir (Klocke ve ark. 2014). Hastalık ve zararlılara karşı dayanımı yüksektir. Hayvan beslenmesinde de mısırla rekabet edebilecek bir bitki olmasına rağmen ülkemizde yaygın olarak ekimi yapılmamaktadır. Fakat dünyada Amerika, Hindistan ve Afrika ülkelerinde sıklıkla üretilmekte; insan gıdası, hayvan yemi ve endüstride de biyoyakıt olarak değerlendirilmesi açısından oldukça önemli bir bitki konumundadır (Meral ve ark., 2012). Bu nedenle, ülkemiz için de tarıma kazandırılıp ekim alanlarının artırılması, bunun için gerekli desteklerin verilmesi gerekmektedir.

Birçok bitki gibi silajlık mısır ve sorgum bitkilerin yetiştiriciliğinde yüksek verim ve kaliteli ürün sağlayabilmek için tekniğine uygun yetiştirme yöntemleri kullanılmalıdır. Özellikle de uygun sulama yöntemi ve sulama programı kullanarak verim de ciddi artışlar sağlanmaktadır. Ülkemizde Tarım ve Orman Bakanlığı Kırsal Kalkınma Destekleri Kapsamında basınçlı sulama sistemleri için hibe vermektedir. Basınçlı sulama sistemlerinden damla sulama sisteminin önemi ve üreticilerin bu konuda bilinçlenmesini sağlamak adına, damla sulama sistemleriyle su ihtiyacı belirlenerek sulama programı olmayan silajlık sorgum bitkisinin sulama programını belirlemek ayrı bir önem arz etmektedir.

Yarı Kurak iklim özelliklerine sahip Doğu Akadeniz bölgesinde çoğu ürünleri yetiştirmek mutlaka sulama yapmayı gerektirir. Kahramanmaraş ilinde çoğunlukla mısır, tahıl, şeker pancarı, biber ve pamuk yetiştiriciliği yapılmaktadır. Yağışın yetersiz oluşu sulamayı gerektirdiğinden üreticileri daha az sulama suyu gerektiren alternatif ürünlere yöneltmektedir. Kahramanmaraş ilinde artan silajlık mısır yetiştiriciliği ve silajlık mısırın su ihtiyacının fazla oluşu, silajlık sorgum gibi sulama suyu ihtiyacı daha düşük olan alternatif yem bitkilerinin üretimini artırmayı gerekli kılmaktadır. Bu çalışmanın amacı su kısıntısı koşullarında silajlık sorgumun silajlık mısıra alternatif bitki olup olamayacağını görmek, silajlık sorgum bitkisi sulama programı ve silajlık sorgum ve mısır bitkilerinin kısıntılı sulamaya verdiği tepkileri karşılaştırmaktır. Çalışmanın sonucunda Kahramanmaraş ili ve benzer iklim özelliklerine sahip bölgelerde silajlık sorgum bitkisi ekim alanlarında artış beklenip silajlık mısır sulamasına ayrılan fazla suyla da başka kültür bitkilerinin sulanması sağlanabilir.

Ülkemizde silajlık sorgum sulama programı konusunda yeterli çalışma yapılmamış olması bu bitkinin sulanması konusunda bir eksikliği giderecektir. Sulamanın silajlık sorgum yetiştiriciliğinde verim ve kalite parametrelerine etkileri araştırılarak üreticilere

duyurulması bu anlamda bir açığı kapatacaktır. Su kullanım etkinliğinin belirlenmesi ve silajlık mısır ile karşılaştırıldığında hangi bitkinin bölgeye ve üreticilere ekonomik anlamda daha avantajlı olduğu belirlenecektir. Özellikle kurak, yarı kurak veya sulamanın mümkün olmadığı yerlerde silajlık mısır yerine silajlık sorgumun kullanılması yaygınlaşacak ve bu sayede sınırlı kaynaklarımızdan olan suyun daha verimli kullanılması sağlanacaktır. Böylece ekonomik anlamda ülkemize katkı sağlanacaktır.

Su stresi altındaki silajlık mısır ve sorgum bitkisinde su kısıntı indeksini (WDI) incelemek için, bitki örtüsü değerleri light bar denilen toprak ve bitki yüzeyinden yapılan ışık ölçümlerini sağlayan aygıttan elde edilecektir. Bitki büyüme modeline bağlı olarak yapılan bu ölçüm tekniğinin daha önce ülkemizde çok fazla kullanılmamış olması teknolojiyi tarımda kullanmak adına ve daha sonraki yapılacak olan çalışmalara örnek teşkil edecektir.

Karşılıklı iki bitkinin sulama seviyelerine verdiği tepkiler kıyaslanarak en uygun sulama düzeyi belirlenecek, bölge şartlarına en iyi tepkiyi veren (verim, kalite, maliyet vs) bitkinin üretiminin yaygınlaştırılması için önerilerde bulunulmuştur.

Çalışma, Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü uygulama alanında 2 bitki türü kullanılarak (silajlık mısır ve silajlık sorgum) 2 yıl süre ile tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Sulama bitki kök bölgesinde eksilen nemin farklı oranlarda yeniden verilmesi ilkesine göre yapılmıştır. Çalışmada topraktaki farklı nem düzeylerinin bitkilerde su-verim ilişkileri, fizyolojik özellikler, yem kalitesi ve maliyet analizine olan etkisi araştırılmıştır. Bu tez kapsamında genel olarak aşağıdaki konuların açıklığa kavuşturulması amaçlanmıştır.

1. Silajlık mısır ve sorgum bitkileri için uygun sulama programının oluşturulması.
2. Kısıntılı sulamanın silajlık mısır ve sorgum bitkilerinde su-verim ilişkisine, bitki gelişimine (vejetatif, generatif ve fizyolojik) ve yem kalitesine etkilerinin belirlenmesi.
3. Bitki stres belirteçlerinden WDI gibi daha uygun ölçüm metodunu uygulamak,
4. Her iki bitki için tüm sulama konularına ilişkin ekonomik analiz yapmak ve hangi bitkinin yetiştirilmesinin daha ekonomik olduğunu belirlemek.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Araştırma yeri

Araştırma, Kahramanmaraş ilinde bulunan Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsüne (DAGTEM) ait arazide yürütülmüştür. Denemenin yürütüldüğü arazi denizden 465 m yüksekte; 37°55'08" Kuzey enlem ve 36°55'09" Doğu boylam arasında yer almaktadır. Araştırmanın yürütüldüğü arazinin yeri ve konumu Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 2.1. Araştırmanın yürütüldüğü Kahramanmaraş ili (a), deneme alanının uydu görüntüsü (b) ve araziden görünüm (c)

2.1.2. Araştırma alanının iklim özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü alana ait uzun yıllık iklim verileri, Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü kayıtlarından, araştırma yıllarına ilişkin veriler ise deneme alanında kurulan Davis marka Vantage Pro-2 model iklim istasyonundan günlük elde edilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 2.2. Deneme alanına ait Davis marka Vantage Pro-2 model iklim istasyonu

Mısır bitkisi gelişimi için optimum sıcaklık değerleri 24-32 °C arasındadır. Mısır bir sıcak iklim bitkisi olmasına rağmen aşırı sıcaklık isteyen bir bitki de değildir (Cerit ve ark., 2001). Sorghum ise fazla soğuğa dayanmayan bir kültür bitkisi olarak bilinmektedir. Kahramanmaraş ili Doğu Akdeniz Bölgesinde yer almakla birlikte konum itibari ile birçok bölgenin geçiş yerinde olmasından dolayı değişik iklim karakteristiklerine sahiptir. Çalışmanın yürütüldüğü bölgede tipik Akdeniz iklim özellikleri (kışlar soğuk ve yağışlı, yazlar ise sıcak ve kurak) görülmektedir. Araştırmanın yürütüldüğü yıllara ilişkin iklimsel veriler ve uzun yıllık ortalama değerleri Çizelge 3.1’de verilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü yetiştirme dönemleri (Haziran-Eylül) dikkate alındığında uzun yıllık ortalama en düşük sıcaklık, 18.3 °C ile Eylül ayında, en yüksek sıcaklık ise 36.0 °C ile Ağustos ayında ölçülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü yıllarda ise, en düşük sıcaklık 2019 yılının Eylül ayında 9.0 °C; en yüksek sıcaklık ise yine aynı yılın Haziran ayında 43.4 °C olarak saptanmıştır. Ayrıca, çalışmanın ikinci yılında maksimum ve minimum sıcaklık farkları birinci yıla göre daha yüksek görüldüğü belirlenmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü yetiştirme dönemlerindeki ortalama sıcaklık değerleri, ilk yıl 24.9 °C ile 29.3 °C arasında değişirken, ikinci yıl 26.0 ile 29.3 °C arasında değişmiştir.

Bölgenin, boylamsal olarak, sıcak kuşağa yakın oluşundan dolayı yıllık ortalama 720 mm olan yağışın, %90'ı kış aylarında gerçekleşmektedir. Yağışın aylara göre dağılımı türdeş değildir. Araştırmanın yürütüldüğü bitki yetiştirme dönemlerinde bölgeye ilk yıl toplam 20.4 mm, ikinci yıl ise 6.4 mm yağış düşmüştür (Çizelge 3.1). Bölgede, genel olarak ikinci ürün olarak bitki yetiştirilmesi durumunda, yetiştirme dönemlerinde yağış miktarının düşük olmasından dolayı dönem bitkileri sulamaya ihtiyaç duymaktadır.

Oransal nem bitki büyüme ve gelişmesi için oldukça önemlidir. Bitki su tüketimi (ET) oransal nem azaldıkça artar. Havadaki oransal nemin sürekli azalması bitkilerin yaprakları aracılığıyla kaybedilen su miktarını artırmakta bunun sonucunda topraktan kökleri vasıtasıyla alınan su kaybedilen suyu karşılayamamaktadır. Bu durumda bitkiler stomalarını kapatarak terlemeyi azaltmaya çalışmaktadır. Stomaların kapanması bitkinin solunum ve fotosentezde gerekli gaz alışverişinde aksamalara sebep olduğundan bitkide büyüme ve gelişmede doğal olarak yavaşlamaktadır (Golec ve Szarejko, 2013; Anonim, 2020a). Mısır için optimum ve minimum oransal nem değerleri, sıcaklığa ve alınabilen su miktarına bağlı olmakla birlikte, genel olarak %60'ın altına düşmemesi istenir (Kırtok, 1998). Sorgum bitkisi ise yüksek oransal nem değerlerinde daha iyi gelişme gösterir (Workneh ve Rusk, 2002; Garcia ve ark. 2009). Çalışmada, bitki yetiştirme döneminde elde edilen oransal nem değerlerinin uzun yıllık ortalama oransal nem değeri ile kıyaslandığında daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Oransal nem değerleri ilk yıl %44.6 ile %56.1 arasında iken, ikinci yıl %43.3 ile 50.1 değerleri arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 3.1).

Bitkilerin büyüme ve gelişimi için optimum rüzgar hızı $3-5 \text{ m s}^{-1}$ 'dir. Bu anılan hız değerlerinin üzerinde oluşan rüzgârlar, bitkilerde fizyolojik, morfolojik ve mekanik hasara yol açarken, düşük rüzgâr hızı tozlaşmayı engelleyebilmektedir (Asar ve ark. 2008). Rüzgâr hızı değerlerinin denemenin yürütüldüğü her iki yılda da uzun yıllık rüzgar hızı değerlerinden daha düşük olduğu görülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü alanda uzun yıllık (1930-2019) ortalama rüzgar hızı 2.8 m sn^{-1} iken, yetiştirme dönemlerinde ise ortalama rüzgar hızına ilk bitki yetiştirme yılında 2.1 m sn^{-1} , ikinci yılda ise 1.7 m sn^{-1} gerçekleşmiştir. Ayrıca, Çalışmanın yürütüldüğü alanda hâkim rüzgâr yönü bitki yetiştirme dönemlerinde W (Batı) ile WNW (Batı ve Kuzeybatı) arasında değişmiştir (Çizelge 3.1). Çalışmanın yürütüldüğü her iki yılda uzun yıllık ortalama rüzgâr hızının altında olduğu belirlenmiş ve mevcut rüzgar hızlarının yetiştirilen bitkiler üzerinde mekanik bir olumsuzluk yaratmadığı gözlemlenmiştir.

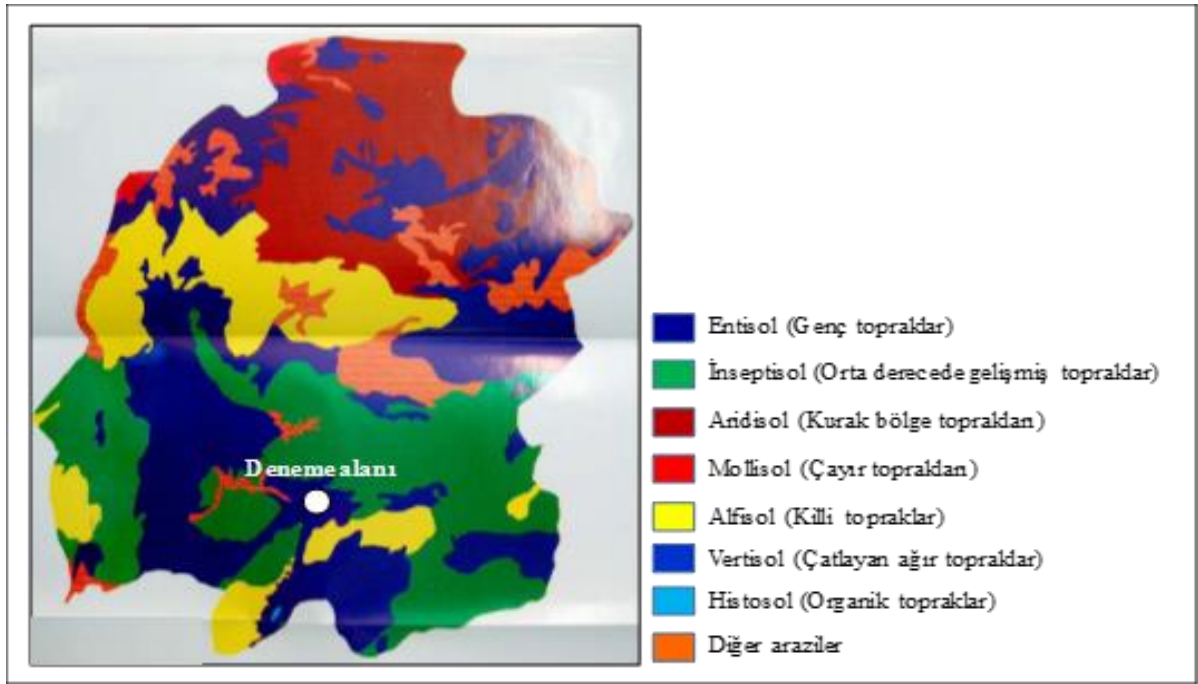
Çizelge 2.1. Araştırmanın yürütüldüğü yıllara ilişkin iklimsel veriler ve uzun yıllık ortalama değerleri

İklim parametreleri	Bitki yetişme ayları											
	Haziran			Temmuz			Ağustos			Eylül		
	1930-2019	2018	2019	1930-2019	2018	2019	1930-2019	2018	2019	1930-2019	2018	2019
T _{max} , °C	31.9	38.6	43.4	35.6	41.6	39.4	36.0	41.1	42.8	32.5	40.5	39.1
T _{min} , °C	18.7	13.6	11.4	22.2	17.8	16.7	22.2	19.0	17.2	18.3	14.4	9.0
T _{ort} , °C	24.9	25.5	27.2	28.2	28.9	27.4	28.4	29.3	29.3	24.9	26.7	26.0
Toplam yağış, mm	8.6	17.0	5.2	2.7	2.2	0.2	2.2	0.4	-	10.4	0.8	1.0
Oransal nem, %	48.7	56.1	50.1	49.4	52.0	49.8	50.6	49.5	50.5	48.1	44.6	43.3
Rüzgar hızı(m s ⁻¹)	2.8	1.9	1.7	3.3	2.3	1.9	2.9	2.1	1.7	2.1	1.9	1.5
Rüzgar yönü	W	WNW	W	WNW	WNW	WNW	W	WNW	WNW	W	WNW	WNW

*T_{max}: maksimum sıcaklık; T_{min}: minimum sıcaklık; W: batı; N: kuzey

2.1.3. Toprak özellikleri

Denemenin yürütüldüğü alanlardaki toprakların bünye analizleri, Bouyoucos hidrometre yöntemi (Bouyoucos, 1951) ile yapılmıştır. Buna göre, elde edilen sonuçlardan çalışmanın yürütüldüğü toprakların tüm katmanları ağır bünyeli olup kil ve tın oranı yüksektir. Deneme alanı toprakları, Entisol (Genç topraklar) grubundadır (Şekil 3.3) (Gündoğan, 1998). Anılan topraklar, orta derecede geçirgenliğe sahip, su tutma kapasiteleri yüksek, verimli tarım toprakları olarak nitelendirilmektedir. Araştırmanın yürütüldüğü yıllarda, denemenin yürütüldüğü alandan çeşitli derinliklerden alınan toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3’de verilmiştir.



Şekil 2.3. Kahramanmaraş ili toprak haritası ve denemenin alanının toprak haritasındaki konumu

Çalışmanın birinci ve ikinci yılında denemenin kurulduğu araziler arasındaki mesafeler çok uzak olmamasına rağmen toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri değişiklik göstermiştir. Denemenin birinci yılına ait hacim ağırlığı değerleri $1.21-1.26 \text{ g cm}^{-3}$ arasında değişirken ikinci yılında $1.54-1.64 \text{ g cm}^{-3}$ arasında değişmiştir. Toplam kullanılabilir su tutma kapasitesi 90 cm toprak derinliği için birinci yıl $89.22 \text{ mm } 90 \text{ cm}^{-1}$ olarak çıkarken ikinci yıl $138.55 \text{ mm } 90 \text{ cm}^{-1}$ olarak çıkmıştır.

Çizelge 2.2. Deneme alanına ait toprakların bazı fiziksel özellikleri

Yıllar	Toprak derinliği (cm)	Tarla kapasitesi		Solma noktası		Hacim ağırlığı (gcm ⁻³)	Kullanılabilir su tutma kapasitesi		Bünye sınıfı	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)
		Pw(%)	mm	Pw(%)	mm		Pw(%)	mm				
2018	0-30	29.35	110.06	19.80	74.25	1.25	9.55	35.81	CL	21.73	38.71	39.56
	30-60	28.25	106.79	19.60	74.08	1.26	8.65	32.71	CL	23.29	32.54	44.17
	60-90	19.65	71.33	13.95	50.63	1.21	5.7	20.7	SCL	46.42	24.22	29.36
	0-90	-	288.18	-	198.96	-	-	89.22				
2019	0-30	21.45	105.53	12.19	59.97	1.64	9.26	45.56	SiL	40.1	2.97	56.93
	30-60	23.35	107.88	14.28	65.97	1.54	9.07	41.91	SiL	35.68	9.6	54.72
	60-90	23.54	114.40	13.03	63.32	1.62	10.51	51.08	SL	50.7	9.8	39.5
	0-90	-	327.81	-	189.26	-	-	138.55				

*CL:Killi-Tın, SCL: Kumlu-Killi-Tın, SiL: Siltli-Tın, SL:Kumlu-Tın

Çizelge 2.3. Deneme alanına ait toprakların bazı kimyasal özellikleri

Yıllar	Toprak derinliği (cm)	pH	EC (dS m ⁻¹)	Organik madde (%)	P ₂ O ₅ (kg da ⁻¹)	K ₂ O (kg da ⁻¹)	Kireç (%)
2018	0-30	7.92	0.018	1.51	5.22	59.18	21.22
2019	0-30	7.80	0.023	1.03	3.66	62.00	19.85

2018 yılında çalışılan toprağın en alt katmanında kum oranı düşük olup kil oranı üst katmanda daha fazladır. 2019 yılında çalışılan toprağın bütün katmanlarında kum ve silt oranının fazla olduğu görülmektedir. 2019 yılı kullanılabilir su tutma kapasitesinin (kil oranının daha az olmasına rağmen) 2018 yılına göre daha fazla çıkmasının sebebi; 2018 yılında çalışılan topraktaki kil minerallerinin yüzey alanının 2019 yılındakine göre daha düşük olmasındandır (Campbell, 1985; Scott, 2000; Ball, 2001; Karaman ve ark. 2012). Toprağa ait kimyasal özellikler 0-30 cm derinlikten alınmıştır. Tek yıllık bitkierde gübreleme için alınması gereken toprak derinliği 15-20 cm'dir (Anonim, 2015). Bu yüzden toprağın kimyasal özellikleri belirlenirken her iki yıl içinde toprağın 0-30 katmanından örnekler alınmıştır. pH değerinin 2018 ve 2019 yıllarına ait topraklarda hafif alkali olduğu ve yetiştiricilik açısından sorun oluşturmadığı görülmektedir. Her iki yıla ait topraklar incelendiğinde elektriksel iletkenlik değerinin toprakta tuzluluk sorunu oluşturmayacak seviyede olduğu anlaşılmaktadır. Organik madde miktarı her iki yıl için "az" olarak bulunmuştur. Kireç miktarı çalışmanın iki yılında da "oldukça kireçli" bulunmuştur. Fosfat miktarı çalışmanın her iki yılında da "az" olarak belirlenmiştir. 2018 yılında çalışılan toprağın potasyum durumu "yeterli" bulunurken 2019 yılında ise "fazla" bulunmuştur.

Çalışma alanına ait toprakların özellikleri fiziksel ve kimyasal olarak incelendiğinde denemeye konu olan bitkisel materyalin yetiştirilmesini sınırlayıcı bir durumla karşılaşılmamıştır.

2.1.4. Su kaynağı ve sulama suyu kalitesi

Denemede kullanılan sulama suyu Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü arazisine ait derin kuyudan sağlanmıştır. Kuyudan suyun çekilmesi için dalgıç pompa kullanılmıştır. Sulamada kullanılan su Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsündeki laboratuvarında analiz edilmiş ve sulama suyunun pH değerinin 7.9, tuzluluk değerinin (EC_w) ise 0.33 dS m⁻¹ olduğu belirlenmiştir.

USSL (1954) sınıflamasına göre kullanılan sulama suyu C₂S₁ sınıfında olduğu belirlenmiştir. Çalışmada tuzluluk zararının ölçüsü olarak orta tuzlu sular sınıfındaki C₂ ve sodyumluluk zararı yönünden düşük sodyumlu sular sınıfında yer alan S₁ sulama sularının, slajlık mısır ve sorgum bitkilerinde sulanmasında herhangi bir olumsuz etkiye sahip olmadığı söylenebilir.

Çizelge 2.4. Çalışmada uygulanan kuyu suyunun kimyasal analiz sonuçları

	Parametreler	Ölçüm değerleri
Kasyonlar me L ⁻¹	Na	0.35
	K	0.03
	Ca	2.84
	Mg ⁺	1.98
	<i>Toplam</i>	5.2
Anyonlar me L ⁻¹	CO ₃ ⁻	-
	HCO ₃ ⁻	4.75
	Cl ⁻	0.37
	SO ₄	0.08
	<i>Toplam</i>	5.2
	pH	7.9
	ECw , dS m-1	0.33
	Bor , me L ⁻¹	0.04

Bor elementi bitki gelişimi için gerekli ancak fazla miktarı bitki için zararlı etkiye sahiptir. Sulama suyunda bulunan 0.5 me L⁻¹ ve üzerindeki bor miktarları bitki için zararlıdır (Güngör ve ark. 2012). Çalışmada kullanılan sulama suyu bor miktarı 0.03 me L⁻¹ olarak ölçülmüştür. Ölçülen bor değerinin sınır değerinin altında olduğu ve çalışmada ele alınan ikinci ürün silajlık mısır ve sorgum bitkisi üzerinde olumsuz etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

2.1.5. Bitki özellikleri

Araştırmada, bölgeye uyum sağlamış ikinci ürün olarak kullanılabilen silajlık mısır (*Zea mays* L.) “Colonia” çeşidi ve silajlık sorgum (*Sorghum bicolor*) için ise “Es Foehn” çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan silajlık mısır ve sorgum çeşitlerine ait bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

(i) **Colonia mısır çeşidi:** Çalışmada kullanılan ikinci ürün silajlık mısır çeşidi Colonia AGROMAR tohumculuk firması (Anonim, 2020b) tarafından üretilen ve FAO 650 olgunlaşma grubunda olan bir çeşittir (Şekil 3.4).



Şekil 2.4. Çalışmada kullanılan ikinci ürün silajlık Colonia mısır çeşidi (Anonim, 2020b)

Colonia hem silaj hem de dane üretimi için kullanılabilen bir mısır çeşididir. Bitki daneleri turuncu renkte olup, silajlık üretimler için hasat olgunluğu 95-100 gün arasındadır. Silajı bol daneye sahiptir. Colonai mısır çeşidinin yaprak sayısı fazla, dik ve geniştir. Çeşit uzun boylu ve bitki sapı güçlüdür. Bu nedenle, silajlık ekimlerde çeşit yatmaya karşı dayanıklıdır. Ayrıca, çeşidin enerji değeri yüksek ve selüloz oranı düşüktür. Sap ve yaprak hastalıklarına yüksek oranda dayanıklıdır.

(ii) *Es Foehn sorgum çeşidi:* Es-Foehmorta erkenci olgunluk grubuna sahip ve verimi yüksek bir çeşittir (Şekil 3.5). Su stresi ve kuraklığa karşı oldukça dayanıklıdır. Silajlık üretimler için 110-115 günde hasat olgunluğuna ulaşmaktadır. Dane rengi turuncu olup, bitki boyu kısa yatmaya karşı maksimum dayanıklıdır. Nem atma gücü hızlı olduğu için erken hasata gelebilen bir çeşittir. Glüten içermeyen, tanen içeriği düşük (<0.2) ve nişasta içeriği (%79.2) yüksek özelliktedir. İnsan ve hayvan beslenmesi için uygun olduğu gibi, biyoetanol üretiminde de uygun bir sorgum çeşididir.



Şekil 2.5. Çalışmada kullanılan ikinci ürün silajlık Es Foehn sorgum çeşidi (Anonim, 2020c).

2.1.6. Sulama sistemi

Bitkilerin sulanmasında damla sulama sistemi kullanılmıştır (Şekil 3.6). Denemede uygulanacak sulama suyu derin kuyudan dalgıç pompa yardımıyla alınmış ve damla sulama sistemine iletilmiştir. Parsel uzunluğu 8 m ve her parselde 5 sıra bitki yetiştirileceği için her bitki sırasına bir lateral gelecek şekilde damla sulama sistemi oluşturulmuştur. Parsellerdeki her bir lateral manifold boruya bağlanmış ve her lateral başına küresel vana yerleştirilmiştir. Araştırmada damlatıcı debisi 4 L h^{-1} olan, 16 mm lateral çaplı, 25 cm damlatıcı aralığı olan içten geçik (in-line) damlatıcılar kullanılmıştır. Her parselin başına su sayacı yerleştirilerek bitkilere verilen su miktarı hacimsel olarak takip edilmiştir.



Şekil 2.6. İkinci ürün mısır ve ikinci ürün sorgum deneme parsellerinde damla sistemi

2.2. Metot

2.2.1. Sulama konuları

Araştırmada 8.0 m uzunluğunda ve 3.5 m genişliğinde 28 m² alanına sahip deneme parselleri oluşturulmuştur. Sulama konularının birbirinden etkilenmemesi için parseller arası mesafe 2 m ve bloklar arası mesafe 3 m olarak tutulmuştur. Denemede, 2 farklı bitki (slajlık mısır (M) ve slajlık sorgum (S) ve 5 farklı sulama düzeyi (%100, %80, %60, %40, %20) uygulanmıştır. Deneme konuları, tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak oluşturulmuştur. Oluşturulan blokların her birinde 2 adet çeşit, 5 adet sulama seviyesi olmak üzere 10 parsel bulunmaktadır ve toplam. 30 parselde çalışma yürütülmüştür. Sulama konularına ait parsellerin ayrıntıları Şekil 3.7'de, slajlık mısır ve sorgum deneme konularından görünümeler ise Şekil 3.8'de verilmiştir.

Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin etkili kök derinliği 90 cm alınmıştır (Güngör ve ark., 2012). Tüm deneme konularının nem içerikleri sulama konularına başlamadan önce tarla kapasitesine çıkarılmış ve kısıntılı sulamalara bitkinin etkili kök bölgesindeki kullanılabilir su kapasitesinin %50'si tüketildiği zaman başlanılmıştır (Yıldırım ve Kodal, 1998; Tanriverdi, 2003; Kızıloğlu ve ark., 2009). Topraktaki nem takip edilerek tam sulama kousundaki (kontrol) elverişli nemin %50'si tüketildiğinde, eksilen nem konulara göre belli oranlarda verilmiştir.

Çalışmada slajlık mısır ve sorgum için deneme konuları aşağıda verilmiştir.

M₁₀₀ konusu (kontrol konusu): Elverişli nemin %50 si tüketildiğinde, eksilen nemi tekrardan tarla kapasitesine getirecek kadar sulama suyu uygulaması

M₈₀ konusu: Kontrol konusuna uygulanan suyun %80'inin verilmesi,

M₆₀ konusu: Kontrol konusuna uygulanan suyun %60'ının verilmesi,

M₄₀ konusu: Kontrol konusuna uygulanan suyun %40'ının verilmesi,

M₂₀ konusu: Kontrol konusuna uygulanan suyun %20'sinin verilmesi şeklinde

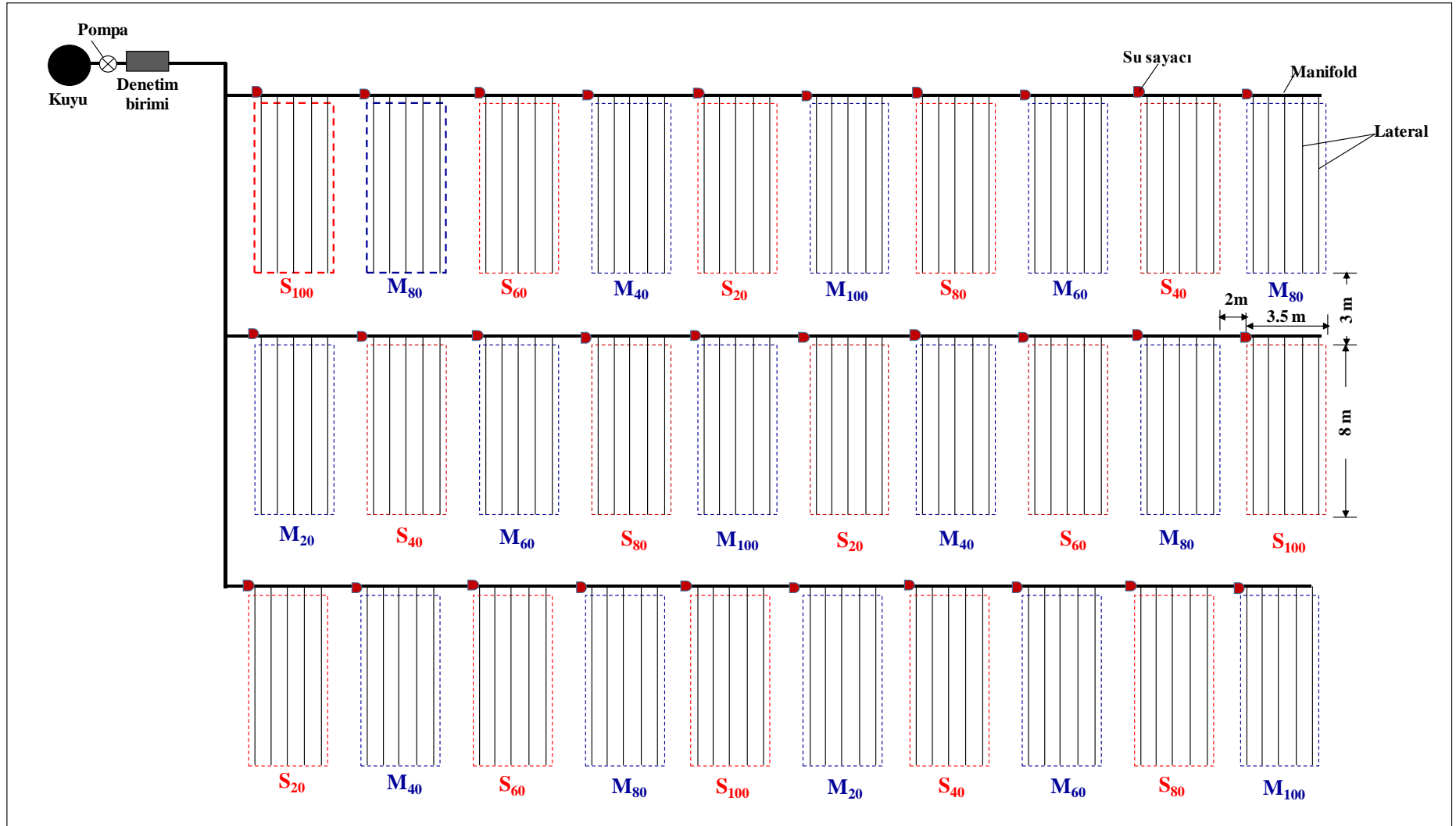
S₁₀₀ konusu (kontrol konusu): Elverişli nemin %50 si tüketildiğinde, eksilen nemi tekrardan tarla kapasitesine getirecek kadar sulama suyu uygulaması

S₈₀ konusu: Kontrol konusuna uygulanan suyun %80'inin verilmesi,

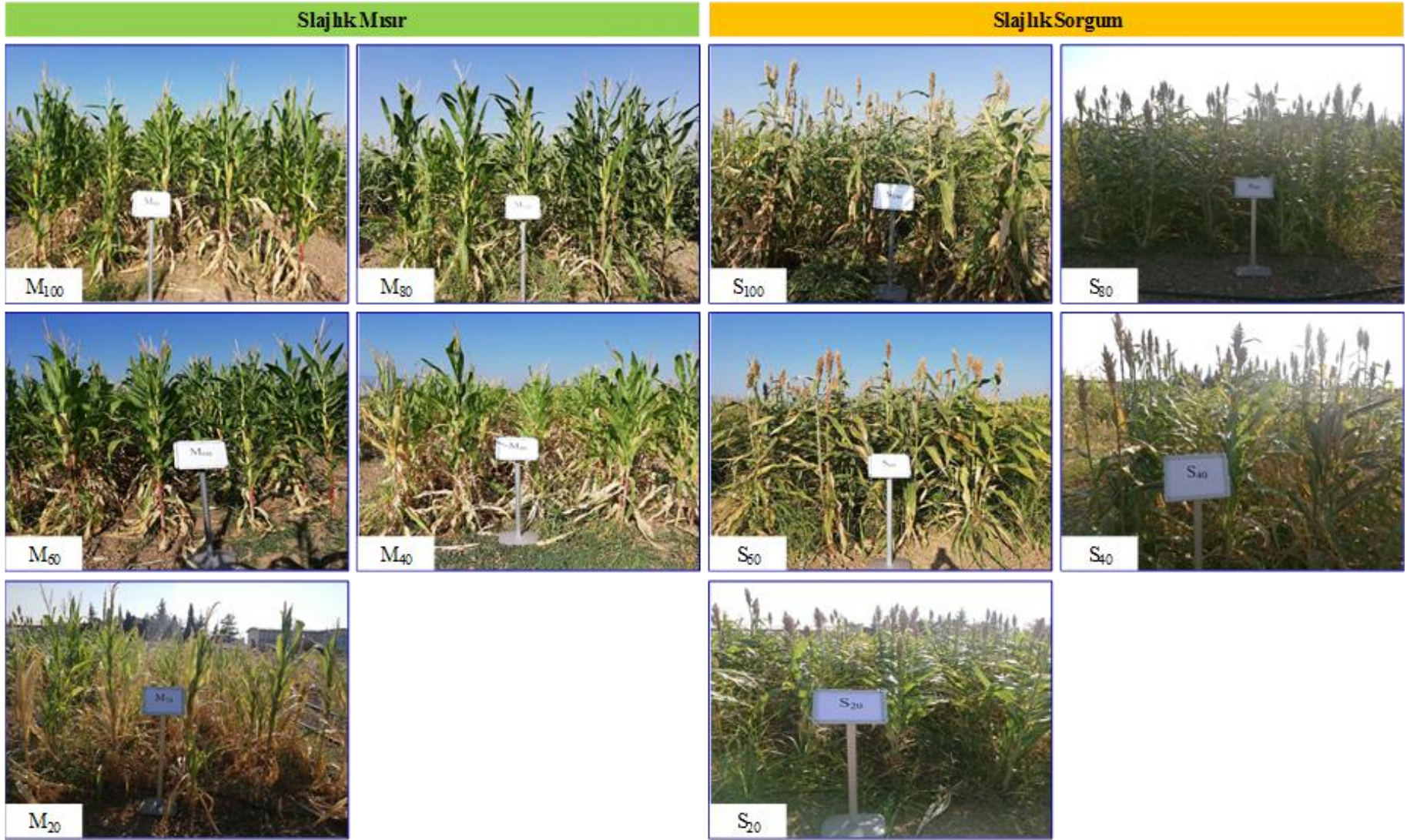
S₆₀ konusu: Kontrol konusuna uygulanan suyun %60'ının verilmesi,

S₄₀ konusu: Kontrol konusuna uygulanan suyun %40'ının verilmesi,

S₂₀ konusu: Kontrol konusuna uygulanan suyun %20'sinin verilmesi şeklinde oluşturulmuştur (Şekil 3.7).



Şekil 2.7. Deneme konuları



Şekil 2.8. Çalışmanın yürütüldüğü slajlık mısır ve sorgum deneme konularından görünüm

2.2.2. Sulama zamanı ve uygulanan sulama suyunun belirlenmesi

Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarı ve zamanının belirlenmesinde her bir konuya ait toprak nem değişimleri dikkate alınmıştır. Çalışmada her iki bitki içinde etkili kök derinliği 90 cm belirlenmiştir. Topraktaki nem değişimleri gravimetrik yöntemle takip edilmiştir. Toprak nem ölçümleri ekim ile başlamış hasata kadar devam etmiştir. Konulu sulamalara ise bitkiler 40-50 cm olduğunda başlanmıştır. Sulamalara kontrol konusunun kullanılabilir su tutma kapasitesinin %50'si tüketildiğinde başlanmış ve toprak profilindeki mevcut nem tarla kapasitesi değerine ulaşıncaya kadar sulama suyu uygulanmıştır. Her sulamada parsellere verilen sulama suyu miktarı belirlenirken toprağın kullanılabilir su tutma kapasitesinin derinlik cinsinden hesabından yararlanılmıştır. Hesaplanan net sulama suyu miktarı parsel alanı ile çarpılarak her bir parsel için verilen su miktarı hacimsel olarak hesaplanmıştır. Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı Eşitlik 1 yardımıyla belirlenmiştir (Güngör ve ark, 2012; Kanber, 2002)

$$dn = \frac{(P_{WTK} - P_{WMN}) \times A_s \times D}{100} \quad (1)$$

Eşitlikte,

dn: net sulama suyu miktarı, mm;

P_{WTK}: ağırlık esasına göre tarla kapasitesi, %;

P_{WMN}: ağırlık esasına göre mevcut nem, %;

A_s: toprağın hacim ağırlığı, g cm⁻³;

D: etkili kök derinliği, mm dir.

2.2.3. Bitki su tüketiminin belirlenmesi

Bitki su tüketimlerinin hesaplanmasında su bütçesi eşitliğine dayanan nem azalma yöntemi kullanılmıştır (Howell ve ark. 1986 ve James 1988). Sulama suyu (*I=dn*), her konu için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Hesaplanan sulama suyu miktarları su sayacı yardımıyla kontrollü bir şekilde deneme konularına uygulanmış ve düşen yağış (*P*) miktarları yerleştirilen iklim istasyonu ile ölçülmüştür. Sulamalar damla sulama yöntemiyle yapıldığından ve deneme alanında herhangi bir taban suyu problemi olmadığından yüzey akış kayıpları (*R_f*) ve kılcal yükselmeler (*Cr*) dikkate alınmamıştır. Eksik nemi tarla kapasitesine ulaştırılacak şekilde su uygulandığından derine sızmanın (*D_p*) olmadığı varsayılmıştır. Bitki su tüketimlerinin hesaplanmasında Eşitlik 2 kullanılmıştır.

$$ET = I + P - R_f - Cr - D_p \pm \Delta S \quad (2)$$

Eşitlikte,

ET: bitki su tüketimi, mm;

I: sulama suyu, mm;

P: yağış, mm;

R_f: yüzey akış kayıpları, mm;

D_p: derine sızma miktarı, mm;

Cr: kılcal yükseliş, mm;

ΔS : kök bölgesinde toprak su içeriğindeki değişim, mm/90 cm'dir.

2.2.4. Toprak neminin belirlenmesi

Deneme konularında, bitkilerin yetiştirme mevsimi boyunca, kök bölgesindeki nem değişimi izlenmiştir. Bu amaçla ölçümler, ekim sırasında, mevsim içerisinde 4-7 gün aralıklarla yapılmış ve hasatta sona erdirilmiştir. Ölçümler için toprağın 90 cm derinliğindeki 30 cm'lik katmanları kullanılmıştır. Ölçümler, gravimetrik yöntemle yapılmıştır (James, 1988).

Her bir sulama konusuna ait toprak örnekleri bir toprak burgu (Soil Auger) ile toprağın 0-30, 30-60, 60-90 cm katmanlarını temsil edecek şekilde alınmıştır (Şekil 3.10a). Alınan bozulmuş toprak örneklerinin yaş ağırlıkları tartılmış (Şekil 3.10b) ve tartımdan sonra etüvde 105°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurumaları sağlanmıştır. Daha sonra kuruyan toprak örnekleri tartılmış ve toprak nemi kuru ağırlık yüzdesi olarak Eşitlik 3'e göre belirlenmiştir (Güngör ve ark., 2012).

$$P_w = 100 \frac{W - W_s}{W_s} \quad (3)$$

Eşitlikte;

P_w: Toprağın kuru ağırlık yüzdesi cinsinden ifadesi, %

W: toprak öreğinin yaş ağırlığı, g

W_s: toprak ağırlığının kuru ağırlığı, g



Şekil 2.9. Deneme konusundan bir toprak burgu (Soil Auger) ile toprak örneğinin alınması (a) ve toprak örneğinin tartılması (b)

2.2.5. Tarımsal işlemler

2.2.5.1. Tarla hazırlığı

Deneme yerinde bulunan öncü bitki buğday hasat edildikten sonra tarlanın ekime hazırlanması için pullukla derin sürülmüştür. Goble ve rototiller çekildikten sonra tarlayı düzeltmek için tapan çekilmiştir.

2.2.5.2. Tohum ekimi

Denemede slajlık mısır tohumu ekimi, ilk yıl 26.06.2018 tarihinde ve ikinci yıl 22.06.2019 tarihinde, arzu edilen bitki sıklığını sağlayabilmek için dekara 2-2.5 kg tohum düşecek şekilde pnömatik mibzerle yapılmıştır (Şekil 3.10a). Tohumlar 70 cm sıra arası, 15 cm sıra üzeri olacak şekilde 4 cm derinliğe gömülmüştür. Ekim her parselde 5 sıra bitki olacak şekilde yapılmıştır (Şekil 3.10b).

Slajlık sorgum tohumu ekimi, ilk yıl 26.06.2018 tarihinde ve ikinci yıl 22.06.2019 tarihinde, dekara 2-2.5 kg tohum düşecek şekilde pnömatik mibzerle yapılmıştır. Tohumlar, 70 cm sıra arası ile 2-3 cm derinliğe gömülmüştür. Çalışmada, oluşturulan her parselde 5 sıra bitki olacak şekilde ekim yapılmıştır (Şekil 3.10b). Her iki yılda da çıkışlar sağlandıktan sonra seyreltme yapılarak sıra üzeri 15 cm olacak şekilde ayarlanmıştır.



Şekil 2.10. Slajlık mısır ve sorgum tohumlarının mibzerle ekimi

2.2.5.3. Gübreleme

Silajlık mısır ve sorgum bitkisine ekimle birlikte 8 kg da^{-1} saf P ve 8 kgda^{-1} saf N gelecek şekilde 20-20-0 kompoze gübre (Arıtürk, 2008, Okursoy, 2009) ilk yıl 27 Temmuz 2018 tarihinde, ikinci yıl 19 Temmuz 2019 tarihinde verilmiştir. Bitkiler 40-50 cm boya geldiğinde 10 kg da^{-1} saf N gelecek şekilde azotlu gübre damla sistemi ile fertigasyonla sulamalara bölünerek uygulanmıştır. Hepsi tek seferde uygulanmadığı için sulamalara bölünerek uygulanmıştır

2.2.5.4. İlaçlama ve bakım

Mısır ve sorgum hastalık ve zararlılarına karşı yapılan savaşında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bitki Koruma bölümü ile işbirliği yapılmıştır. Mısır ve sorgum tohumları toprak altı zararlılarına karşı ilaçlanmıştır. Ayrıca, denemenin ilk yılında 20 Temmuz 2018 tarihinde mısır bitkilerine “mısır koçan kurdu” ve “mısır kurduna” karşı dekara 40 ml Torino SC atılmıştır. Hem slajlık mısır hem de sorgum deneme konularında

derinliğinde boy çukurları açılmış; konu edinilen örnekler için 100 cm toprak derinliğinin 30 cm'lik katmanları kullanılmıştır (Şekil 3.13) (USSL, 1954; Tüzüner, 1990; Tan, 2005).



Şekil 2.12. Bozulmuş ve bozulmamış toprak örneği alınmasından bir görünüm

Bozulmuş toprak örneklerinden tarla kapasitesi, solma noktası, pH, tuz, toprak bünyesi, organik madde tayini gibi bazı kimyasal ve fiziksel analizler yapılırken bozulmamış toprak örneğinden toprak hacim ağırlığı belirlenmiştir. Her bir analiz için toprağın 0-30, 30-60, 60-90 cm katmanlarını temsil edecek şekilde örnekler alınmıştır.

Bozulmuş ve bozulmamış örneklerden deneme alanı topraklarının kimi fiziksel ve kimyasal özelliklerinin saptanmasında, aşağıda verilen yöntemler kullanılmıştır.

(i) *Tarla Kapasitesi ve Solma Noktası*: Tarla kapasitesi ve solma noktası tayini için bozulmuş toprak örnekleri kurutulmuş ve 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. Elekten geçirilen topraklar tarla kapasitesini belirlemek için 1/3 atmosferlik seramik plakalara, solma noktası için 15 atmosferlik seramik plakalara plastik bilezikler içerisinde yerleştirilmiştir. Seramik plakadaki örnekler 1 gün boyunca saf su ile doyurulmuştur. Doymuş toprak örnekleri plakalarla beraber basınçlı tencerelere yerleştirilmiştir. Basınçlı tencereler tarla kapasitesi için 1/3 atm, solma noktası için 15 atm'de tutulmuştur (Şekil 3.13). Her iki tencereden de su çıkışı bitinceye kadar örnekler basınçlı tencerelerde bekletilmiştir. Su çıkışı bitince örnekler tartılıp

etüvde 105 °C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Etüvden çıkan örneklerin kuru ağırlıkları tartıldıktan sonra tarla kapasitesi ve solma noktası sabitleri kuru ağırlık yüzdesi cinsinden belirlenmiştir (Tüzüner, 1990; Tekin, 2011).



Şekil 2.13. Tarla kapasitesi solma noktası belirlemede kullanılan basınçlı tencereler

(ii) *Hacim Ağırlığı*: Toprağın hacim ağırlığı 100 cm³’lük çelik silindirler kullanılarak belirlenmiştir. Hacmi belli olan çelik silindirlerin keskin kısmı toprağa diğer kısmı plastik kapakla kapalı olacak şekilde çekiçle vurularak silindirde boş yer kalmaksızın toprakla doldurulmuştur. Dolu silindirler topraktan çıkarıldıktan sonra ağzı plastik kapakla kapatılmıştır. Laboratuvara getirilen silindirlerin plastik kapakları çıkartılarak etüvde 105 °C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Kuru toprak ağırlığı tartıldıktan sonra 100 cm³’e bölünerek hacim ağırlığı belirlenmiştir (Blake ve Hartge, 1986; Tekin, 2011).

(iii) *Toprak Bünyesi*: Denemenin yürütüldüğü alanlardaki toprakların bünye tayini Bouyoucos hidrometre yöntemi (Bouyoucos, 1951) ile yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre bünye sınıfının belirlenmesinde toprak sınıflandırma üçgeninden yararlanılmıştır (Tüzüner 1990).

(iv) *pH Tayini*: Richards (1954)’de belirtilen esaslara göre hazırlanan saturasyon çamurunda (1:2.5 (toprak:su) oranında sulandırılarak) cam elektrotlu pH metre ile saptanmıştır (Sağlam, 2008).

(v) *Toplam Tuz (ECe)*: Kondaktivite aleti ile çamur süzüğünde 25 °C’de elektriksel iletkenliğin ölçülmesiyle belirlenmiştir (Bayraklı 1986; Van Horn ve Alphen, 1991; Kanber, 1992)

(vi) *Organik Madde*: Toprakların organik maddeleri modifiye edilmiş Walkey-Black yöntemi ile belirlenmiştir (Nelson ve Sommers, 1982).

(vii) *Fosfor*: Olsen ve ark. (1954) tarafından verilen esaslara göre belirlenmiştir.

(viii) *Potasyum*: Richards (1954)’e göre amonyum Asetat (pH =7) çözeltisinden geçen potasyum miktarının pleymfotometrede okunmasıyla kestirilmiştir.

(ix) *Kireç*:Kireç ihtiyaçlarının belirlenmesi kalsiyum asetat metodu ile yapılmıştır (Sağlam, 2008.)

2.2.6. Sulama suyunun analizi

Araştırmada kullanılacak kanal ve tuzlu su kaynaklarından alınan suların kimyasal bileşimleri ölçülmüştür. Analizler için gerekli olan su örneklerinin alınmasında Kanber (1992)’de verilen ilkelerden yararlanılmıştır. Sulama suyunun kimyasal analizi Kahramanmaraş Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitü Müdürlüğü (DAGTEM) laboratuvarında yapılmıştır. Deneme kullanılan sulama suyunun kimyasal özelliklerinin saptanmasında, aşağıda verilen yöntemler kullanılmıştır.

(i) *Sodyum (Na)*: Alev fotometresinde yapılan akıma standart NaCl çözeltisinden elde edilen grafikte değerlendirilip me/L olarak ifade edilmiştir (Richards, 1954; Tüzüner, 1990; Ayyıldız, 1990).

(ii) *Potasyum (K)*: Sodyum tayininde olduğu gibi alev fotometresinde okuma yapıp standart grafikten me/L olarak değerlendirilmiştir (Richards, 1954; Tüzüner, 1990; Ayyıldız, 1990).

(iii) *Kalsiyum (Ca)*: Su ve çamur süzümü örneklerinde titrasyonla elde edilmiştir (Richards, 1954; Tüzüner, 1990; Ayyıldız, 1990).

(iv) *Magnezyum (Mg)*: Kalsiyum belirlemede olduğu gibi titrasyonla tayin edilmiştir (Richards, 1954; Ayyıldız, 1990).

(v) *Karbonat (CaCO₃)*: Asitle titre edilerek bulunmuştur (Tüzüner, 1990; Ayyıldız, 1990).

(vi) *Bikarbonat (HCO₃)*: Asitle titre edilerek bulunmuştur (Tüzüner, 1990; Ayyıldız, 1990).

(vii) *Klor(Cl)*: Örneklerde potasyum kromat indikatörü kullanılarak, standart AgNO₃ çözeltisi ile titrasyon yapılmıştır. Harcanan çözeltiden Cl hesaplanmıştır (Richards, 1954; Tüzüner, 1990).

(viii) *Sülfat (SO₄)*: Diğer katyon ve anyon analizleri yapıldıktan sonra katyon toplamından anyon toplamları çıkarılarak bulunan değer sülfat olarak yazılmıştır (Tüzüner, 1990).

(ix) *pH tayini*: Ayyıldız'ın (1990) belirttiği esaslara göre, cam elektrotlu pH metre ile belirlenmiştir.

(x) *Elektriksel iletkenlik (EC_w)*: Ayyıldız'ın (1990) belirttiği esaslara göre, elektriksel iletkenlik aleti ile belirlenmiştir.

(xi) *Bor*: Karmin çözeltisi ile kolorimetrik olarak analiz edilmiştir (Tüzüner, 1990; Ayyıldız, 1990).

2.2.7. Su kullanım randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanının (IWUE) belirlenmesi

Su kullanım etkinliği (WUE), birim miktar kuru madde elde edebilmek için bitkinin harcadığı su miktarı olarak ifade edilirken, sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) bitkilerden elde edilen toplam verimin sulama suyuna oranı olarak ifade edilmektedir.(Erice ve ark., 2011)

Su kullanım (WUE) ve sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) bitkilere verilen sulama suyu, bitki su tüketimi ve verim değerine göre belirlenmiştir (Zhang ve ark. 2004). Eşitlik 4 ve 5'te su kullanım (WUE) ve sulama suyu kullanım etkinliğine (IWUE) ait eşitlikler verilmiştir.

$$WUE = \frac{E_y}{ET} \times 100 \quad (4)$$

Eşitlikte;

WUE: Su kullanım randımanı, kg m⁻³;

E_y: Ekonomik verim, kg da⁻¹;

ET: Bitki su tüketimidir, m³

$$IWUE = \frac{E_y}{I} \times 100 \quad (5)$$

Eşitlikte;

IWUE: Sulama suyu kullanım etkinliğini, kg m⁻³;

I: Mevsimlik sulama suyu miktarıdır, mm.

2.2.8. Su-verim ilişkisinin belirlenmesi

Çalışmanın sonunda elde edilen verilerin ekonomik açıdan değerlendirilebilmesi için, bitkilere verilen sulama suyu ve bunun sonucunda belirlenen bitki su tüketimine karşı silaj verimi arasındaki ilişkiye bağlı olarak su - üretim fonksiyonları belirlenmiştir (Howell ve ark. 1990). Bunun için Stewart modeli kullanılmıştır (Kadayıfçı ve Yıldırım, 2000; Doorenbos ve Kassam, 1986; Korukçu ve Kanber, 1981). Eşitlik 6'da bitki-verim tepki etmenine (ky) ait denklem verilmiştir.

$$\left(1 - \frac{Y}{Y_m}\right) = ky \left(1 - \frac{ET}{ET_m}\right) \quad (6)$$

Eşitlikte;

ky : Verim tepki etmeni,

Y : Gerçek verim, $kg da^{-1}$;

Y : Maksimum verim, $kg da^{-1}$;

ET : Gerçek su tüketimi, mm ;

ET_m : Maksimum su tüketimi, mm 'dir.

2.2.9. Su kısıntı indeksinin (WDI) belirlenmesi

Su kısıntı indeksi (WDI) belirlenirken CWSI'de olduğu gibi alt limit ve üst limiti temsil eder nitelikte bir bitki örtüsü (vejetasyon indeksi) yamuğu (VIT) çizilir. Bu yamuğun çizilmesinde 2 önemli parametre vardır. Bunlardan biri bitki örtüsü, diğeri ise yüzey sıcaklığı (T_s) ile ortam sıcaklığı (T_a) arasındaki sıcaklık farkıdır. Ölçülen yüzey sıcaklığıyla hava sıcaklığı farkına (X eksen) ($T_s - T_a$) karşılık, bitki örtüsü (Y eksen) değeri çizilir Bu iki parametre sayesinde bitki örtüsü yamuğu (VIT) elde edilmiş olur (Şekil 3.14).

Bitki örtüsünün belirlenmesinde üç ana yöntem vardır. Bunlar sırasıyla; (i) tahmin, (ii) ölçüm ve (iii) teorik yöntemlerdir.

Bu çalışmada ölçüm yöntemi ile bitki örtüsü belirlenmiştir. Bunun için 80 cm prob uzunluğuna sahip Fotosentetik aktif radyasyon (PAR) ölçer aleti (Decagon Sunfleck Ceptometre, LP-80 PAR) başka bir deyişle ışık çubuğu (LB) kullanılmıştır.

Fotosentetik aktif radyasyon (PAR) ölçer aleti bitki yüzeylerinden geçerek bitkiler tarafından örtülen toprak yüzeyine ulaşan ışığı tespit eden bir cihazdır. Light Bar denilen bu alet prob boyunca bir santimetre aralıklarla yerleştirilen 80 ışık sensörüne sahiptir. Bu ışık

sensörleri sayesinde 400 ila 700 nm dalga bandındaki fotosentetik aktif radyasyonu (PAR) ölçebilmektedir. Aletin çalışma prensibine göre her çalıştırıldığında tüm sensör okumalarının ortalaması görüntülenir. PAR aleti bitki örtüsünü belirlemek için bitkinin altına (alt kanopi) ve bitknini üzerine (üst kanopi) düşen ışığı ölçer (Şekil 3.15). Bu değerler hesaplanarak bitki örtüsünü temsil eden bir katsayı belirlenir. Bitki örtüsü altındaki PAR ölçümleri, bir bitki sırasının ortasından komşu bitki sırasının ortasına gelecek şekilde yapılmış ve her parselde 10 okuma gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, bitki örtüsü üzerindeki PAR ölçümleri sensör düzeyi alt okumalarla aynı yönde olacak şekilde yapılmıştır (Neale, 1987). Daha sonra bitki örtüsüyle kaplanan toprak yüzeyinin fraksiyonu (f) aşağıdaki Eşitlik 16'ya göre hesaplanmıştır (Tanriverdi, 2003).

$$f = \frac{(V_a - V_b)}{V_a} \quad (16)$$

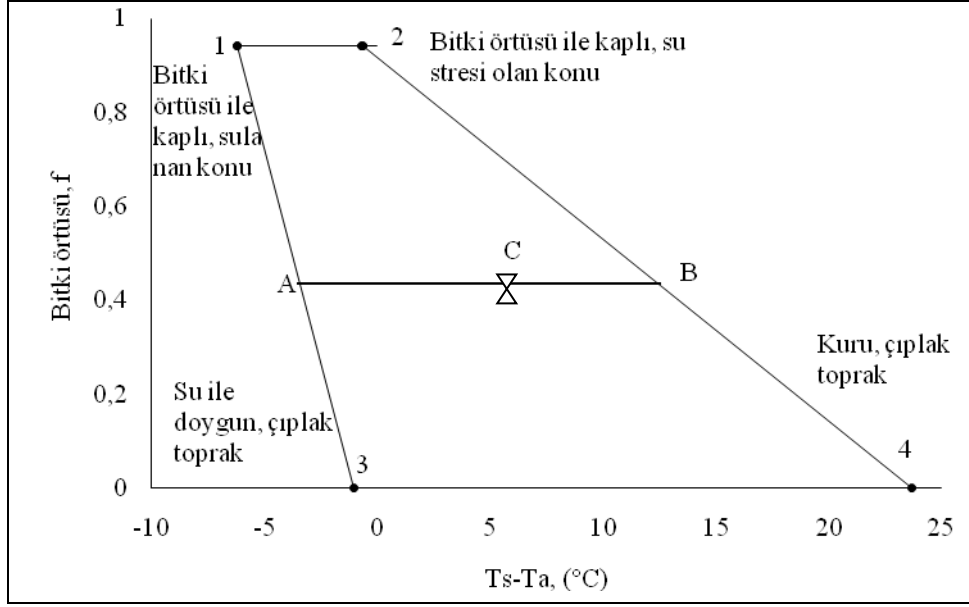
Eşlikte,

V_a : Bitki örtüsü üzerindeki PAR değeri;

V_b : Bitki örtüsü altındaki PAR değeri.

Su kısıntı indeksi (WDI), bitki örtüsü yamuğunun (VIT) dört köşesini belirlemek için ölçülen bitki örtüsü (PAR ölçer ile) ve hava sıcaklıkları ($T_s - T_a$) arasındaki farktan yola çıkılarak çizilmiştir. VIT yamuğu belirlendikten sonra, sulanan konular için WDI hesaplanmıştır. İçlerinde kontrol konusu olan (%100 sulanan konu) 5 konudan 4'ü su stresine maruz bırakılmıştır. Böylece her konunun yüzey sıcaklığı için 5 farklı WDI belirlenmiştir.

Bu çalışmada, VIT yamuğunun dört yanı da bir fotosentetik aktif radyasyon (PAR) ölçer ışık çubuğu (LB) ile ölçülmüştür. Bitki örtüsünün belirlenmesi, WDI hazırlamanın en önemli kısmıdır. Şekil 3.14'te bitki örtüsü ve $T_s - T_a$ sıcaklık farkına bağlı olarak çizilmesi gereken yamuk (trapezoid) verilmiştir.



Şekil 2. 144. Bitki örtüsü ve Ts-Ta sıcaklık farkı

Dört çizgiyi birbirine bağlayan VIT yamuğu, sol çizginin A noktası suyun sınırlı olmadığı tam bitki örtüsü için olası (Ts-Ta) aralığını tanımlayan çizgileri gösterir. Benzer şekilde, B noktasını mevcut su bulunmayan durumlar için olası (Ts-Ta) aralığını tanımlar. Tam bitki örtüsü için olası (Ts-Ta) aralığı, 1 ve 2 köşeleri arasındaki üst çizgi ile tanımlanır.

Yamuk şeklinde gösterilen köşelerdeki ifadeler şunlardır: 1= Tam bitki örtüsü ile sulamanın yapıldığı, tam terleme yapma potansiyeline sahip konu, 2= Tam bitki örtüsü ile kaplı su stresi altındaki, ölçülebilir terlemenin önemsiz olduğu konu, 3= Buharlaşmanın potansiyel olduğu, çıplak ve ıslak toprak; ve 4= Kuru ve çıplak, buharlaşma için su bulunmadığı konu (Colaizzi ve ark., 2000).

Moran ve ark. (1994), trapezoid şeklin her bir noktasının meteorolojik verilerle belirlenebilmesi için denklemler geliştirmiş, denklemlerin kökenini ve VIT yamuğunun altında yatan varsayımları açıklamıştır. Bu varsayıma göre ilk olarak gerçek (Ts - Ta) ve bitki örtüsü (C) ile, VIT yamuğunun dört köşesindeki (Ts-Ta) tespit edilmelidir. Buna göre A ve B noktaları sırasıyla 1 ile 3 ve 2 ile 4 köşeleri arasında doğrusal olarak enterpolasyonlu olabilirken, WDI hesaplanır. Her köşedeki (Ts-Ta) değeri teorik olarak Eşitlik 17, 18, 19 ve 20'den yararlanılarak belirlenir.

$$(Ts - Ta)_1 = \frac{r_{a1}(R_{n1} - G_1)}{\rho_a C_p} * \frac{\gamma_1(1 + (r_{cp}/r_{a1}))}{\Delta_1 + \gamma_1(1 + (r_{cp}/r_{a1}))} - \frac{VPD}{\Delta_1 + \gamma_1(1 + (r_{cp}/r_{a1}))}, \quad (17)$$

$$(Ts - Ta)_2 = \frac{r_{a2}(R_{n2} - G_2)}{\rho_a C_p} * \frac{\gamma_2(1 + (r_{cp}/r_{a2}))}{\Delta_2 + \gamma_2(1 + (r_{cp}/r_{a2}))} - \frac{VPD}{\Delta_2 + \gamma_2(1 + (r_{cp}/r_{a2}))}, \quad (18)$$

$$(T_s - T_a)_3 = \frac{r_{a3}(R_{n3} - G_3)}{\rho_a C_p} * \frac{\gamma_s}{\Delta_s + \gamma_s} - \frac{VPD}{\Delta_s + \gamma_s},$$

(19)

$$(T_s - T_a)_4 = \frac{r_{a4}(R_{n4} - G_4)}{\rho_a C_p}, \quad (20)$$

Eşitlikte;

r_a : Aerobik direnç ($s\ m^{-1}$);

R_n : Net radyasyon ($W\ m^{-2}$);

G : Toprak ısı akışı ($W\ m^{-2}$);

ρ : Hava yoğunluğu ($kg\ m^{-3}$);

C_p : Spesifik hava ısı katsayısı ($1,01\ j\ kg^{-1}\ ^\circ C^{-1}$);

γ : Psikrometrik sabit ($kPa\ C^{-1}$);

r_c : Buhar taşınımına kanopi direnci ($s\ m^{-1}$);

Δ : Doymuş buhar basıncı- sıcaklık ilişkisi eğimi ($kPa\ ^\circ C^{-1}$); VPD : T_a sıcaklığındaki havanın buhar basıncı açığı (kPa);

r_a Colaizzi ve ark. (2003)'nın önerdiği Campbell (1977) tarafından belirlenen yöntemle göre Eşitlik 21'deki gibi belirlenmektedir.

$$r_a = \frac{\left[\ln \left(\frac{z+d+z_H}{z_H} \right) \right] \left[\ln \left(\frac{z-d+z_M}{z_M} \right) \right]}{k^2 u} \quad (21)$$

Eşitlikte;

z : Anemometre yüksekliği (m);

d : Yer değiştirme mesafesi (m);

z_H : Hissedilebilir (hasas) ısıdaki bulutluluk uzunluğu (m);

z_M : Hissedilebilir (hassas) momentumdaki bulutluluk uzunluğu (m);

k : von Karman sabiti (0,41); u : 2 m uzunluğundaki rüzgar hızı ($m\ s^{-1}$);

h : kanopi uzunluğu (m)'dir.

Eşitlikte yer alan d ve z_M kanopi uzunluğunun bir fonksiyonu olarak Eşitlik 21, 22, 23'deki gibi belirlenir.

$$d: 0,67 h, \quad (22)$$

$$z_M : 0,13 h, \quad (23)$$

$$z_H: 0,2 z_M \quad (24)$$

G, net radyasyonun (R_n) bir fonksiyonu olarak Eşitlik 24'e göre hesaplanır (Kustas ve Daughtry, 1990).

$$G: (0,325-0,208 \text{ NDVI}) R_n \quad (25)$$

Eşitlikte kullanılan ρ hava sıcaklığına bağlı olarak Monteith ve Unsworth (1990)'ın belirlediği yöntemle göre, γ ve Δ ise Allen ve ark. (1998)'in belirlediği yöntemlere göre bulunur.

r_c terimi stoma kapanmasına bağlı olarak değişmektedir. Jackson ve ark. (1981) serbest su yüzeyi olarak işlev gören ıslak bitkilerde $r_c = 0$ olduğunu, eğer bitki terleme yapmazsa r_c 'nin sonsuza ($r_c = \infty$) gittiğini belirtmiştir. Monteith (1973), r_c 'nin stoma direnci (r_s) ve LAI'nın birbirine oranından ($r_c = r_s / \text{LAI}$) elde edilebileceğini bildirmiştir.

r_s değeri eğer mevcut değilse Moran ve ark. (1994)' e göre su stresinin olmadığı konularda r_s 25-100 sm^{-1} , tamamen su stresinin olduğu konularda ise 1,000-1,500 sm^{-1} olarak alınabileceğini bildirmiştir.

Yüzey ve atmosferik sınır tabakası arasındaki enerji dengesi (C noktası), yamuk şeklindeki dört köşenin her biri için dengededir, bu kısma ($T_s - T_a$) ve ilgili bitki örtüsü değeri düşer. Su kısıtının olmadığı ($T_s - T_a$) alt sınırı, verilen bitki örtüsü değerine göre A noktasında, su stresinin olduğu, üst sınır ise B noktasında olur. VIT yamuğu kullanılarak, WDI Eşitlik 25'e göre hesaplanır.

$$\text{WDI} = \frac{A-C}{A-B} \quad (25)$$

A, buharlaşma ve terleme için sınırlayıcı olmayan şartlardaki konu (iyi sulanmış, taban çizgisi)

B, suyun bulunmadığı bir üst sınırdır (tamamen su stresine maruz bırakılmış, taban çizgisi)

C, bitki durumunun gerçek ölçümüdür (Moran, 1994)

WDI aralığı CWSI'ye benzer, yani 0 değeri su stresinin olmadığı konuyu ifade ederken 1 değeri su stresinin olduğu konuyu göstermektedir.



Şekil 2.155. Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR) ölçümü

2.2.10. Klorofil içeriği

Bitki gelişimi süresince her sulamadan önce ve sonra olmak üzere tüm konulara ait 5 bitki yaprağından taşınabilir klorofilmetre SPAD-502 (Minolta Co, Tokyo, Japonya) cihazıyla ölçümler yapılmıştır (Şekil 3.16).



Şekil 2.166. SPAD-502 (Minolta Co, Tokyo, Japonya) taşınabilir klorofilmetre ve denemede klorofil okumalarına ait görüntüler

SPAD 502 klorofilmetre kırmızı (650 nm, klorofil Emilimi) ve kızılötesine yakın (960 nm) dalga boyunda ışık geçirgenliğini ölçen küçük, kullanışlı, bitkiye zarar vermeden ölçüm yapmayı mümkün kılan bir cihazdır (Minolta 1989, Ling ve ark. 2011).

Klorofil içeriği belirleme işlemi yapılırken cihaz yaprak üzerinde gölge oluşturmayacak şekilde tutulmuş, bitkilerin yaprak kenarı ile yaprak damarı arasında kalan

bölgeden saat 11:00 ile 14:00 arasında her parseldeki 5 bitkiden okumalar yapılmıştır. Daha sonra yapılan 5 okumanın ortalaması alınmış, klorofil içeriği belirlenmiştir.

2.2.11. Bitki örneklerinin ölçümü

2.2.11.1. Fenolojik gözlemler

Denemenin her iki yılına ait bitki gelişme dönemleri ve bu dönemlere ait gözlemler yapılmıştır. Bitkilerin farklı dönemlerinin belirlenmesinde;

- (a) *Vejetatif Dönemi*: Mısır bitkisinin çıkış tarihinden tepe püskülünün parselin %75'inde görüldüğü zamana kadar geçen süre dikkate alınmıştır (Akgün, 2016).
- (b) *Tepe Püskül Dönemi*: Bitkilerin çıkış tarihinden parselin % 75'inde tepe püskülünün görüldüğü tarihe kadar geçen gün sayısı olarak saptanmıştır (Özsisli, 2010; Ekinci, 2017).
- (c) *Koçan püskülü tarihi*: Bitki çıkış tarihinden parselde %75 koçan püskülünün gözlemlendiği tarihe kadar geçen süre dikkate alınmıştır (Akgün, 2016).
- (d) *Sorgum salkım tarihi*: Bitki çıkış tarihinden parselde %75 salkımın gözlemlendiği tarihe kadar geçen süre dikkate alınmıştır (Akgün, 2016).
- (e) *Süt olum Dönemi*: Döllenmeden (tepe püskülü çıkış tarihi ile koçan püskülü/sorgum salkımı çıkış tarihi arasındaki fark) sonraki 18–24 günlük süre olarak belirlenmiştir.
- (f) *Hamur Olum Dönemi*: Döllenmeden 24-28 gün sonraki tarih olarak belirlenmiştir (Koca, 2009).

2.2.11.2. Bitki boyu

Slajlık mısır ve sorgum bitkilerinde boy gelişiminin izlenmesi için her sulama parselinde örnek bitkiler seçilmiştir. Çalışmada yer alan tüm konulara ait parsellerde parsel kenarlarındaki 1'er sıra kenar tesiri nedeniyle gözlem dışı bırakılmış, kalan 3 sıradaki bitkilerden 10 adet bitki seçilerek toprak yüzeyinden bitkinin en uç noktasına kadar olan mesafe çelik şerit metre ile ölçülmüştür. Ortalama değerler hesaplanarak bitki boyu ölçülmüştür (Kang ve ark. 2000; Tansı 1987). Ölçümlere, çıkıştan sonra başlanmış; mevsim içerisinde 7 gün aralıklarla yinelenerek, hasatta sona erdirilmiştir.

2.2.11.3. Gövde çapı

Her parselde bitki boyu belirlenen bitkiler üzerinde gövde çapı ölçülmüştür. Toprak üstündeki ilk I. boğum ile II. boğum arasındaki kısım kumpasla mm cinsinden ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır (Okan, 2015). Ölçümler sulamanın olduğu her hafta yapılmıştır.

2.2.11.4. Yaprak sayısı

Her parselde bitki boyu ve gövde çapı belirlenen bitkiler üzerinde yaprak sayısı sayılmış ve daha sonra bitkilerin yaprak sayısı ortalaması hesaplanmıştır (Okursoy, 2009). Ölçümler sulamanın uygulandığı her hafta yapılmıştır.

2.2.11.5. Yeşil ot verimi

Silajlık mısır bitkisi hamur olum dönemine geldiğinde yani koçan kırılıp danelerdeki süt çizgisinin ½ 'ye geldiği (%60-65 su) hasat edilmiştir. Bitkiler toprak yüzeyinden 5-6 cm yukardan orakla biçilmiştir (TTSM, 2010; Yılmaz ve ark. 2017).

Silajlık sorgum bitkisi de hamur olum dönemine geldiğinde yani bitkide kuru madde oranı %30-35 olduğunda hasat edilmiştir (TTSM, 2010; Özköse, 2015). Her bir parselde kenar tesir etmeninin dışında kalan alan orakla biçilmiş ve yaş ağırlıkları tartılmıştır. Daha sonra biçilen alana bölünmüş, kg da⁻¹ a çevrilerek yeşil ot verimi belirlenmiştir.

2.2.11.6. Toprak üstü kuru madde verimi (Biyomas)

Her parselden alınan 10 bitkinin toprak üstü aksamı parçalara ayrıldıktan sonra kağıt torbalar içerisinde etüvde 65 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulup tartılacak ve kuru madde miktarı bulunacaktır (Bronson ark., 2003).

2.2.12. Silajlık mısır ve sorgum bitkisine ait kalite parametrelerinin belirlenmesi

Bu bölümde silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin protein oranı, Asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve Nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF) gibi özelliklerin belirlenmesine ilişkin ölçümlere yer verilmiştir.

2.2.12.1. Protein oranı

Hasattan sonra kurutulan örnekler 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütülmüştür. Öğütülen örneklerden 0.2 g alınmış ve Kjeldahl tüplerine konulmuştur. İki adet boş tüp (kör için) yaş yakma setine eklenmiştir. Üzerlerine 25 ml sülfirik asit ve bir adet katalizör (potasyum sülfat) tablet bırakılmıştır. Daha sonra tüpler yaş yakma ünitesinde 5 saat boyunca yüksek ateşte bekletilmiştir. 25 ml borik asit hazırlanmıştır. Yaş yakmadan sonra tüpler ve borik ait Gethart marka destilasyon ünitesine yerleştirilmiştir. İstenen renk değişimi (yeşil-mavi) borik asitin bulunduğu balon jode gözlendikten sonra hidroklorik asitle titre edilmiştir. Renk pembeye dönünce harcanan hidroklorik asit miktarı kaydedilmiştir. Kjeldahl yöntemine amonyaktaki azot miktarına karşılık gelen ham protein (AOAC, 1990; Anonim, 2011) miktarı Eşitlik 26 ve 27'ye göre belirlenmiştir.

$$\%Azot = \frac{(V1 - V0) \times N \times 0.014}{m} \times 100 \quad (26)$$

Eşitlikte,

V_1 = Titrasyonda harcanan HCl çözeltisi miktarı, ml;

V_0 = Kör örnek için titrasyonunda harcanan HCl çözeltisi miktarı, ml;

N = Titrasyonda kullanılan HCl çözeltisinin normalitesi, 0.1 N;

0,014 = Azotun mili ekivalen ağırlığı; m : Alınan gıda örneği miktarı, g veya ml'dir.

$$\text{Protein} = \% \text{ Azot} \times 6.25$$

(27)



Şekil 2.17. Protein içeriğinin belirlenmesi

2.2.12.2. Asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF)

Hasattan sonra kurutulan örnekler 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütülmüştür. Yaklaşık 0,5 gr tartılan örnekler filtre torbalarına (filter bag) koyulmuş ve her bir torbanın ağzı poşet yapıştırıcı ile kapatılarak tartılmıştır. Aynı zamanda filtre torbalarının boş ağırlığı (kör) da tartılmıştır. ADF analizi için kullanılacak asit deterjan fiber karışımı hazırlanmıştır. Hazır hale getirilen örnekler ANKOM 200 Fiber Analyzer cihazına yerleştirilmiştir. Cihaza yerleştirilen örneklerin üzerine hazırlanan ADF karışımı dökülmüş ve cihaz çalıştırılmıştır. Örnekler 100°C'de, yaklaşık 90 dakika kaynatılmıştır. 90 dakikalık kaynama süresi bitince örneklerin üzerine 10 dakika süre ile iki kez sıcak su ile karıştırılması sağlanmıştır. Cihazdan çıkarılan örnekler asetonda bekletilmiştir. Daha sonra örnekler çeker ocakta bekletilerek asetonun uçması sağlanmıştır. Asetonu uçurulan örnekler etüvde 80°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Etüvden çıkarılan desikatöre koyularak oda sıcaklığına

gelmesi sağlanmıştır. Oda sıcaklığına gelen örnekler tartılmış, Eşitlik 28'deki gibi hesaplanmıştır (Van Soest, 1963; Kutlu, 2008).

$$\%ADF \text{ (havada kuru)} = \frac{[W3 - (W1 \times C1) \times 100]}{W2} \quad (28)$$

Eşitlikte;

W1: Torbaların darası;

W2: Örnek ağırlığı;

W3: Örnek + torba'nın kurutulduktan sonraki ağırlığı;

C1: Kör ağırlığı (boş torbanın kurutulduktan sonraki ağırlığı/darası)

2.2.12.3. Nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF)

Hasattan sonra kurutulmuş örnekler 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütülmüştür. Yaklaşık 0.5 g tartılan örnekler filtre torbalarına konulmuş ve her bir torbanın ağzı poşet yapıştırıcı ile kapatılarak tartılmıştır. Aynı zamanda boş filtre torba ağırlıkları (kör) da tartılmıştır. NDF analizi için kullanılacak nötral deterjan fiber karışımı hazırlanmıştır. Hazır hale getirilen örnekler ANKOM 200 Fiber Analyzer cihazına yerleştirilen örneklerin üzerine hazırlanan NDF karışımı dökülmüş ve cihaz çalıştırılmıştır. Örnekler 100 °C'de, yaklaşık 90 dakika kaynatılmış ve 90 dakikalık kaynama süresi bitince örneklerin üzerine 10 dakika süre ile iki kez sıcak su ile karıştırılma işlemi yapılmıştır. Cihazdan çıkarılan örnekler asetonu bekletilmiş ve daha sonra örnekler çeker ocağa bekletilerek asetonun uçması sağlanmıştır. Asetonu uçurulan örnekler etüvde 80°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Etüvden çıkarılan desikatöre koyularak oda sıcaklığına gelmesi sağlanmış ve oda sıcaklığına gelen örnekler tartılmıştır. Tartılan örnek Eşitlik 29'deki gibi %NDF hesaplanmıştır (Van Sost, 1963).

$$\%NDF \text{ (havada kuru)} = \frac{[W3 - (W1 \times C1) \times 100]}{W2} \quad (29)$$

Eşitlikte;

W1: Torbaların darası;

W2: Örnek ağırlığı;

W3: örnek + torba'nın kurutulduktan sonraki ağırlığı;

C1: Kör ağırlığı (boş torbanın kurutulduktan sonraki ağırlığı/darası)

2.2.13. Maliyet analizi

Çalışma sonuçlarının maliyet analizinde Fayda/Masraf Analizi ile Kısmi Bütçeleme (Partial Budgeting) yöntemi kullanılmıştır. Silajlık mısır ve sorgumun tek yıllık bir bitki olmasından dolayı maliyet analizinde *Kısmi bütçeleme* yönteminden yararlanılmıştır. Yöntemin esas olarak herhangi bir kararın veya yeni bir üretim tekniğinden kaynaklanabilecek ek faydalar ve ek maliyetleri karşılaştırmaya dayanmaktadır (Sezen ve ark., 2011).

Bu çalışmada Kahramanmaraş iklim şartlarında yetiştirilen silajlık mısır ve sorgum bitkisinin farklı sulama seviyelerinin verime etkileri karşılaştırıldığından, bitki türleri ve seviyelerinden kaynaklanan verim sonuçlarının mali değerleri (Brüt üretim değeri artışı), bitki türlerinin su ihtiyaçlarına göre getirdiği ek maliyetlerle karşılaştırılmıştır. Sulama dışındaki tüm giderler sabit tutulmuştur. Dolayısıyla ek giderler sadece sulama giderleri ile sınırlı kalmıştır.

2.2.14. İstatistik analiz

Her iki yıla ait arazi çalışmaları sonucunda elde edilen verilerin (bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, verim, su kullanım etkinliği, sulama suyu kullanım etkinliği) arasındaki farklılıklarının düzeyinin belirlenmesi için varyans analizleri yapılmıştır. Varyans analizinin sonucunda görülen farklılıkların sınıflandırılmasında Duncan testi kullanılmıştır. İstatistiksel analizler için SAS programı kullanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Silajlık Mısır ve Sorgum Bitkisine ait Fenolojik Gözlemler

Denemenin her iki yılına ait fenolojik gözlemler Çizelge 3.1’de verilmiştir. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerine ait çimlenme çıkış, vejetatif dönem, tepe püskülü oluşumu, koçan oluşumu, salkım oluşumu ve hasata ait görüntüler sırasıyla Şekil 3.1, 3.2, 3.3, 3.5, 3.6’da verilmiştir.

Denemenin birinci yılında silajlık mısır ve sorgumun ekimi buğday hasadından hemen sonra 25 Haziran 2018 tarihinde gerçekleşirken ikinci yıl 22 Haziran 2019 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Birinci yılda ekimden 8 gün sonra çıkışlar gözlenirken ikinci yılda 6 gün sonra çıkışlar gözlenmiştir. Bitkilerin çimlenme ve çıkış tarihinden tepe püskülünün oluşumuna kadar geçen süreyi kapsayan vejetatif dönem silajlık mısır bitkisinde birinci yıl 51 gün, sürerken ikinci yıl 52 gün sürmüştür. Silajlık sorgum bitkisinde vejetatif dönem birinci yıl 60 gün sürerken ikinci yıl 56 gün sürmüştür. Silajlık mısır bitkisinde tepe püskülü çıkarma dönemi birinci yıl 5 gün sürerken ikinci yıl 7 gün sürmüştür. Silajlık mısır bitkisi birinci yıl 16 günde koçan çıkarırken ikinci yıl 15 günde çıkarmıştır. Silajlık sorgum bitkisi birinci ve yıl 15 günde salkım oluşturmuştur. Silajlık mısırdaki süt olumu birinci yıl 12 günde gözlenirken ikinci yıl 9 günde gözlenmiştir. Silajlık sorgum bitkisinin süt olum dönemi birinci yıl 11 gün sürerken ikinci yıl 15 gün sürmüştür. Silajlık mısırın birinci yıl toplam yetiştirme süresi 92 gün sürerken ikinci yıl 89 gün sürmüştür. Silajlık sorgumun birinci yıl toplam yetiştirme süresi 94 gün sürerken ikinci yıl 92 gün sürmüştür.

Benzer sonuçları silajlık mısır için Tekirdağ koşullarında Okursoy (2009) 90 gün, Yolcu (2014) 91 gün; silajlık sorgum için Bartın koşullarında Başaran (2011) 92 gün, Aras (2017) Iğdır koşullarında 90 gün olarak bulmuşlardır. Farklı olarak Koca (2009), Aydın koşullarında silajlık mısır bitkisinin toplam yetiştirme süresini 121 gün; Ekinci (2017) Kahramanmaraş koşullarında 99 gün,; Arıtürk (2008) Tekirdağ koşullarında 97 gün; Tuğay (2009), Konya koşullarında 82 gün, Vendramini ve ark. (2010) Florida ve Georgia koşullarında 120 gün olarak bulmuşlardır.

Yukarıda da vurgulandığı gibi silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin toplam yetiştirme dönemine ait bazı çalışmalar benzer özellik gösterirken bazı çalışmalarda farklılıkların olduğu görülmüştür. Bu farklılıkların sebebini Kuşçu (2010) toprak, iklim özellikleri ve bitki çeşidinden kaynaklandığını, Kırtok (1998) ve Vendramini ve ark. (2010) ise toprak sıcaklığına ait farklılıklardan kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Çizelge 3.1. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerine ait fenolojik gözlem tarihleri

Gelişim dönemleri		Başlangıç tarihi		Bitiş tarihi		Ekimden sonraki gün sayısı	
		2018	2019	2018	2019	2018	2019
		Ekim	Mısır	25 Haziran	22 Haziran	25 Haziran	22 Haziran
	Sorgum	25 Haziran	22 Haziran	25 Haziran	22 Haziran	0	0
Çimlenme ve çıkış	Mısır	25 Haziran	22 Haziran	3 Temmuz	28 Haziran	8	6
	Sorgum	25 Haziran	22 Haziran	3 Temmuz	28 Haziran	8	6
Vejetatif dönem	Mısır	3 Temmuz	28 Haziran	23 Ağustos	19 Ağustos	59	58
	Sorgum	3 Temmuz	28 Haziran	1 Eylül	23 Ağustos	68	62
Tepe püskülü çıkarma	Mısır	23 Ağustos	19 Ağustos	28 Ağustos	26 Ağustos	64	65
	Sorgum	-	-	-	-	-	-
Koçan/salkım çıkarma	Mısır	28 Ağustos	26 Ağustos	13 Eylül	10 Eylül	80	80
	Sorgum	1 Eylül	23 Ağustos	16 Eylül	7 Eylül	83	77
Süt olum	Mısır	13 Eylül	10 Eylül	25 Eylül	19 Eylül	92	89
	Sorgum	16 Eylül	7 Eylül	27 Eylül	22 Eylül	94	92
Hasat	Mısır	25 Eylül	17 Eylül	25 Eylül	17 Eylül	92	89
	Sorgum	27 Eylül	22 Eylül	27 Eylül	22 Eylül	94	92



Şekil 3.1. Silajlık mısır ve sorgum bitkileri çimlenme ve çıkış dönemine ait görüntü



Şekil 3.2. Silajlık mısır bitkisi için vejetatif dönem



Şekil 3.3. Silajlık sorgum bitkisi vejetatif dönem



Şekil 3.4. Silajlık mısır bitkisi tepe puskülü



Şekil 3.5. Silajlık mısır bitkisi koçan puskülü görüntüsü



Şekil 3.6. Silajlık sorgum salkım görüntüsü

3.2. Toprak Nem İçeriği

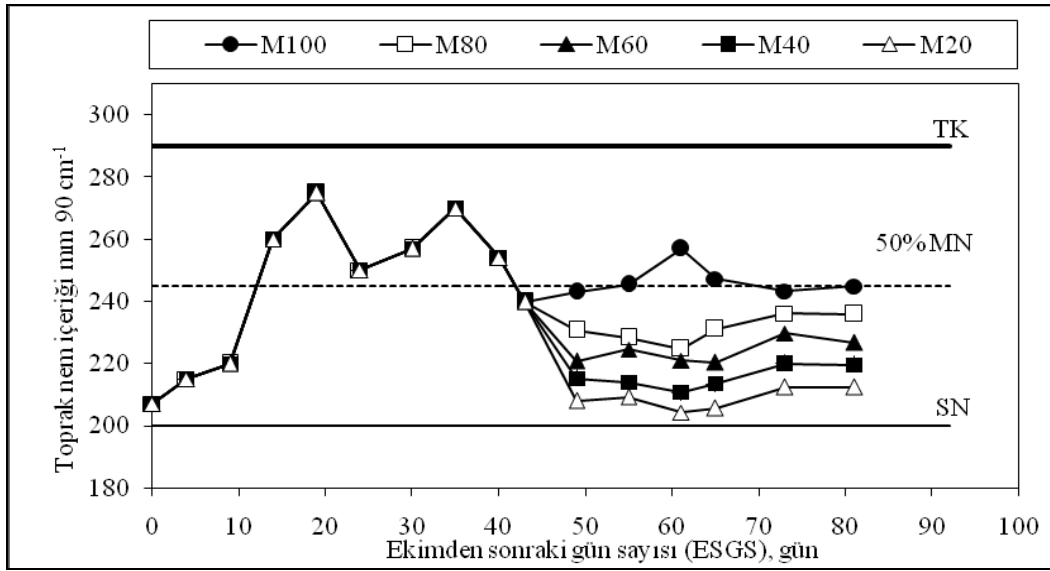
Deneme konularına ait toprak neminin belirlenmesinde bütün konuların 0-30, 30-60 ve 60-90 cm katmanlarından her sulama öncesi ve sonrası olmak üzere ölçümler alınmıştır. 2018 ve 2019 yılı silajlık mısır bitkisinin sulamadan önce ve sulamadan sonra konulara göre toprak nem içeriğinin değişim grafiği sırasıyla Şekil 3.7, Şekil 3.8, Şekil 3.9 ve Şekil 3.10.'te, 2018 ve 2019 yılı silajlık sorgum bitkisinin sulamadan önce ve sulamadan sonra konulara göre toprak nem içeriğinin değişim grafiği ise sırasıyla Şekil 3.11, Şekil 3.12, Şekil 3.13 ve Şekil 3.14'te verilmiştir.

Her iki bitkide de tüm sulama konularına ait toprak nem değerleri konulu sulamalara geçmeden önce hemen hemen aynı seviyede çıkmıştır. Denemenin birinci yılında tarla kapasitesi 327.81 mm, ikinci yılında 289.91 mm; solma noktası birinci yıl 200.16 mm, ikinci yıl ise 189.27 mm olarak belirlenmiştir. Birinci yıl mevcut nemin %50'si tükendiğinde topraktaki nem miktarı 245.03 mm; ikinci yıl ise 258.54 mm olarak bulunmuştur. Sulamalara da topraktaki mevcut nemin %50'si tükendiğinde başlanmıştır.

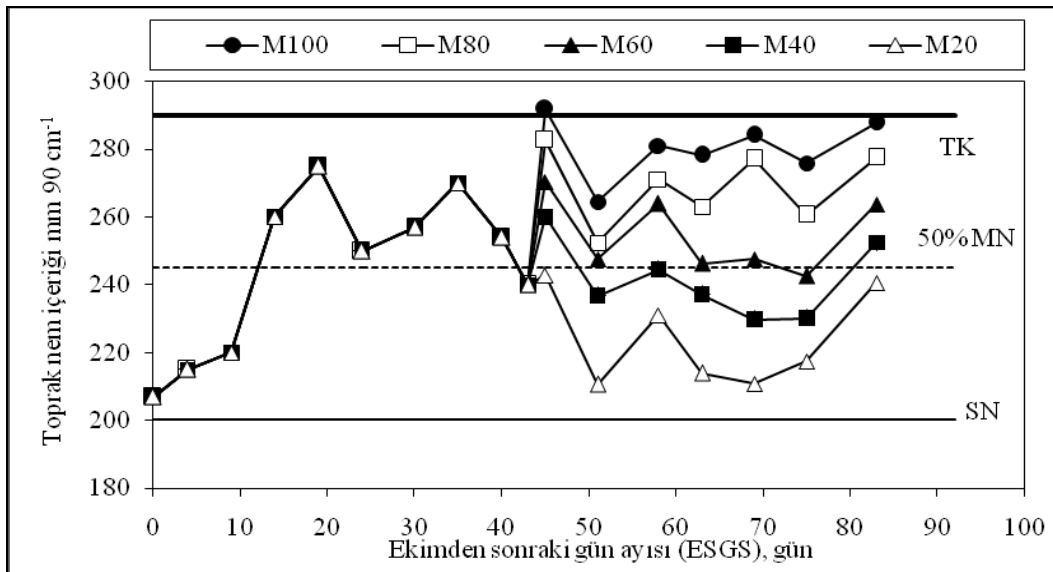
Silajlık mısır için denemenin birinci yılında sulamadan önceki toprak nem değerleri M_{100} konusunda mevcut nemin (MN) %50'sinin tüketildiği sınır ile tarla kapasitesi (TK)

aralığında olmuştur. M_{100} konusunun toprak nem içeriğinin mevcut nem sınırına ulaşmasıyla sulama başlatılmıştır. M_{100} konusunun dışındaki konuların toprak nem içerikleri mevcut nemin (MN) %50'sinin tüketildiği sınır ile solma noktası arasında seyretmiştir. Yapılan kısıntı seviyesine göre topraktaki nem miktarı azalmıştır. Sulamadan önce toprak nem içeriği hiçbir konuda solma noktasına kadar düşmemiştir.

Denemenin birinci yılında silajlık mısır sulamadan sonra toprak nem değerleri M_{100} , M_{80} ve M_{60} konularında mevcut nemin (MN) %50'sinin tüketildiği sınır ile tarla kapasitesi aralığında çıkmıştır. Yapılan sulamalardan sonra tüm konuların toprak nem içeriğinde artış görülmüştür.

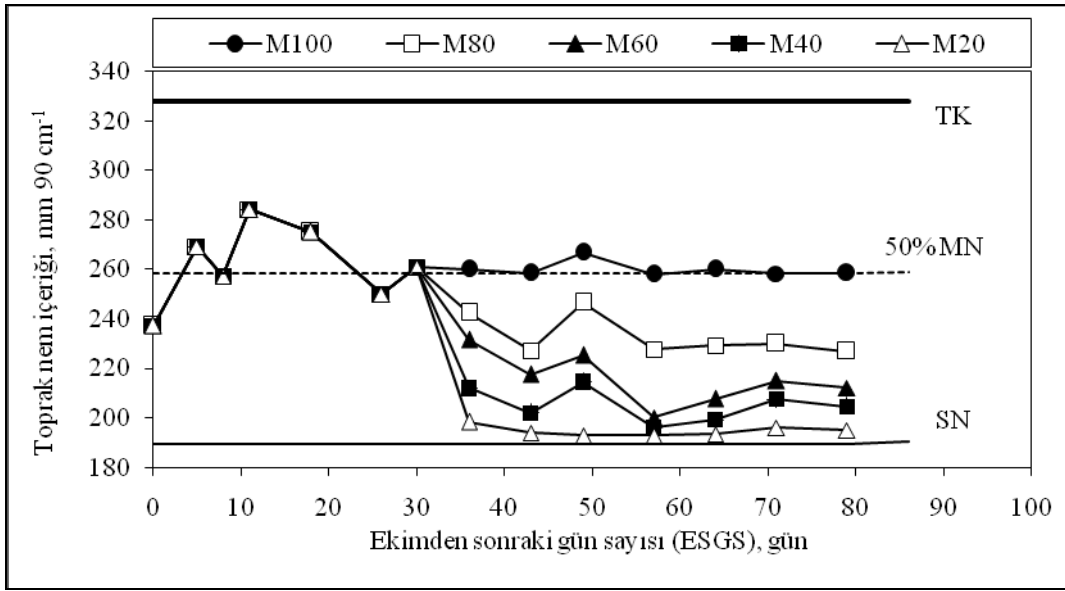


Şekil 3.7. 2018 yılı silajlık mısır bitkisi sulamadan önce toprak nem içerikleri

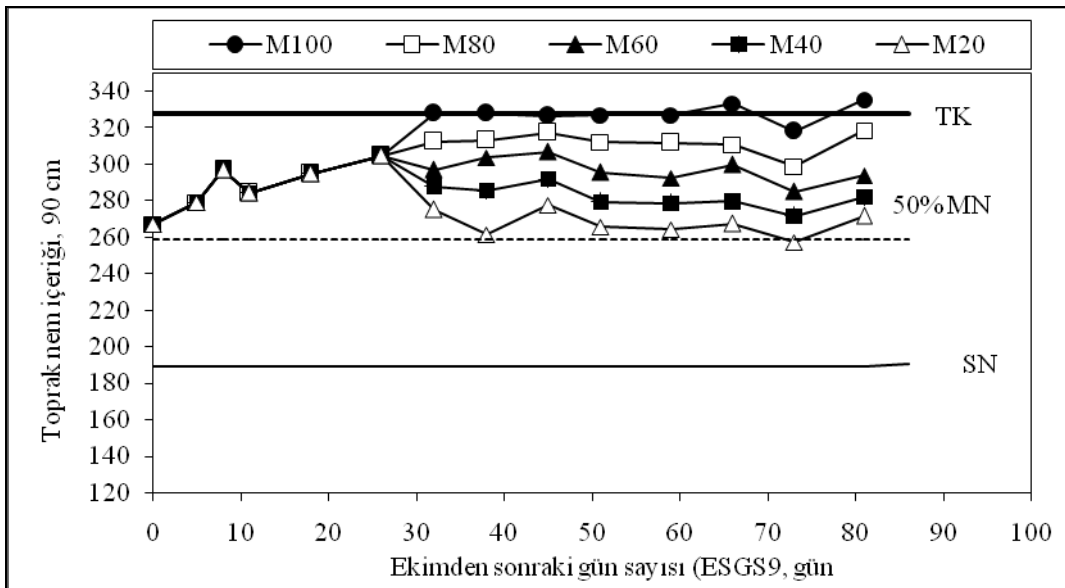


Şekil 3.8. 2018 yılı silajlık mısır bitkisi sulamadan sonraki toprak nem değerleri

Silajlık mısır için denemenin ikinci yılında sulamadan önce toprak nem değerleri M_{100} konusunda topraktaki mevcut nemin (MN) %50'sinin tüketildiği sınırdadır. M_{100} konusunun toprak nem içeriğinin mevcut nem sınırına ulaşmasıyla sulama başlatılmıştır. M_{100} konusunun dışındaki konuların sulamadan önceki toprak nem içerikleri mevcut nemin (MN) %50'sinin tüketildiği sınır ile solma noktası arasında seyretmiştir. Yapılan kısıntı seviyesine göre topraktaki nem miktarı azalmıştır. Sulamadan önce toprak nem içeriği M_{20} konusunda neredeyse solma noktasına kadar düşmüştür. Silajlık mısır için denemenin ikinci yılında sulamadan sonra toprak nem değerleri tüm konularda mevcut nemin (MN) %50'sinin tüketildiği sınır ile tarla kapasitesi aralığında çıkmıştır. Yapılan sulamalardan sonra tüm konuların toprak nem içeriğinde artış görülmüştür.

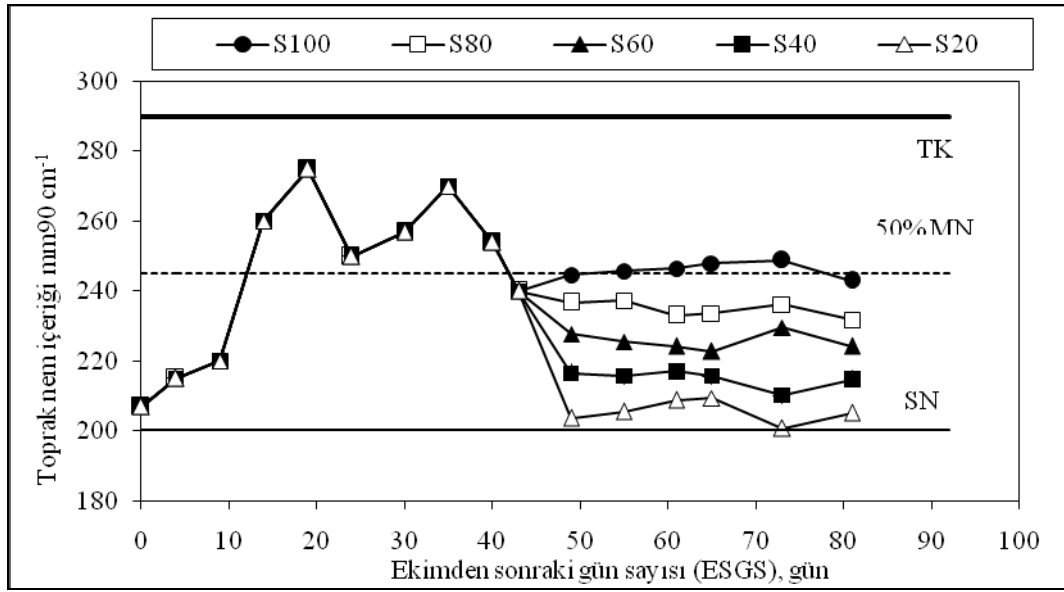


Şekil 3.9. 2019 yılı silajlık mısır bitkisine ait sulamadan önce toprak nem grafiği



Şekil 3.10. 2019 yılı silajlık mısır bitkisine ait sulamadan sonra toprak nem grafiği

Benzer durum aynı araziye ekilen silajlık sorgum bitkisinde de görülmüştür. Denemenin birinci yılında sulamadan önce toprak nem değerleri S₁₀₀ konusunda mevcut nemin (MN) %50'sinin tüketildiği sınır ile tarla kapasitesi (TK) aralığında olmuştur. S₁₀₀ konusunun toprak nem içeriğinin mevcut nem sınırına ulaşmasıyla sulama başlatılmıştır. S₁₀₀ konusunun dışındaki konuların toprak nem içerikleri mevcut nemin (MN) %50'sinin tüketildiği sınır ile solma noktası arasında seyretmiştir. Yapılan kısıntı seviyesine göre topraktaki nem miktarı azalmıştır. Ekimden sonraki 74. Günde (6. Sulamadan önce) S₂₀ konusunda toprak nem içeriği solma noktası sınırına yaklaşmıştır. Eğilimin dışında seyreden bu durumun ölçümden kaynaklandığı düşünülmektedir.

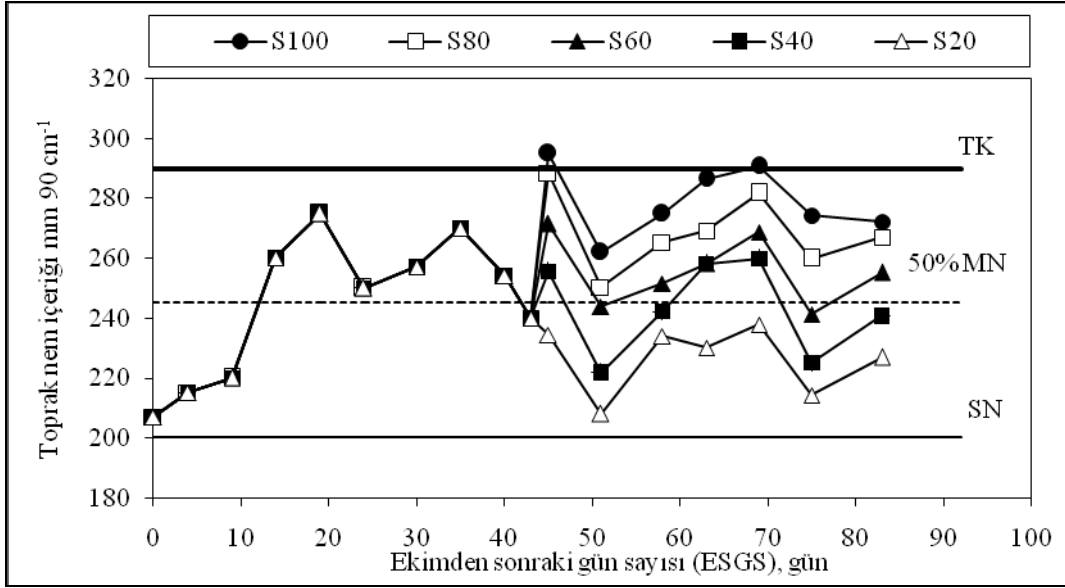


Şekil 3.11. 2018 yılı silajlık sorgum bitkisi sulamadan önce toprak nem içerikleri

Silajlık sorgum için de denemenin birinci yılında sulamadan sonra toprak nem değerleri S₁₀₀, S₈₀ ve S₆₀ konularında mevcut nemin (MN) %50'sinin tüketildiği sınır ile tarla kapasitesi aralığında çıkmıştır. Yapılan sulamalardan sonra tüm konuların toprak nem içeriğinde artış görülmüştür.

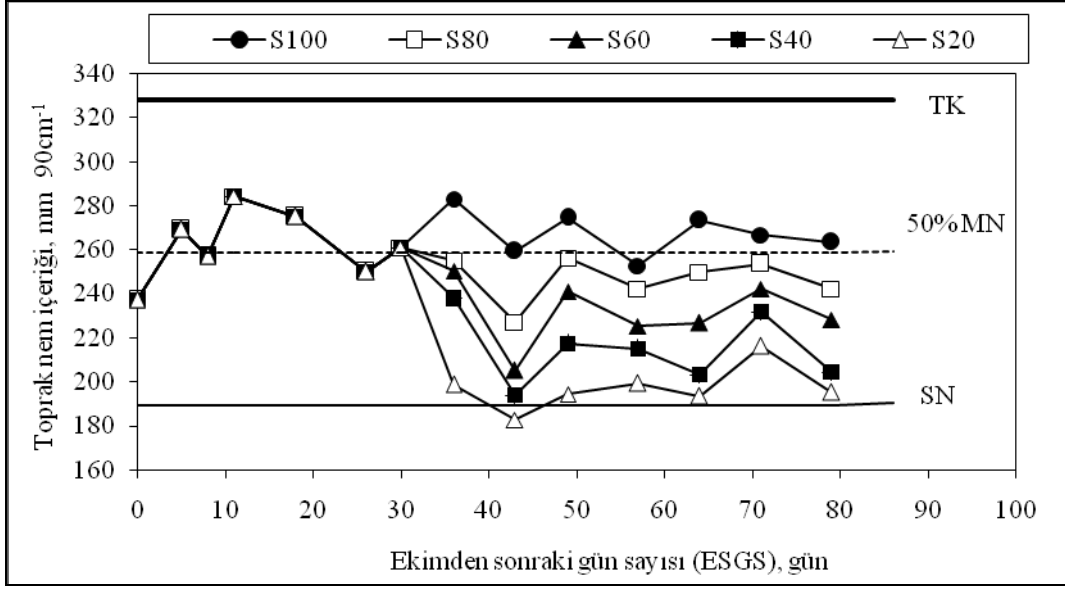
Silajlık sorgum için denemenin ikinci yılında sulamadan önceki toprak nem değerleri S₁₀₀ konusunda topraktaki mevcut nemin (MN) %50'sinin tüketildiği sınır ve tarla kapasitesi (TK) arasında olmuştur. S₁₀₀ konusunun elverişli toprak nem içeriğinin (MN) %50'sinin tüketildiği sınıra ulaşmasıyla sulama başlatılmıştır. S₁₀₀ konusunun dışındaki konuların toprak nem içerikleri mevcut nemin (MN) %50'sinin tüketildiği sınır ile solma noktası arasında seyretmiştir. Yalnızca S₂₀ konusunda 2. sulamadan sonra ölçülen toprak nem içeriğinin solma

noktasının altına düştüğü görülmüştür. Aynı dönemde ölçümün yapıldığı diğer konularda da toprak nem içeriğinde bir düşüş olduğu gözlenmiştir.

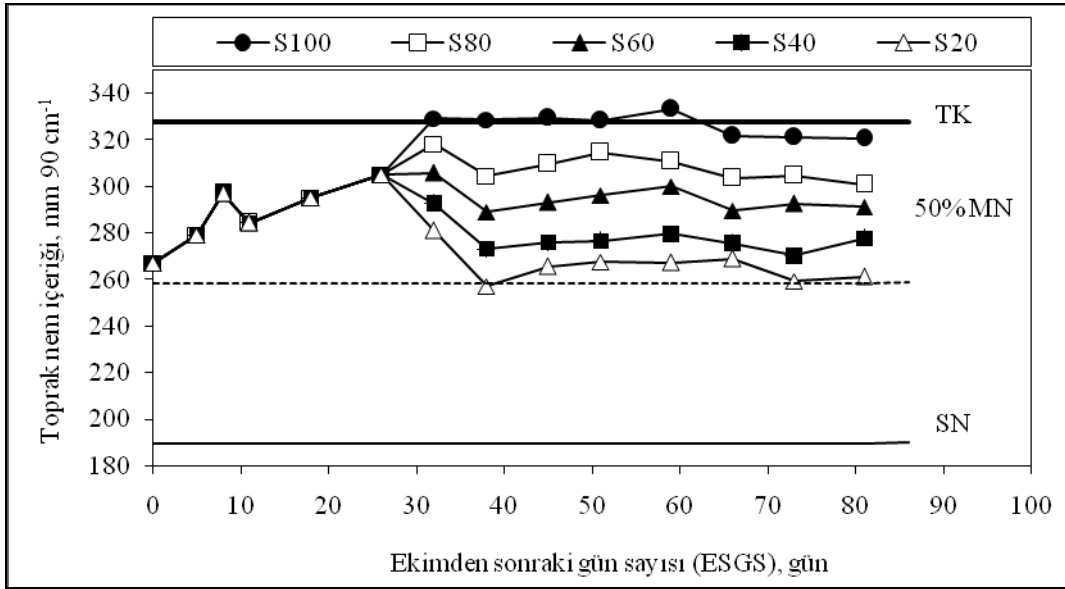


Şekil 3.12. 2018 yılı silajlık sorgum bitkisi sulamadan sonra toprak nem değerleri

Bu durumun o hafta sıcaklığın artmasından kaynaklandığı, S₂₀ konusunun bulunduğu toprakta depolanan su miktarının diğer konulara göre daha az olmasından dolayı nem içeriği eksikliğinin de fazla hissedilmesine sebep olduğunu düşündürmüştür. Benzer durum silajlık mısır bitkilerinde de görülürken silajlık sorgum bitkisinin bu durumdan daha fazla etkilendiği anlaşılmıştır. Yapılan kısıntı seviyesine göre topraktaki nem miktarı azalmıştır. Silajlık sorgum için de denemenin ikinci yılında sulamadan sonra toprak nem değerleri tüm konularda mevcut nemin (MN) %50'sinin tüketildiği sınır ile tarla kapasitesi aralığında çıkmıştır. Yapılan sulamalardan sonra tüm konuların toprak nem içeriğinde artış görülmüştür.



Şekil 3.13. 2019 yılı silajlık sorgum bitkisine ait sulamadan önce toprak nem grafiği



Şekil 3.14. 2019 yılı silajlık sorgum bitkisine ait sulamadan sonra toprak nem grafiği

3.3. Her Sulamada Verilen Sulama Suyu Miktarı

Silajlık mısır bitkisine verilen sulama suyu miktarı 2018 ve 2019 yıllarında Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3'te, Silajlık sorgum bitkisine verile sulama suyu miktarı 2018 ve 2019 yıllarında Çizelge 3.4 ve Çizelge 3.5'te verilmiştir. 2018 yılında silajlık mısır ve silajlık sorgum bitkilerinin hepsine konulu sulamalara geçmeden önce 451.05 mm su verilmiştir. 2018 yılı yetişme dönemi boyunca mısır bitkisine M₁₀₀ konusundan M₂₀ konusuna kadar sırasıyla 848.64 mm ile 530.57 mm; 2019 yılında ise 935.87 mm ile 502.49 mm aralığında su verilmiştir. 2018 yılında silajlık mısır bitkisine verilen sulama suyu miktarının en fazla olduğu

dönemler bitkinin vejetatif gelişme (1., 2. ve 3. Sulama) ve süt olum (7. Sulama) dönemine denk geldiği zamanlarda görülmüştür.

Çizelge 3.2. 2018 yılı silajlık mısıra verilen sulama suyu miktarı

Sulamalar	Verilen sulama suyu miktarı, mm				
	M ₁₀₀	M ₈₀	M ₆₀	M ₄₀	M ₂₀
Sulama öncesi	451.05				
1. sulama	69.73	55.78	41.84	27.89	13.95
2. sulama	71.44	57.15	42.86	28.57	14.29
3. sulama	52.78	42.22	31.67	21.11	10.56
4. sulama	49.54	39.63	29.72	19.81	9.91
5. sulama	46.58	37.26	27.95	18.63	9.31
6. sulama	44.95	35.96	26.97	17.98	8.99
7. sulama	62.61	50.08	37.56	25.04	12.52
Toplam	848.64	769.13	689.61	610.09	530.57

*: Konulu sulamalara geçmeden önce verilen sulama suyu miktarı

Çizelge 3.3. 2019 yılı mısıra verilen sulama suyu miktarı

Sulamalar	Verilen sulama suyu miktarı, mm				
	M ₁₀₀	M ₈₀	M ₆₀	M ₄₀	M ₂₀
Sulama öncesi*	394.15				
1. sulama	66.88	53.50	40.13	26.75	13.38
2. sulama	67.70	54.16	40.62	27.08	13.54
3. sulama	69.31	55.45	41.59	27.73	13.86
4. sulama	61.04	48.83	36.62	24.42	12.21
5. sulama	69.90	55.92	41.94	27.96	13.98
6. sulama	67.88	54.30	40.73	27.15	13.58
7. sulama	69.64	55.71	41.78	27.85	13.93
8. sulama	69.38	55.50	41.63	27.75	13.88
Toplam	935.87	827.53	719.18	610.84	502.49

*: Konulu sulamalara geçmeden önce verilen sulama suyu miktarı

2019 yılında silajlık mısır bitkisine verilen sulama suyu miktarının en fazla olduğu dönemler bitkinin vejetatif gelişme (5. Sulama) ve süt olum (8. Sulama) dönemine denk geldiği zamanlarda görülmüştür. Silajlık sorgumda da en fazla suyun verildiği dönem vejetatif dönem (5. Sulama) olarak belirlenmiştir.

Konu ile ilgili silajlık mısıra Bozkurt (2005) Adana koşullarında 756 mm, Gençel ve ark. (2009) Adana koşullarında 527.5-538 mm, Okursoy (2009) Tekirdağ koşullarında 429.44-457.41 mm, Çamoğlu ve ark. (2011) Çanakkale koşullarında 762 mm, Salemi (2011) İran koşullarında 595.8-993 mm, Simsek ve ark. (2011) Şanlıurfa koşullarında 1211 mm, Yolcu (2014) Diyarbakır koşullarında 529 mm, Çarpıcı ve ark. (2017) Bursa koşullarında 1014 mm su vermişlerdir. Silajlık sorgum bitkisine ise Hoek (2009) Kaliforniya koşullarında 637.5 mm, Klocke ve ark (2014) Kansas koşullarında 661.5 mm, Garofalo ve Rinaldi (2013) İtalya koşullarında 493 mm, Ahmed ve ark. (2017) Mısır koşullarında 550 mm, Dündar ve ark. (2019) Adana koşullarında 479.60 mm, Kaplan ve ark. (2019) Kayseri koşullarında 778.00 mm su uygulamışlardır.

2018 yılında silajlık sorgum bitkisine verilen sulama suyu miktarının en fazla olduğu dönemler bitkinin vejetatif gelişme (1., 2. ve 3. Sulama) ve süt olum (6. ve 7. Sulama) dönemine denk geldiği zamanlarda görülmüştür. 2018 yılı yetiştirme sezonu boyunca sorgum bitkisine en yüksek S₁₀₀ konusuna ve en düşük S₂₀ konusuna sırasıyla 774.03 mm ile 515.64 mm arasında su verilmiştir. 2019 yılında ise en yüksek S₁₀₀ veren düşük S₂₀ sulama suyu miktarı sırasıyla 882.65 mm ile 491.85 mm olarak uygulanmıştır.

Çizelge 3.4. 2018 yılı silajlık sorguma verilen sulama suyu miktarı

Sulamalar	Verilen sulama suyu miktarı, mm				
	S ₁₀₀	S ₈₀	S ₆₀	S ₄₀	S ₂₀
Sulama öncesi*			451.05		
1. sulama	45.27	36.21	27.16	18.11	9.05
2. sulama	44.23	35.38	26.54	17.69	8.84
3. sulama	43.41	34.72	26.04	17.36	8.68
4. sulama	41.90	33.52	25.14	16.76	8.38
5. sulama	41.07	32.85	24.64	16.43	8.21
6. sulama	46.95	37.56	28.17	18.78	9.39
7. sulama	60.15	48.12	36.09	24.06	12.03
Toplam	774.03	709.41	644.82	580.23	515.64

*:Konulu sulamalara geçmeden önce verilen su miktarı

Yapılan daha önceki çalışmalarda sorgum bitkisine O'Shaughnessy ve ark. (2011) Texas koşullarında 58 ile 324 mm, Garofalo ve Rinaldi (2013) İtalya koşullarında 230.33 ile 493 mm, Liu ve ark. (2013) Kansas koşullarında 76.2 ile 304.8 mm, Dündar ve ark. (2019)

Adana koşullarında 227.8 ile 479.60 mm, Kaplan ve ark. (2019) Kayseri koşullarında 391.5 ile 778 mm olarak bulmuşlardır.

Çizelge 3.5. 2019 yılı silajlık sorguma verilen sulama suyu miktarı

Sulamalar	Verilen sulama suyu miktarı, mm				
	S ₁₀₀	S ₈₀	S ₆₀	S ₄₀	S ₂₀
Sulama öncesi*	394.15				
1. sulama	66.88	53.50	40.13	26.75	13.38
2. sulama	44.89	35.91	26.93	17.96	8.98
3. sulama	68.42	54.74	41.05	27.37	13.68
4. sulama	53.33	42.66	32.00	21.33	10.67
5. sulama	75.27	60.22	45.16	30.11	15.05
6. sulama	54.35	43.48	32.61	21.74	10.87
7. sulama	60.99	48.79	36.59	24.40	12.20
8. sulama	64.36	51.49	38.62	25.74	12.87
Toplam	882.65	784.95	687.25	589.55	491.85

*:Konulu sulamalara geçmeden önc verilen su miktarı

Her iki bitkiye denemenin 2018 yılında 7, 2019 yılında ise 8 sulama yapılmıştır. 2019 yılında bitkilere verilen sulama suyu miktarlarının 2018 yılına göre daha fazla olması 2019 yılının oransal nem değerlerinin 2018 yılına oranla daha düşük olmasının yanı sıra dönem boyunca yağış değerinin yok denecek kadar az olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Yukarıda bahsedilen araştırmacıların bitkilere verdikleri sulama suyu miktarları denemeden elde edilen sulama suyu miktarlarından nispeten az çıkmıştır. Ortaya çıkan bu farklılığın bölgelere göre değişen iklim koşulları, kullanılan bitki çeşitleri, toprak özellikleri, ve ekimde uygulanan sulama suyunun bitki yetişme dönemi boyunca uygulanan toplam sulama suyuna dahil edilip-edilmemesi gibi durumlara dayandırılabilir.

3.4. Bitki Su Tüketimi

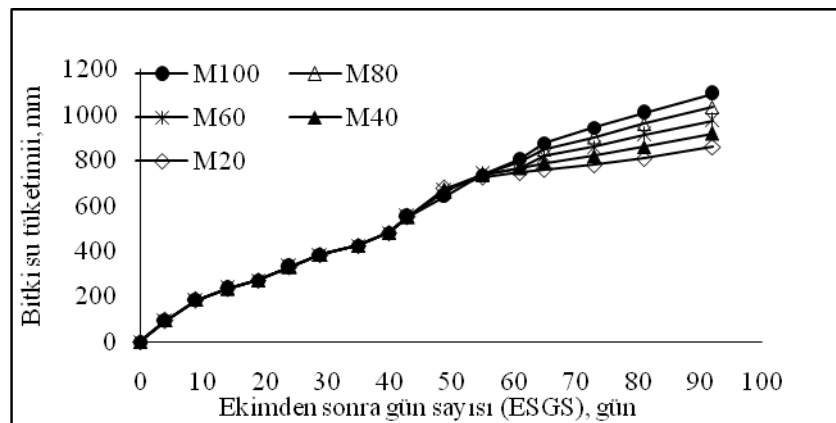
Yetiştirme sezonu boyunca konulardan elde edilen bitki su tüketimi değerleri Çizelge 3.6, Çizelge 3.7, Çizelge 3.8, Çizelge 3.9; grafikler ise Şekil 3.15, Şekil 3.16, Şekil 3.17 ve Şekil 3.18'de verilmiştir. Denemenin yürütüldüğü 2018 yılında en yüksek bitki su tüketimi silajlık mısırdaki M₁₀₀ konusunda 1092 mm olarak çıkarken en düşük 859 mm ile M₂₀ konusu

çıkıştır. Diğer konulardan elde edilen bitki su tüketimi değerleri M_{100} ve M_{20} arasında uygulanan sulama suyu oranı ile uyumlu olarak azalmıştır.

Çizelge 3.6. 2018 yılı mısır bitkisi bitki su tüketim değerleri

Bitki su tüketimi, mm					
Sulamalar	M_{100}	M_{80}	M_{60}	M_{40}	M_{20}
	0	0	0	0	0
	95	95	95	95	95
	186	186	186	186	186
	236	236	236	236	236
	271	271	271	271	271
	332	332	332	332	332
	385	385	385	385	385
	425	425	425	425	425
	481	481	481	481	481
	552	552	552	552	552
1. sulama	642	661	671	674	677
2. sulama	734	739	738	734	727
3. sulama	807	791	767	765	747
4. sulama	877	847	819	787	760
5. sulama	944	902	860	821	780
6. sulama	1009	960	911	860	810
7. sulama	1092	1035	975	918	859

*:Konulu sulamalara geçmeden önceki bitki su tüketimi



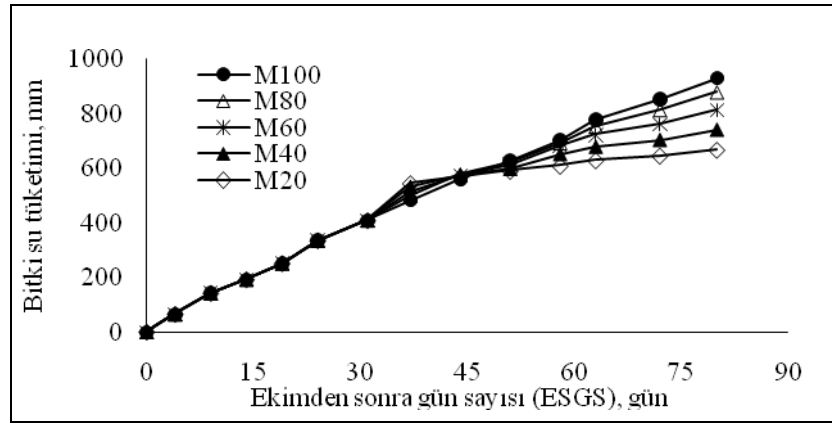
Şekil 3.15. 2018 yılı mısır bitkisi bitki su tüketimi grafiği

Denemenin yürütüldüğü 2019 yılında en yüksek bitki su tüketimi silajlık mısırdaki M₁₀₀ konusunda 928 mm olarak görülürken, en düşük 667 mm ile M₂₀ konusu olmuştur. Diğer konulardan elde edilen bitki su tüketimi değerleri M₁₀₀ ile M₂₀ arasında azalmıştır.

Çizelge 3.7. 2019 yılı mısır bitkisi bitki su tüketim değerleri

Sulamalar	Bitki su tüketimi, mm				
	M ₁₀₀	M ₈₀	M ₆₀	M ₄₀	M ₂₀
	0	0	0	0	0
Sulama öncesi*	65	65	65	65	65
	142	142	142	142	142
	192	192	192	192	192
	251	251	251	251	251
	335	335	335	335	335
	409	409	409	409	409
1. sulama	409	409	409	409	409
2. sulama	483	500	512	531	545
3. sulama	559	576	572	575	569
4. sulama	626	619	613	596	590
5. sulama	702	693	681	651	609
6. sulama	777	754	722	677	629
7. sulama	853	814	761	702	646
8. sulama	928	879	813	739	667

*: Konulu sulamalara geçmeden önceki bitki su tüketimi



Şekil 3.16. 2019 yılı mısır bitkisi bitki su tüketimi grafiği

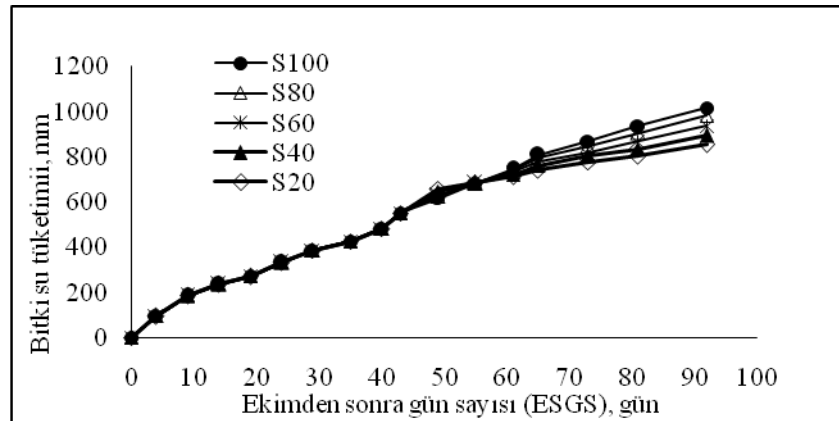
Yapılan daha önceki çalışmalarda, mısır bitki su tüketimini Çetin (1996) Şanlıurfa koşullarında 1337 mm, Karam ve ark. (2003) Lübnan koşullarında 936 mm, Bozkurt (2005) Adana koşullarında 758 mm, Farré ve Faci (2006) İspanya koşullarında 578 mm, Arıtürk (2008) Tekirdağ koşullarında 506 mm; Gökçel (2008) Adana koşullarında 677 mm, Klocke ve ark (2009) Kansas koşullarında 647 mm, Okursoy (2009) Tekirdağ koşullarında 466,94 mm;

Kara (2011) Konya koşullarında 781 mm, Hao ve ark. (2018) İspanya koşullarında 670 mm olarak bulmuştur.

Çizelge 3.8. 2018 yılı sorgum bitkisi bitki su tüketim değerleri

Sulamalar	Bitki su tüketimi, mm				
	S ₁₀₀	S ₈₀	S ₆₀	S ₄₀	S ₂₀
	0	0	0	0	0
Sulama öncesi	95	95	95	95	95
	186	186	186	186	186
	236	236	236	236	236
	271	271	271	271	271
	332	332	332	332	332
	385	385	385	385	385
	425	425	425	425	425
	481	481	481	481	481
	552	552	552	552	552
	1. sulama	617	625	634	646
2. sulama	682	681	684	685	686
3. sulama	746	741	732	722	712
4. sulama	808	796	780	761	740
5. sulama	870	847	819	803	778
6. sulama	937	905	869	836	802
7. sulama	1017	982	937	895	856

*: konulu sulamalara geçmeden önceki bitki su tüketimi



Şekil 3.17. 2018 yılı sorgum bitkisi bitki su tüketimi grafiği

2018 yılında bitki su tüketim değerleri silajlık sorgum bitkisinde en yüksek S₁₀₀ konusunda 1017 mm olarak hesaplanırken, en düşük S₂₀ konusunda 856 mm olarak

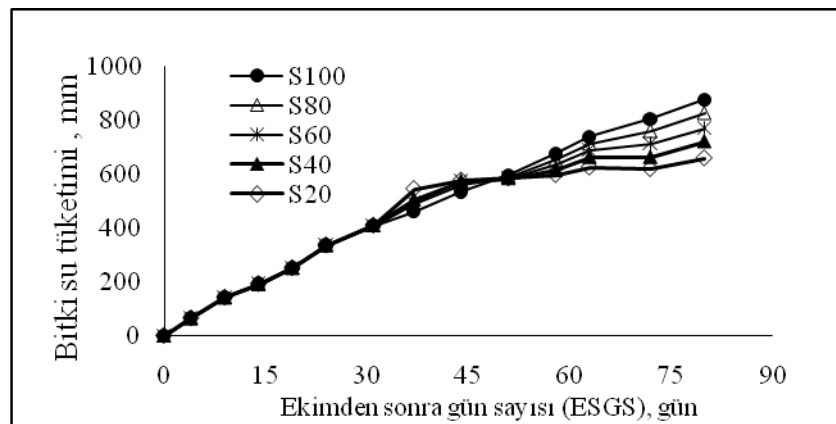
hesaplanmıştır. Diğer konulardan elde edilen bitki su tüketimi değerleri S_{100} ile S_{20} konularında meydana gelen su tüketimleri değerleri arasında azalma eğilimi göstermiştir.

2019 yılında silajlık sorgum bitki su tüketim değeri en yüksek S_{100} konusunda 875 mm olarak elde edilirken, en düşük S_{20} konusunda 658 mm olarak elde edilmiştir. Diğer konulardan elde edilen bitki su tüketimi değerleri S_{100} ile S_{20} konularında meydana gelen su tüketimleri arasında azalmıştır.

Çizelge 3.9. 2019 yılı sorgum bitkisi bitki su tüketim değerleri

Sulamalar	Bitki su tüketimi, mm				
	S_{100}	S_{80}	S_{60}	S_{40}	S_{20}
	0	0	0	0	0
Sulama öncesi*	65	65	65	65	65
	142	142	142	142	142
	192	192	192	192	192
	251	251	251	251	251
	335	335	335	335	335
1. sulama	409	409	409	409	409
2. sulama	460	488	493	505	544
3. sulama	535	558	571	573	576
4. sulama	595	590	583	584	584
5. sulama	676	653	637	614	596
6. sulama	737	712	687	662	623
7. sulama	804	758	710	662	618
8. sulama	875	825	767	720	658

*: Konulu sulamalara geçmeden önceki bitki su tüketimi değerleri



Şekil 3.18. 2019 yılı sorgum bitkisi bitki su tüketimi grafiği

Yapılan önceki çalışmalarda silajlık sorgum bitkisini ise Tyagi ve ark. (2000) Hindisatan koşullarında 495 mm, Farré ve Faci (2006) İspanya koşullarında 588 mm, Klocke ve ark (2009) Kansas koşullarında 794 mm, Guoyan ve ark. (2011) Çin koşullarında 850 mm, Araya ve ark. (2016) Kansas koşullarında 587 mm, Kaplan ve ark. (2019) Kayseri koşullarında 890,5 mm olarak bulmuşlardır.

Kısıntının olmadığı konuda su tüketimi en fazla olurken kısıntılı sulama konularında uygulanan sulama suyu miktarına bağlı olarak bitki su tüketim değerleri azalmıştır. Kısıntı yapılan konularda bitki topraktan gerektiği kadar su alamadığından ortamın sıcaklık, nem gibi iklim şartlarına verdiği tepki yetersiz kalmıştır. Bu nedenle, bitki su tüketim değerleri düşmüştür.

Denemenin her iki yılında da bitki su tüketim değerleri, silajlık sorgum bitkisinde silajlık mısır bitkisine oranla daha düşük bulunmuştur. Bu durumu Farré ve ark. (2006)sorgum bitkisinin daha derin toprak katmanlarındaki suyu ekstrakte edebilme yeteneğinin mısıra göre daha fazla olmasına, Bean ve ark. (2012) ise sorgumun mısırdan daha az su gerektirdiğine, daha fazla kuraklık ve ısıya dayanıklı olmasına dayandırmıştır.

3.5. Yeşil Ot Verimi

Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin verim değerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3.10, farklı sulama seviyeleri arasındaki ortalama verim değerleri ve ortalamalar arasındaki farka göre oluşan Duncan grupları ise Çizelge 3.11’de verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre yıllar, bitki türleri ve sulama seviyeleri arasındaki farklılık %1 olasılık düzeyinde önemli çıkmıştır.

Çizelge 3.10. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin sulama seviyelerindeki verim değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	1	45928890.40	60.05**
Tür	1	8843689.34	11.56**
Seviye	4	22399718.62	29.29**
Yıl*Tür	1	371366.46	0.49
Yıl*Seviye	4	218654.86	0.29
Tür*Seviye	4	1327771.13	1.74
Yıl*Tür*Seviye	4	399282.72	0.52
Hata	36	764826.2	

** : P<0.01 düzeyinde önemli

Yıllara göre yeşil ot verimleri arasında iki grup oluşmuştur. 2018 yılı ortalama yeşil ot verimi 5888 kg da⁻¹ çıkarken 2019 yılında 4130.2 kg da⁻¹ çıkmıştır. Denemenin ikinci yılında verimin birinci yıla göre düşük çıkmasının nedeninin 2018 yılında bitki büyüme mevsimi boyunca düşen yağış miktarı, rüzgar hızı ve oransal nemin 2019 yılına göre daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Oransal nemin azalması, bitkilerin yaprakları aracılığıyla kaybedilen su miktarını artırdığından bitkide büyüme ve gelişmeyi yavaşlatmakta, rüzgar hızının düşük olması ise bitkilerde tozlaşmayı engellediğinden verimi düşürebilmektedir (Poudel, 2013; Asar ve ark., 2008). Bu durum 2019 yılında Kahramanmaraş ilinde mısır ve sorgum yetiştiriciliği dışında birçok bitkide de görülmüştür.

Sulama seviyelerine göre 2018 yılında üç grup (%100 birinci grup, %80, %60 ikinci grup, %40 ve %20 üçüncü grup) oluşmuştur. Her iki bitki ortalaması için en yüksek verim %100 sulanan konuda 7734.4 kg da⁻¹ çıkarken, en düşük verim %20 sulanan konuda 4196 kg da⁻¹ çıkmıştır. 2019 yılında ise beş grup (%100 birinci grup, %80 ikinci grup %60 üçüncü grup, %40 dördüncü grup ve %20 beşinci grup) oluşmuştur. En yüksek verim %100 sulanan konudan 5671.1 kg da⁻¹ olarak elde edilirken, en düşük verim %20 sulanan konudan 2401.1 kg da⁻¹ olarak elde edilmiştir. İki yıllık ortalama sonuçlarına göre üç grup (%100 birinci grup, %80, %60 ikinci grup, %40 ve %20 üçüncü grup) oluşmuştur. En yüksek verim %100 sulanan konuda 6702.8 kg da⁻¹ olarak belirlenirken, en düşük verim %20 sulanan konuda 3301.7 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre %100 sulanan konulardan en fazla verimin elde edildiği, sulamada yapılan kısıntının verimde de düşüşe neden olduğu anlaşılmıştır.

Bitki türlerine göre 2018, 2019 ve iki yıllık ortalama sonuçları iki grup oluşturmuştur. Her iki yılda ve yılların ortalamasında mısır bitkisi sorgum bitkisinden yüksek çıkmıştır. 2018 yılında mısır verimi 6342.60 kg da⁻¹ çıkarken sorgum 5880 kg da⁻¹ çıkmıştır. 2019 yılında mısırdaki mısır verimi 4435.50 kg da⁻¹ çıkarken sorgum 3825 kg da⁻¹ çıkmıştır. Bu durum iki yıllık ortalama değerler göz önüne alındığında mısırdaki 5389 kg da⁻¹ çıkan verim değeri sorgumda 4621.2 kg da⁻¹ çıkmıştır. Bu durumda, silajlık mısır bitkisinden sorgum bitkisine göre daha fazla verim elde edildiği görülmüştür. Ancak 2019 yılı ve her iki yılın ortalama verim değerleri incelendiğinde %40 ve %20 sulama yapılan konuda, %100 sulama yapılan konuya göre mısır bitkisi sırasıyla %49 ile %46'lık azalış gösterirken sorgum bitkisi %33'lük azalma göstermiştir. Benzer şekilde %20 sulanan konuda mısır bitkisinde %66 ile %54'lük azalış görülürken sorgum bitkisinde %45-%46'lık azalış olmuştur. Bu durum sorgum bitkisinin %60 ve daha fazla su kısıntının olduğu durumlarda verim potansiyelini mısır bitkisine kıyasla daha iyi koruduğunu göstermiştir.

Çizelge 3.11. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin farklı sulama seviyeleri arasındaki ortalama verim değerleri ve ortalamalar arasındaki farka göre oluşan Duncan grupları

Sulama seviyeleri	2018			2019			2 yılın ortalaması		
	Mısır	Sorgum	Ort	Mısır	Sorgum	Ort	Mısır	Sorgum	Ort
%100	8431.71	7037.14	7734.40 ^a	6301.20	5040.97	5671.10 ^a	7366.45	6039.05	6702.8 ^a
%80	7083.06	6023.31	6553.20 ^b	5648.30	4379.87	5014.10 ^{ab}	6365.68	5201.59	5783.6 ^b
%60	6810.28	5615.62	62.13.00 ^b	4930.84	3613.67	4272.30 ^{bc}	5870.56	4614.64	5242.6 ^b
%40	4722.99	4683.76	4703.40 ^c	3213.74	3359.28	3286.50 ^{cd}	3968.37	4021.52	3994.9 ^c
%20	4665.14	3727.42	4196.30 ^c	2083.19	2731.01	2407.10 ^d	3374.17	3229.22	3301.7 ^c
Ort	6342.60 ^a	5417.50 ^b	5880.0 ^a	4435.50 ^a	3825.00 ^b	4130.2 ^b	5389 ^a	4621.2 ^b	

Silajlık mısır için yapılan daha önceki çalışmalarda verim değerlerini Demirhan (2007) 5378 kg da⁻¹; Arıtürk (2008) 9291 ile 9896 kg da⁻¹ arasında; Geren ve Kavut (2008) 9133 kg da⁻¹; Atçeken (2010) 6397.21 ile 8776.02 kg da⁻¹ arasında; Çamoğlu ve ark. (2011) 443 ile 4562 kg da⁻¹ arasında; Mostafa ve Derbala (2013) 930 ile 2576 kg da⁻¹ arasında; Jahansouz ve ark. (2014) 4611 ile 5938 kg da⁻¹ arasında; Yolcu (2014) 5393 ile 8960 kg da⁻¹ arasında; Kuşvuran ve ark. (2015) 9815 kg da⁻¹ ve Kaplan ve ark (2016) 6100 ile 7520 kg da⁻¹ arasında bulmuşlardır.

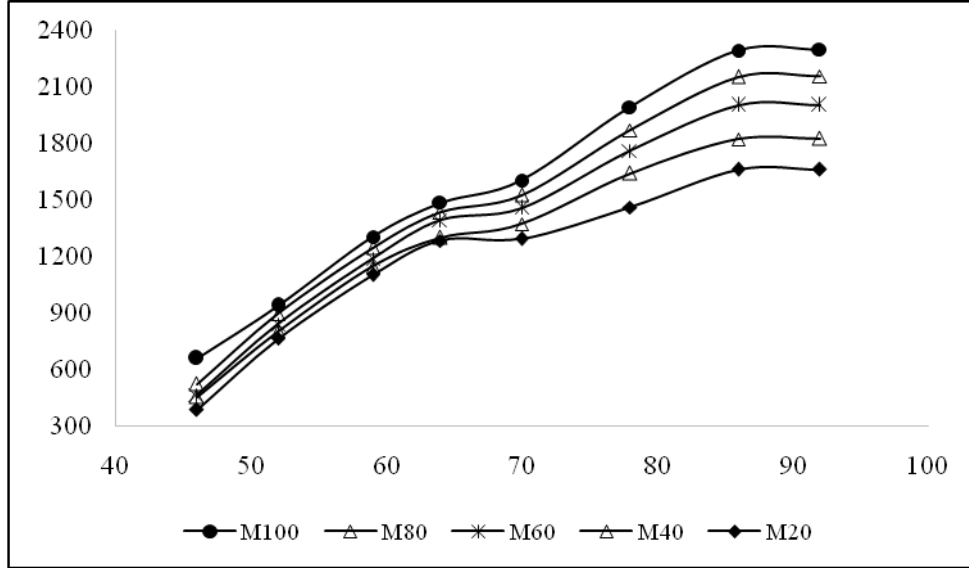
Silajlık sorgum için yapılan daha önceki çalışmalarda verim değerlerini ise Gül ve Başbağ (2005) 5001.3 kg da⁻¹; Güneş ve Acar (2005) 6483.7 ile 7671.2 kg da⁻¹ arasında; Demirhan (2007) 6160 kg da⁻¹; Karadağ ve Özkurt (2013) 2128.2 ile 4764.3 kg da⁻¹ arasında; Özkurt (2013) 2050.4 ile 3019.1 kg da⁻¹ arasında; Saghafi ve ark., (2013) 9249 ile 2396 kg da⁻¹ arasında; Hussein ve Alva. (2014) 8170 ile 9470 kg da⁻¹ arasında; Jahansouz ve ark. (2014) 3811 ile 4543 kg da⁻¹ arasında; Nejad ve ark. (2014) 3355 ile 5457 kg da⁻¹ arasında; Kisekka ve ark. (2016) 4350 ile 6150 kg da⁻¹ arasında ve; Dünder ve ark. (2019) 555,5 ile 1111,7 kg da⁻¹ arasında bulmuşlardır.

Çalışmadan elde edilen verim değerleri önceki çalışmaların çoğunluğu ile benzerlik gösterirken, bazı çalışmalar arasında ise farklılıklar olduğu görülmüştür. Çalışmalar arasında farklılık çıkmasının nedeninin bitkilerin yetiştiği iklim, toprak ve çeşit özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

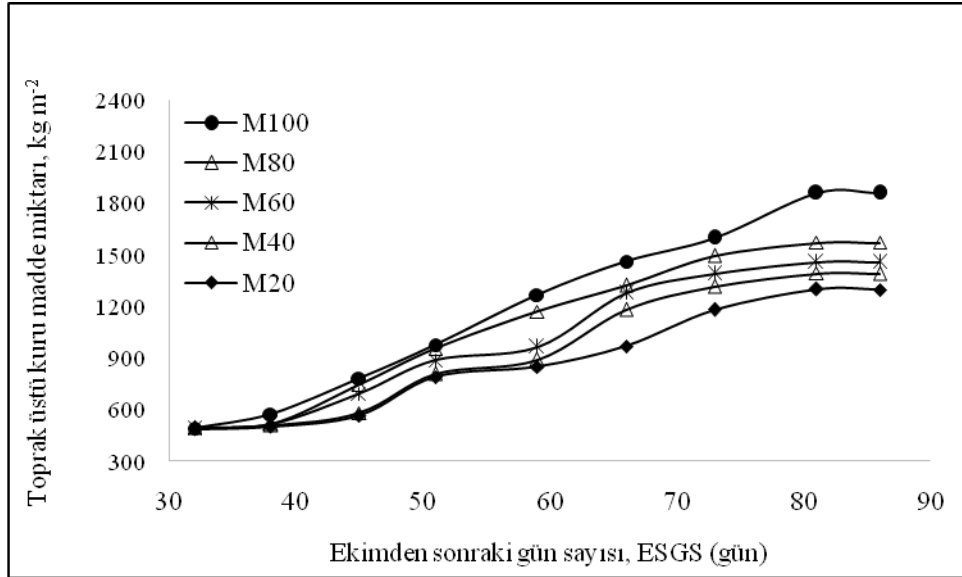
3.6. Toprak Üstü Kuru Madde Verimi (Biyomas)

Toprak üstü kuru madde miktarı (biyomas) her iki yıl için ayrı ayrı hesaplanmış ve Şekil 3.19, Şekil 3.20, Şekil 3.21, Şekil 3.22'de verilmiştir. Denemenin yürütüldüğü 2018 yılında en yüksek toprak üstü kuru madde miktarı silajlık mısırdaki M₁₀₀ konusunda 2300 kg da⁻¹ çıkarken en düşük 1663 kg da⁻¹ ile M₂₀ konusu çıkmıştır. Diğer konulardan elde edilen

sonuçlar M₁₀₀ ve M₂₀ arasında azalmıştır. 2019 yılında da en yüksek toprak üstü kuru madde miktarı silajlık mısırdaki M₁₀₀ konusunda 1860 kg da⁻¹ çıkarken en düşük 1298 kg da⁻¹ ile M₂₀ konusu çıkmıştır.



Şekil 3.19. 2018 yılı silajlık mısır bitkisi toprak üstü kuru madde miktarı grafiği

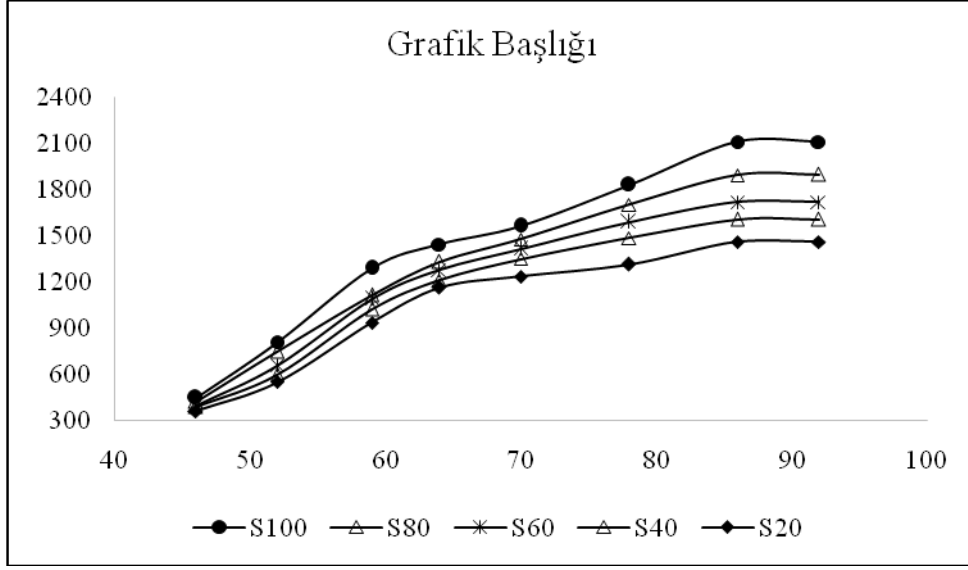


Şekil 3.20. 2019 yılı silajlık mısır bitkisi toprak üstü kuru madde miktarı grafiği

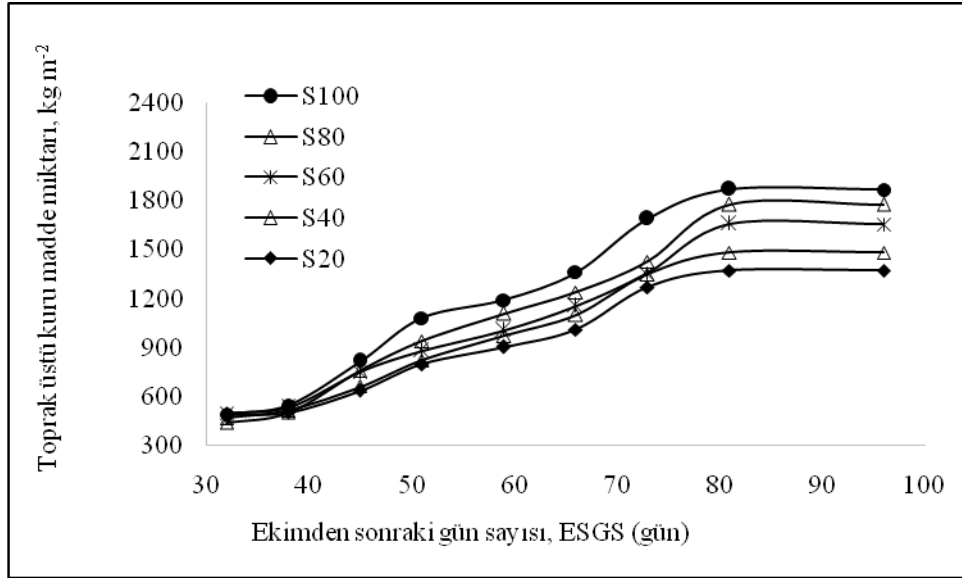
Silajlık mısır için Erdal ve ark. (2009) 1878-2922 kg da⁻¹, Karayiğit (2005) 2472 kg da⁻¹, Küçük (2009) 1374.71 kg da⁻¹-2152.67 kg da⁻¹, Olgun (2011) 2434-2711 kg da⁻¹, Balmuk (2012) 1242.7-1725.9 kg da⁻¹, Sarıyerli ve Soylu (2016) 1699.402712.56 kg da⁻¹ olarak bulmuşlardır.

Silajlık sorgumda 2018 yılında elde edilen toprak üstü kuru madde miktarı en yüksek S₁₀₀ konusunda 2108 kg da⁻¹ olarak bulunurken en düşük S₂₀ konusunda 1458 kg da⁻¹ olarak

bulunmuştur. 2019 yılında ise en yüksek S₁₀₀ konusunda 1868 kg da⁻¹, en düşük ise S₂₀ konusunda 11371 kg da⁻¹ olarak çıkmıştır.



Şekil 3.21. 2018 yılı silajlık sorgum bitkisi toprak üstü kuru madde miktarı grafiği



Şekil 3.22. 2019 yılı silajlık sorgum bitkisi toprak üstü kuru madde miktarı grafiği

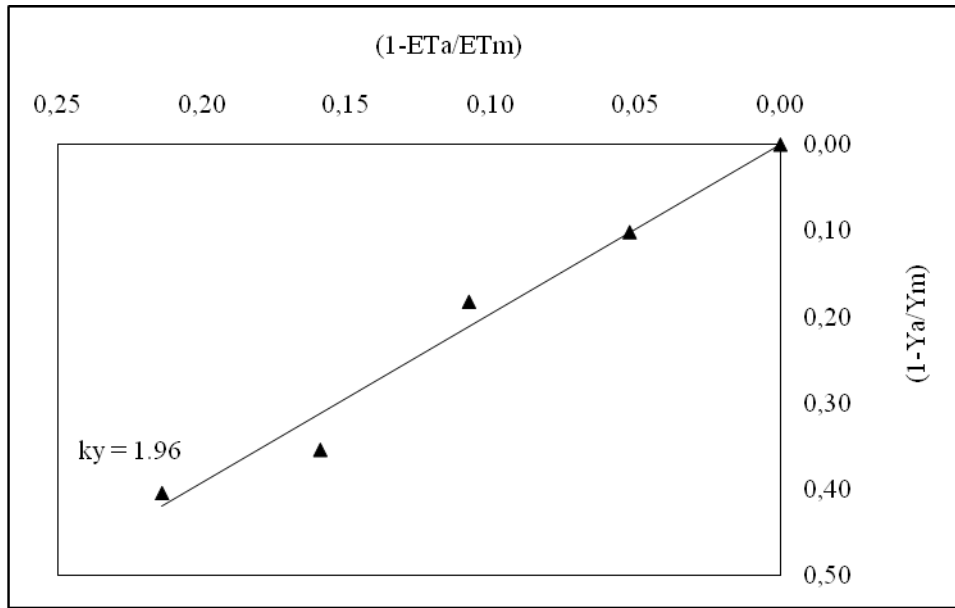
Sorgum için toprak üstü kuru madde miktarını Çakmakçı ve ark. (1999) 1141.4-2588.7 kg da⁻¹, Salman ve Budak, (2015) 2988.9-4088.4 kg da⁻¹ olarak bulmuşlardır. Elde edilen sonuçlar mısır ve sorgum bitkileri ile ilgili yapılan diğer sonuçlarla benzerlik göstermemektedir.

Her iki bitki göz önün ealındığında en yüksek toprak üstü kuru madde miktarına mısır bitkisinin sahip olduğu amlaşmıştır. 2019 yılında her iki bitkinin toprak üstü kuru made miktarında düşüş görülmüştür. Bu durumun nedeninin 2019 yılında gece gündüz sıcaklık farkının fazla olmasına ve nispi nemin bir önceki yıla göre daha düşük olmasına bağlanmıştır.

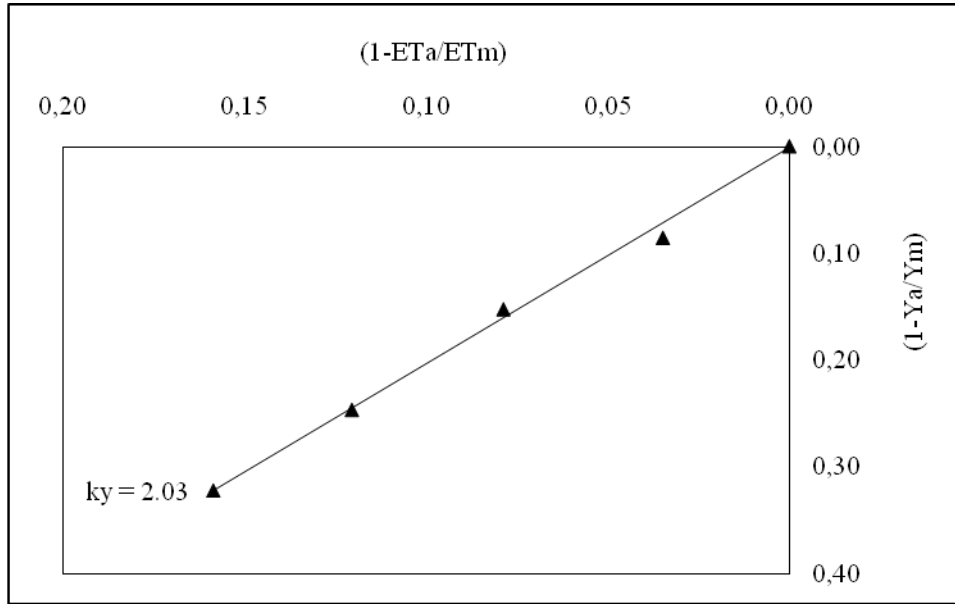
3.7. Bitki Verim-Tepki Etmeni

Bitki su tüketimi ile yeşil ot verimi arasındaki ilişkiyi belirlemek için bitki su tüketimi açığı ile yeşil ot veriminde meydana gelen azalma ilişkisinin belirlenmesi gerekir (Stegman, 1986). Bitki-verim tepki elementini belirleyebilmek için de bitki su tüketimi açığı ve verim azalması değerleri ilişkilendirilmiştir. Doorenbos ve Kassam (1979) ky değeri 1'den küçükse verim kaybının bitki su tüketimi eksikliğinden daha az önemli olduğunu, ky değerinin 1'den büyük olmasını verim kaybının bitki su tüketimi açığından daha önemli olduğunu, ky 'nin 1'e eşit olmasını ise verim kaybının bitki su tüketimi açıklığına denk olduğunu bildirmişlerdir.

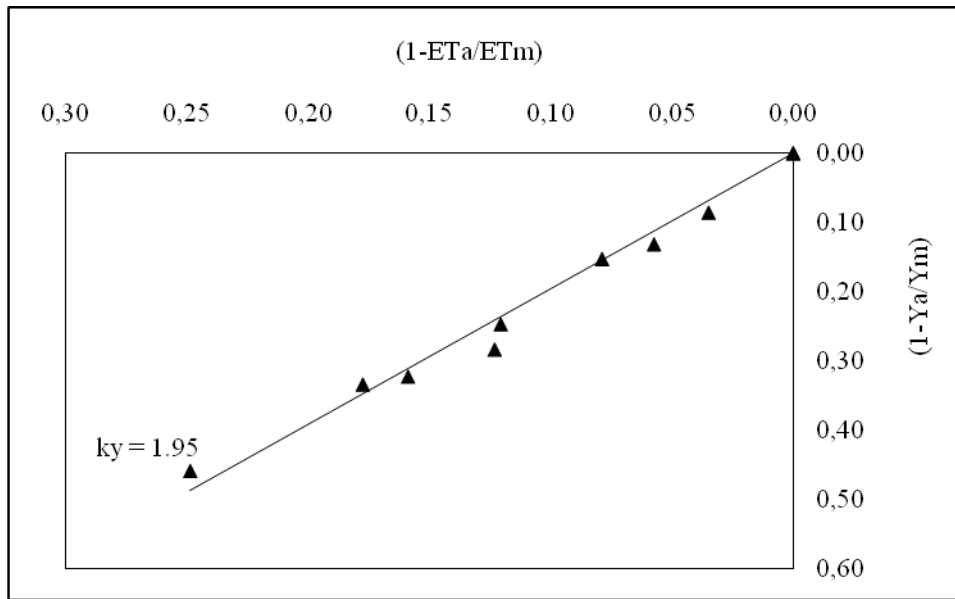
Bitki su tüketimi ve yeşil ot verimi değerleri her iki yıl için de ayrı ayrı hesaplanmış, Şekil 3.19, Şekil 3.20, Şekil 3.21, Şekil 3.22, Şekil 3.23, Şekil 3.24,'te sırasıyla 2018 ve 2019 yılları silajlık mısır ve sorgum bitkisi bitki-verim tepki etmeni (ky) ve 2 yıllık ortalama değerlere ait grafikler verilmiştir.



Şekil 3.23. 2018 yılı silajlık mısır bitki-verim tepki etmeni



Şekil 3.24. 2019 yılı silajlık mısır bitki-verim tepki etmeni



Şekil 3. 25. 2018- 2019 yılı ortalama silajlık mısır bitki-verim tepki etmeni

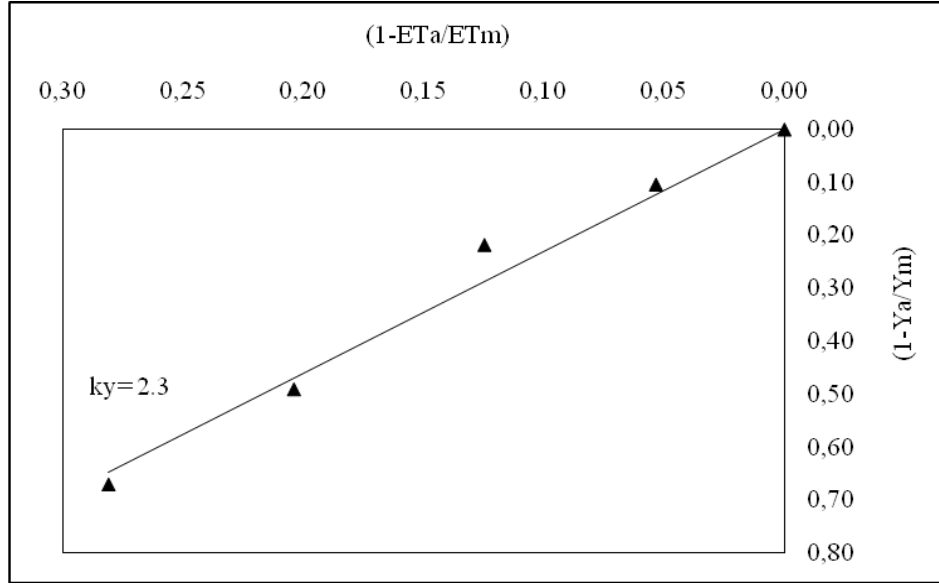
Denemenin yürütüldüğü her iki yılda da silajlık mısır ve sorgum bitkileri toplam yetiştirme mevsimi boyunca tüketilen su ile yeşil ot verimleri arasında doğrusal bir ilişki görülmüştür. 2018 yılında silajlık mısır ky değeri 1.96 çıkarken 2019 yılında 2.03 çıkmıştır. Her iki yılın ortalama ky değeri ise 1.95 olarak bulunmuştur.

Yapılan daha önceki çalışmalarda silajlık mısır ky değerini Doorenbos and Kassam (1979) 1.25; Sezgin ve ark (1998) 1,39; Yıldırım ve Kodal (1998) 0,96; Gençel (2009) 1.13;Çakır (2004) 1,36; Dağdelen ve ark. (2006) 1,04; Kaman (2007) 1,78; Arıtürk (2008)

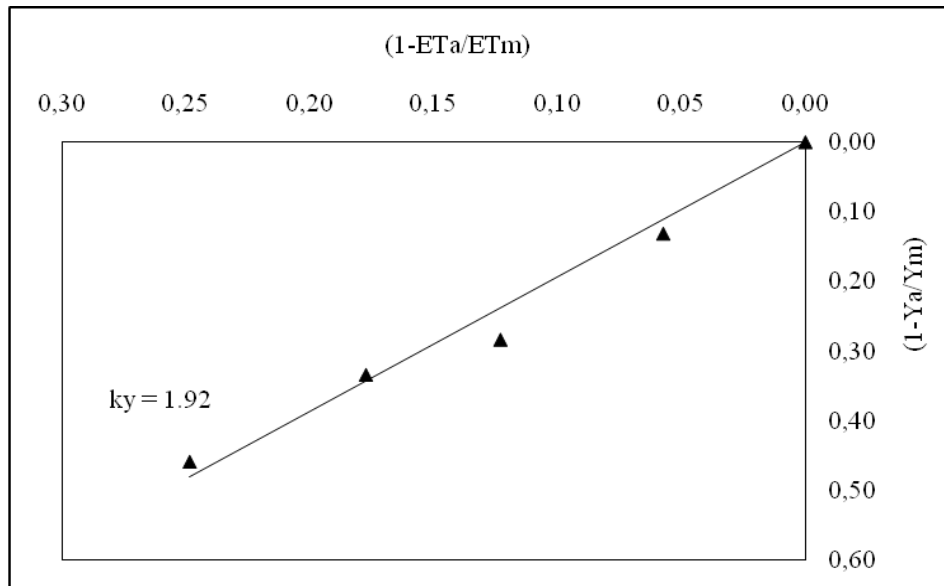
1,76; Gökçel (2008) 1,08; Igbadun ve ark. (2008) 2.36; Kızıloğlu ve ark. (2009) 1,51; Payero ve ark. (2008) 1.58; Simsek ve ark. (2011) 1,13; Bouazzama ve ark. (2012) 1.12; Djaman ve ark. (2013) 2,85; Gheysari (2017) 1,62 olarak bulmuşlardır.

2018 yılı silajlık sorgum k_y değeri 2,3 çıkarken 2019 yılında 1,92 çıkmıştır. Her iki yılın ortalama k_y değeri ise 2.17 olarak bulunmuştur.

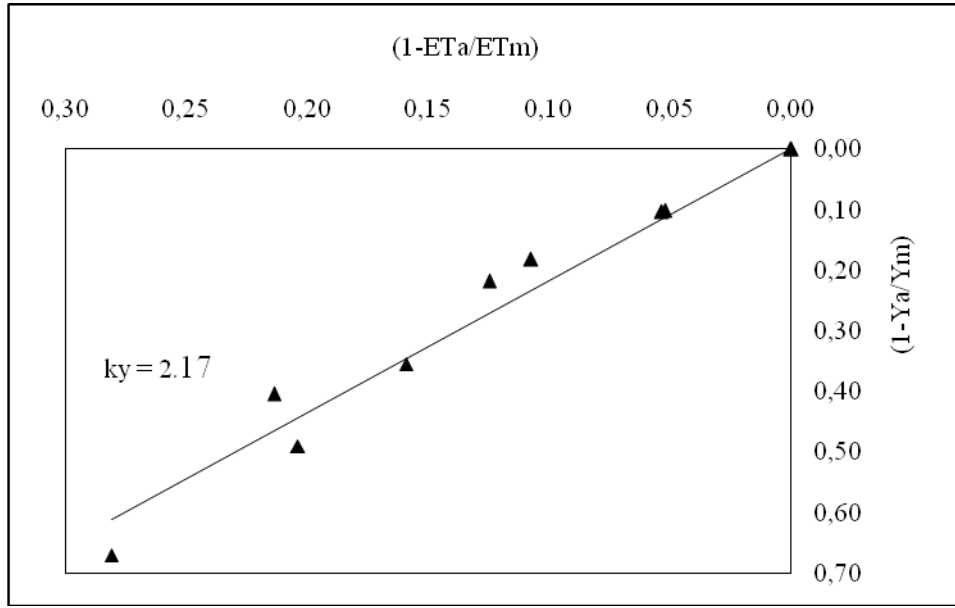
Yapılan daha önceki çalışmalarda silajlık sorgum Kanemasu (1976) 0.9; Perniola ve ark. (1992) 0.9; Curt ve ark. (1995) 0.96; Farré ve ark. (2006) 1.79; Sher ve ark. (2013) 2.30; Dünder ve ark. (2019) 1.17; Kaplan ve ark. (2019) 0.55 olarak bulmuşlardır.



Şekil 3.26. 2018 yılı silajlık sorgum bitki-verim tepki etmeni



Şekil 3.27. 2019 yılı silajlık sorgum bitki-verim tepki etmeni



Şekil 3.28. 2018- 2019 yılı ortalama silajlık sorgum bitki-verim tepki etmeni

Denemenin sonunda elde edilen ky değerleri kimi araştırmacıların çalışmalarıyla benzerlik göstermiş olsa da her iki bitki için daha önce yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar çıkmıştır. ky değerinin geniş bir aralıkta farklılık göstermesinin nedenini Doorenbos ve Kassam (1979)' da bitki gelişim süresi boyunca sulamada yapılacak kısıtın mısır bitkisi veriminde önemli düzeyde azalmaya neden olmasına bağlamışlardır. Igbadun ve ark. (2008), ky değerini yüksek çıkmasını bitkiye yaşatılan su stresinin şiddetli olması ve verim azalma açığının bitki su tüketimindeki azalmadan yüzde olarak daha yüksek olmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Rhenals ve Bras (1981) ise bitki çeşitleri, iklim koşulları, yetiştirme dönemleri için genel bir ky değerinin olmadığını, nedenini ise eşitlikte yer alan değişkenlerin, bitki özellikleri ve çevresel etmenler tarafından etkilenmesine dayandırmışlardır.

3.8. Su Kullanım (WUE) ve Sulama Suyu Kullanım Etkinliği (IWUE)

Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin su kullanım etkinliğine (WUE) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3.12, farklı sulama seviyeleri arasındaki ortalama su kullanım etkinliği (WUE) değerleri ve ortalamalar arasındaki farka göre oluşan Duncan grupları ise Çizelge 3.13'te verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre yıllar ve sulama seviyeleri arasındaki farklılık %1 düzeyinde önemli çıkarken, bitki türleri arasındaki farklılık %5 düzeyinde önemli çıkmıştır.

Çizelge 3.12. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin sulama seviyelerindeki su kullanım etkinliğine (WUE) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	1	13.28	13.33**
Tür	1	4.76	4.76*
Seviye	4	12.67	12.67**
Yıl*Tür	1	0.27	0.27
Yıl*Seviye	4	0.23	0.23
Tür*Seviye	4	1.12	1.12
Yıl*Tür*Seviye	4	0.84	0.84
Hata	36	0.99	

*, **: Sırasıyla $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ düzeylerinde önemli

Yıllara göre su kullanım etkinlikleri arasında iki grup oluşmuştur. 2018 yılı su kullanım etkinliği 6.07 kg m^{-3} olarak hesaplanırken, 2019 yılında 5.17 kg m^{-3} olarak hesaplanmıştır. Denemenin ikinci yılında su kullanım etkinliğinin birinci yıla göre düşük çıkmasının nedeninin 2019 yılında elde edilen verimin 2018 yılına göre daha düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bitki türlerine göre iki yıllık ortalama sonuçları iki grup oluşturmuştur. İki yıllık ortalama değerler göz önüne alındığında mısırdaki 5.88 kg m^{-3} çıkan su kullanım etkinliği değeri sorgumda 5.32 kg m^{-3} çıkmıştır. Bu durum silajlık mısır bitkisinin suyu sorgum bitkisine göre daha etkin kullandığını düşündürmüştür.

Sulama seviyelerine göre 2018 yılında iki grup (%100, %80, %60 birinci grup, %40 ve %20 ikinci grup) oluşmuştur. En yüksek su kullanım etkinliği %100 sulanan konuda 7.32 kg m^{-3} olarak belirlenirken, en düşük su kullanım etkinliği %20 sulanan konuda 4.89 kg m^{-3} olarak belirlenmiştir. 2019 yılında ise dört grup (%100, %80 birinci grup, %60 ikinci grup %40 üçüncü grup ve %20 dördüncü grup) oluşmuştur. En yüksek su kullanım etkinliği %100 sulanan konuda 6.27 kg m^{-3} çıkarken, en düşük verim %20 sulanan konudan 3.63 kg m^{-3} olarak çıkmıştır. İki yıllık ortalama sonuçlarına göre iki grup (%100, %80, %60 birinci grup, %40 ve %20 ikinci grup) oluşmuştur. En yüksek su kullanım etkinliği %100 sulanan konuda 6.79 kg m^{-3} bulunurken, en düşük su kullanım etkinliği %20 sulanan konudan 4.26 kg m^{-3} bulunmuştur. Bu sonuçlara göre %100 sulanan konulardan en yüksek su kullanım etkinliğinin elde edildiği sulamada yapılan kısıntıya göre su kullanım etkinliğinin de düştüğü anlaşılmıştır.

Igbadun ve ark. (2008) mısır WUE değerini tam sulanan konudan en yüksek, kısıntının en fazla yapıldığı konudan ise en düşük değeri elde etmişlerdir. Bununla beraber Payero ve

ark. (2008), WUE ile uygulanan sulama suyu miktarı arasında pozitif doğrusal ilişkiler elde etmişlerdir. Sorgumda Steduto ve Albrizio (2005) uygulanan suyun azalmasıyla WUE'nin azaldığını bildirmişlerdir.

Çizelge 3.13. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin farklı sulama seviyeleri arasındaki ortalama su kullanım etkinliği (WUE) değerleri ve ortalamalar arasındaki farka göre oluşan Duncan grupları

Sulama seviyeleri	2018			2019			2 yılın ortalaması		
	Mısır	Sorgum	Ort	Mısır	Sorgum	Ort	Mısır	Sorgum	Ort
%100	7.72	6.92	7.32 ^a	6.79	5.76	6.27 ^a	7.25	6.34	6.79 ^a
%80	6.84	6.13	6.48 ^a	6.43	5.31	5.86 ^a	6.63	5.72	6.17 ^a
%60	6.99	5.99	6.48 ^a	6.07	4.71	5.38 ^{ab}	6.53	5.35	5.93 ^a
%40	5.14	5.23	5.19 ^b	4.35	4.67	4.50 ^{bc}	4.75	4.95	4.84 ^b
%20	5.43	4.35	4.89 ^b	3.12	4.15	3.63 ^c	4.28	4.25	4.26 ^b
Ort	6.42 ^a	5.72 ^a	6.07 ^a	5.35 ^a	4.92 ^a	5.17 ^b	5.88 ^a	5.32 ^b	

Yapılan daha önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre mısır için su kullanım etkinliği değerleri çok geniş bir aralıkta değişmiştir. Silajlık mısır için yapılan önceki çalışmalarda su kullanım etkinliğini Karam ve ark. (2003) 1.54 ile 1.88 kg m⁻³, Dağdelen ve ark. (2006) 1.65 ile 2.15 kg m⁻³, Okay (2006) 2.12 ile 3.0 kg m⁻³, Kızıloğlu (2009) WUE değerlerini 4.75 ile 15.31 kg m⁻³, Mengü ve Özgürel (2008) 1.49 ile 2.71 kg m⁻³, Payero ve ark. (2008), 1.22 ile 1.56 kg m⁻³, Gençel (2009) 1.28 ile 1.71 kg m⁻³, Okursoy (2009) 5.78 ile 16.39 kg m⁻³, Guoyan (2011) 7.19 ile 16.99 kg m⁻³, Sani ve ark. (2011) 5.98 ile 8.66 kg m⁻³, Ashraf ve ark. (2016) 10.29 ile 15.46 kg m⁻³, Hao ve ark. (2018) 1.24 ile 2.20 kg m⁻³ arasında bulmuşlardır.

Silajlık sorgum için yapılan daha önceki çalışmalarda su kullanım etkinliği değerini ise Steduto ve Albrizio (2005) 5.7 kg m⁻³, Garofalo ve ark. (2011) 5.49 ile 6.78 kg m⁻³, Guoyan (2011) 3.27 ile 6.04 kg m⁻³, O'Shaughnessy ve ark. (2011) 1.19 ile 1.99 kg m⁻³, Sani ve ark. (2011) 2.43 ile 5.37 kg m⁻³, Saghafi ve ark. (2013) 0.85 ile 0.88 kg m⁻³, Sher ve ark. (2013) 0.20 ile 0.29 kg m⁻³, Hussein ve Alva (2014) 5.28 ile 12.38 kg m⁻³, Kaplan ve ark. (2019) 11.73 ile 15.45 kg m⁻³, Dündar ve ark. (2019) 12,43 ile 16.07 kg m⁻³ arasında belirlemişlerdir.

Çalışmanın sonucu, daha önceki çalışmaların çoğunluğu ile benzerlik göstermektedir. Bazı sonuçlar arasında ise farklılıklar olduğu görülmüştür. Çalışmalar arasında farklılık çıkmasının nedeninin bitkilerin yetiştiği iklim, toprak özellikleri ve çeşit farklılıklarından kaynaklanmış olabileceği söylenebilir.

Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin sulama suyu kullanım etkinliğine (IWUE) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3.14, farklı sulama seviyeleri arasındaki ortalama sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) değerleri ve ortalamalar arasındaki farka göre oluşan Duncan grupları ise Çizelge 3.15'te verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre yıllar ve sulama seviyeleri arasındaki farklılık %1 düzeyinde önemli çıkarken, bitki türleri arasında farklılık görülmemiştir.

Çizelge 3.14. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin sulama seviyelerindeki sulama suyu kullanım etkinliğine (IWUE) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	1	106.72	61.94**
Tür	1	4.86	2.82
Seviye	4	8.12	4.71**
Yıl*Tür	1	0.73	0.43
Yıl*Seviye	4	0.77	0.45
Tür*Seviye	4	1.55	0.90
Yıl*Tür*Seviye	4	1.50	0.87
Hata	36	1.72	

** : P<0.01 düzeyinde önemli

Yıllara göre sulama suyu kullanım etkinlikleri arasında iki grup oluşmuştur. 2018 yılı sulama suyu kullanım etkinliği 8.71 kg m⁻³ çıkarken 2019 yılında 6.04 kg m⁻³ çıkmıştır. Denemenin ikinci yılında sulama suyu kullanım etkinliğinin birinci yıla göre düşük çıkmasının nedeninin su kullanım etkinliğinde de olduğu gibi 2019 yılında elde edilen verimin 2018 yılına göre daha düşük olması ve daha fazla sulama suyu uygulamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bitki türlerine göre 2018, 2019 ve bu iki yılın ortalamasında istatistiksel olarak farklılık görülmemesine karşın, genel olarak silajlık mısır bitkisi sulama suyu kullanım etkinliği silajlık sorgum bitkisinden yüksek çıkmıştır.

Sulama seviyelerine göre 2018 yılında fark oluşmazken 2019 yılında iki grup (%100, %80, %60 birinci grup, %40 ve %20 ikinci grup) oluşmuştur. En yüksek sulama suyu kullanım etkinliği %100 konusunda 6.296 kg m⁻³ bulunurken, en düşük %20 konusundan 4.61 kg m⁻³ olarak bulunmuştur. İki yıllık ortalama sonuçlarına göre ise dört grup (%100 birinci grup, %80, %60 ikinci grup, %40 üçüncü grup ve %20 dördüncü grup) oluşmuştur. En yüksek sulama suyu kullanım etkinliği %100 konusunda 8.24 kg m⁻³ çıkarken en düşük sulama suyu kullanım etkinliği %20 konusundan 6.31 kg m⁻³ olarak çıkmıştır. Bu sonuçlara göre %100

sulanan konulardan en yüksek sulama suyu kullanım etkinliğinin elde edildiği, sulamada yapılan kısıntıya göre sulama suyu kullanım etkinliğinin de düştüğü anlaşılmıştır.

Çizelge 3.15. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin farklı sulama seviyeleri arasındaki ortalama sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) değerleri ve ortalamalar arasındaki farka göre oluşan Duncan grupları

Sulama seviyeleri	2018			2019			2 yılın ortalaması		
	Mısır	Sorgum	Ort	Mısır	Sorgum	Ort	Mısır	Sorgum	Ort
%100	9.94	9.09	9.51 ^a	7.43	6.51	6.96 ^a	8.68	7.80	8.24 ^a
%80	9.21	8.49	9.29 ^a	7.34	6.17	6.75 ^a	8.28	7.33	7.83 ^{ab}
%60	9.88	8.71	8.84 ^a	7.15	5.60	6.37 ^a	8.51	7.16	7.80 ^{ab}
%40	7.74	8.07	8.01 ^a	5.27	5.79	5.52 ^b	6.50	6.93	6.71 ^{bc}
%20	8.79	7.23	7.90 ^a	3.93	5.30	4.61 ^b	6.36	6.26	6.31 ^c
Ort	9.11 ^a	8.31 ^a	8.71 ^a	6.22 ^a	5.87 ^a	6.04 ^b	7.66 ^a	7.09 ^a	

Önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre mısır için sulama suyu kullanım etkinliği değerleri çok geniş bir aralıkta değişmiştir. Silajlık mısır için yapılan çalışmalarda sulamasuyu kullanım etkinliğini İstanbulluoğlu ve ark. (2002) 3.48 ile 10.19 kg m⁻³, Kaman (2007)' de IWUE değerini 8.87 ile 39.81 kg m⁻³, Payero ve ark. (2008) 2.92 ile 21.08 kg m⁻³, Gençel (2009) 1,415 ile 1,95 kg m⁻³, Okursoy (2009) 11,36 ile 14,09, Mansori-Far ve ark. (2010) 0.97 ile 1.34 kg m⁻³, Jahansauz (2014) 1.94 ile 2.41 kg m⁻³, Çarpıcı ve ark. (2019) 4.73 ile 6.12 kg m⁻³ arasında bulmuşlardır. Bu farklılıkları Kuşçu (2010), mısır bitkisinin yetiştirildiği dönemde düşen yağış miktarı farklılıklarına dayandırmıştır.

Silajlık sorgum için yapılan daha önceki çalışmalarda su kullanım etkinliği değerini Garofalo ve ark. (2011) 7.98 ile 8.46 kg m⁻³, O'Shaughnessy ve ark. (2011) 1.89 ile 2.86 kg m⁻³, Jahansauz (2014) 1.87 ile 2.14 kg m⁻³, Kaplan ve ark. (2019), 13.43 ile 20.18 kg m⁻³, Dündar ve ark. (2019) 9.40 ile 10.2 kg m⁻³ arasında belirlemişlerdir.

Çalışmadan elde edilen değerler, önceki çalışmaların çoğunluğu ile benzerlik göstermektedir. Bazı sonuçlar arasındaki farklılıklar ise bitkilerin yetiştiği iklim, toprak özellikleri ve çeşit farklılıklarından kaynaklanmıştır.

Önceki çalışmalarda, uygulanan sulama suyu miktarının artmasının IWUE değerlerini azalttığı ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Payero ve ark. (2008) mısırdaki, Tolak ve Howell (2003) sorgumda sulama suyu miktarının artmasıyla IWUE değerinin azaldığını bildirmişlerdir. Bu durum denemenin birinci yılında en yüksek IWUE değerinin M₆₀ ve S₂₀ konularında ikinci yıl ise M₆₀ konusunda görülmesiyle nispeten bu durumu doğrulamıştır. Bu çalışmanın aksine uygulanan sulama suyu miktarının azalmasıyla IWUE değerinin azaldığıyla

ilgili görüşler de bulunmaktadır. Öktem (2008), mısırdaki en yüksek IWUE değerini en az kısıntının yapıldığı konudan, Igbadun ve ark. (2008) mısırdaki en düşük IWUE değerinin en az sulanan konudan elde ettiğini, Farrè and Faci (2006) ise sorgumda sulama suyunun azalmasıyla IWUE'nin azaldığını ve bu durumun mısır gibi C4 bitkilerinde görülebileceğini bildirmişlerdir. Bu durumu denemenin ikinci yılında silajlık sorgum IWUE değerinin S₁₀₀ konusundan S₂₀ konusuna doğru azalması desteklemiştir.

Denemenin yürütüldüğü her iki yılda da silajlık mısır ve silajlık sorgum bitkilerinde IWUE değerleri WUE değerlerinden yüksek çıkmıştır. Bu durumun nedenini İstanbulluoğlu ve ark. (2002) bitki su tüketimi değerlerinin uygulanan sulama suyundan daha yüksek olmasına bağlamışlardır.

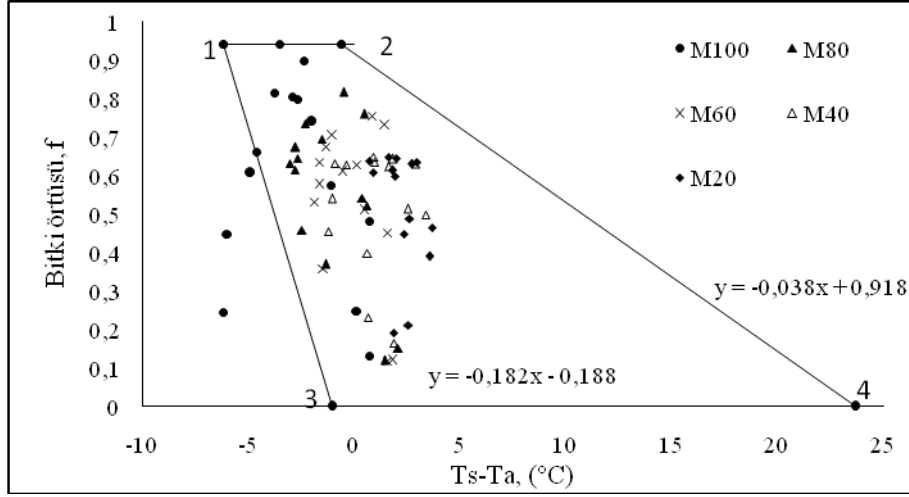
Silajlık mısır ve sorgum WUE ve IWUE değerleri arasında farklılıklar olduğu görülmektedir. Silajlık mısıra ilişkin WUE ve IWUE değerlerinin silajlık sorguma göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu sonuç, her iki bitkiye uygulanan sulama suyunun çok farklı olmamasına karşın, silajlık mısırdan elde edilen verimin silajlık sorgumdan fazla olması ile açıklanabilir.

3.9. Su Kısıntı İndeksi (WDI)

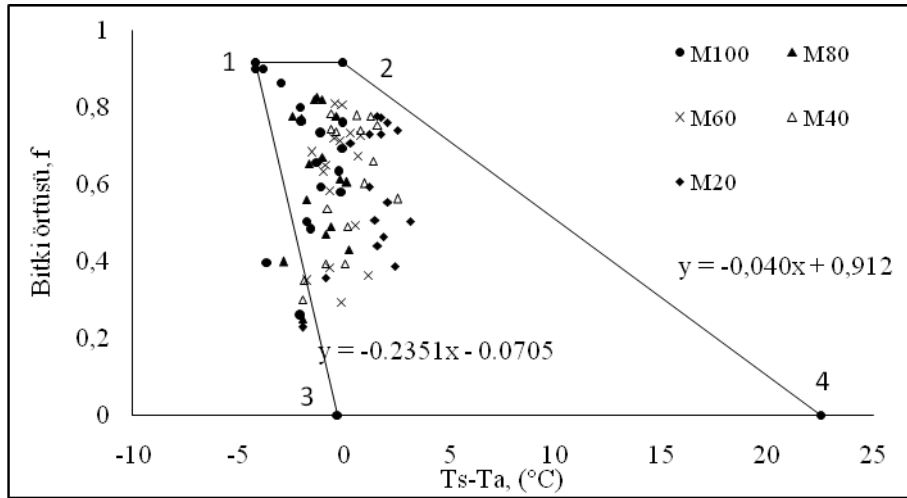
Çalışmanın her iki yılında su kısıntı indeksi (WDI) değerlerinin belirlenmesi için öncelikli olarak bitki örtüsü trapezoidi (yamuğu) oluşturulmuştur. Trapezoid oluşturulurken Ts (yüzey sıcaklığı) ile Ta (ortam sıcaklığı) farkı ile f (bitki örtüsü) değeri ilişkilendirilmiştir. 1 ve 3 çizgisi için minimum Ts-Ta, 2 ve 4 çizgisi için maksimum Ts-Ta değerlerine ait denklemlerin eğimi dikkate alınmıştır. Silajlık mısır ve sorgum bitkileri için her iki yıla ait bitki örtüsü trapezoidini gösteren grafikler Şekil 3.29, Şekil 3.30, Şekil 3.31 ve Şekil 3.32'de verilmiştir.

Şekillerden de anlaşılacağı gibi, mısır bitkisi için Kahramanmaraş koşullarında, 2018 ve 2019 yıllarında sulama seviyesi arttıkça bitki örtüsü (f) değeri daha yüksek değerlere çıkarken Ts-Ta değeri düşmüş, sulama seviyesi azaldıkça bitki örtüsü azalmış ve Ts-Ta değeri artmıştır. Her iki yılda da bitki örtüsü değeri 0 ile 1 aralığında değişmiştir. 2018 yılında en yüksek bitki örtüsü değeri 0.94 çıkarken bu değer 2019 yılında 0.90 çıkmıştır. Trapezoidte bitki örtüsü ve sıcaklık farkı değerlerinin kesişme noktası (C noktası) maksimum bitki örtüsü değerine yaklaştıkça Ts-Ta (A-B mesafesi) aralığı azalmıştır. Bu durum kuru çıplak toprak koşullarına yakın noktanın da daha geniş bir Ts- Ta aralığına sahip olduğunu göstermiştir. AB mesafesinin artışı WDI' de azalmaya sebep olur. Bu nedenle, bitki örtüsü yoğun ve su stresi

yoksa, dar bir $T_s - T_a$ aralığı vardır ve bitki örtüsü seyrek ve su stresi fazlaysa, daha geniş bir $T_c - T_a$ aralığı vardır. Noktaların dağılımı incelendiğinde M_{100} konusunun diğer konulara göre daha dar bir AB mesafesine sahip olduğu, sulama seviyesinin azalmasıyla AB aralığının arttığı ve en fazla aralığın M_{20} konusunda görüldüğü anlaşılmaktadır. Benzer sonuçları Tanriverdi, (2003) mısır bitkisinde gözlemlemiştir.



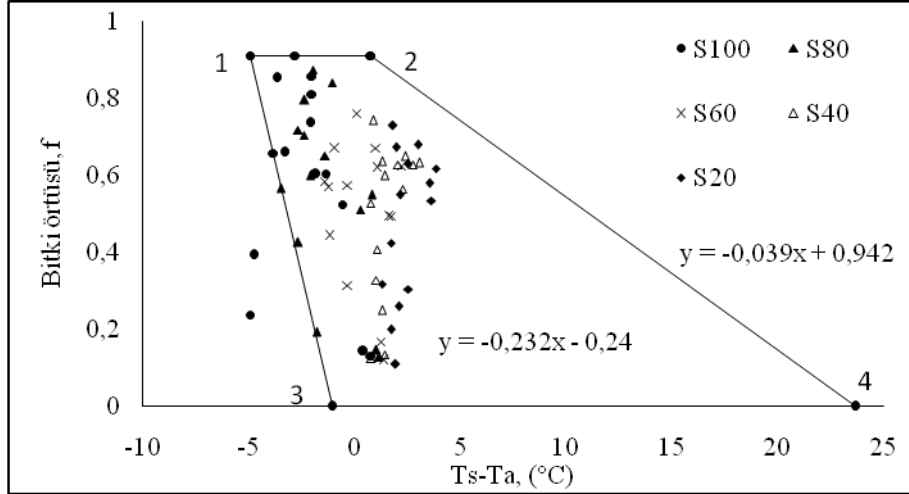
Şekil 3.29. 2018 yılı silajlık mısır bitki örtüsü T_s-T_a trapezoidi



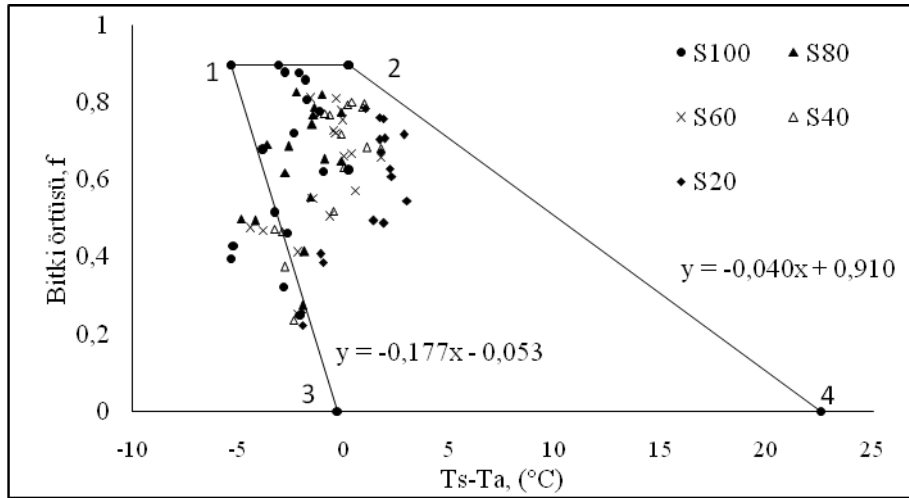
Şekil 3.30. 2019 yılı silajlık mısır bitki örtüsü T_s-T_a trapezoidi

Şekillerden de anlaşılacağı gibi, sorgum bitkisi için Kahramanmaraş koşullarında, 2018 ve 2019 yıllarında sulama seviyesi arttıkça bitki örtüsü (f) değeri daha yüksek değerlere çıkarken T_s-T_a değeri düşmüş, sulama seviyesi azaldıkça bitki örtüsü azalmış ve T_s-T_a değeri artmıştır. Her iki yılda da bitki örtüsü değeri 0 ile 1 aralığında değişmiştir. 2018 yılında en yüksek bitki örtüsü değeri 0.92 çıkarken 2019 yılında 0.90 olarak bulunmuştur. Silajlık mısıra benzer sonuçlar sorgumda da görülmüştür. S_{100} konusunun diğer konulara göre daha dar bir AB mesafesine sahip olduğu, sulama seviyesinin azalmasıyla AB aralığının arttığı ve en fazla

aralığın S₂₀ konusunda görüldüğü anlaşılmaktadır. Her iki bitki birlikte değerlendirildiğinde mısır bitkisinin daha yüksek bitki örtüsü değerine sahip olduğu görülmüştür. 2018 ve 2019 yıllarına ait bitki örtüsü değerleri incelendiğinde hem mısır bitkisinde hemde sorgum bitkisinde 2019 yılı değerlerinin düşük olduğu görülmüştür. Bu durum yeşil ot veriminin 2019 yılında 2018 yılına göre daha düşük çıkmasıyla da örtüşmektedir.

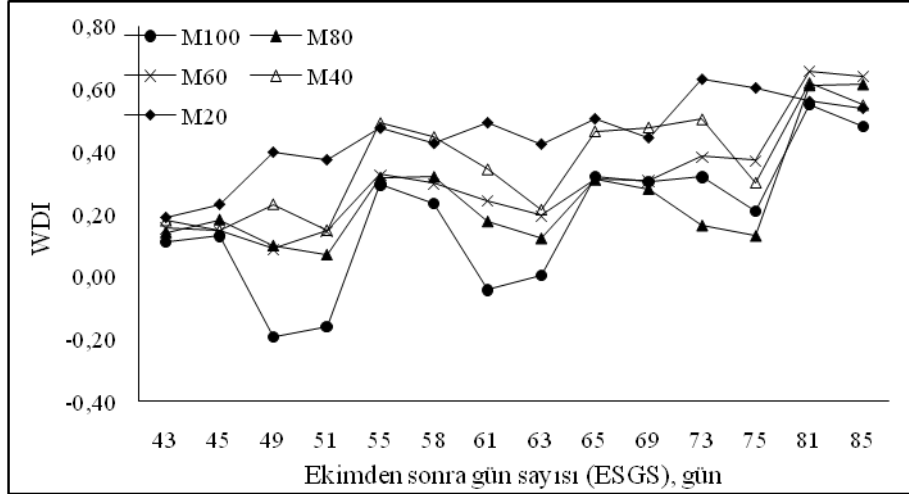


Şekil 3.31. 2018 yılı silajlık sorgum bitki örtüsü Ts-Ta trapezoidi

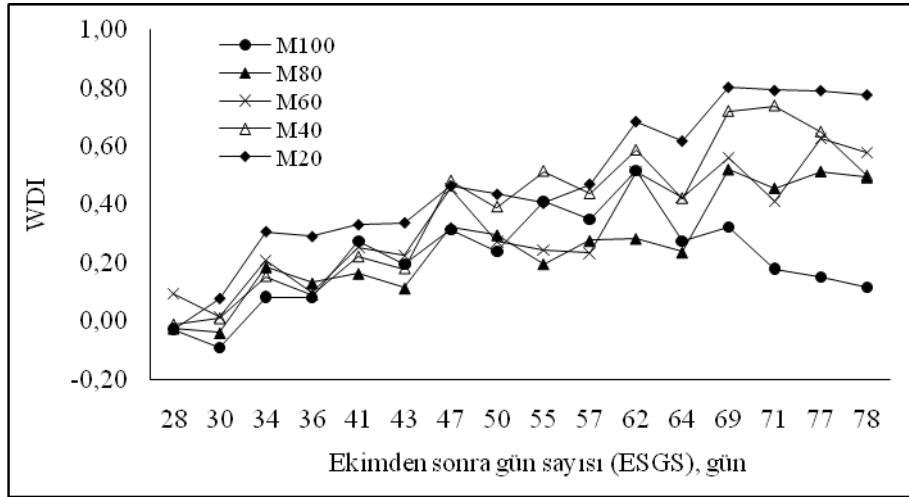


Şekil 3.32. 2019 yılı silajlık sorgum bitki örtüsü Ts-Ta trapezoidi

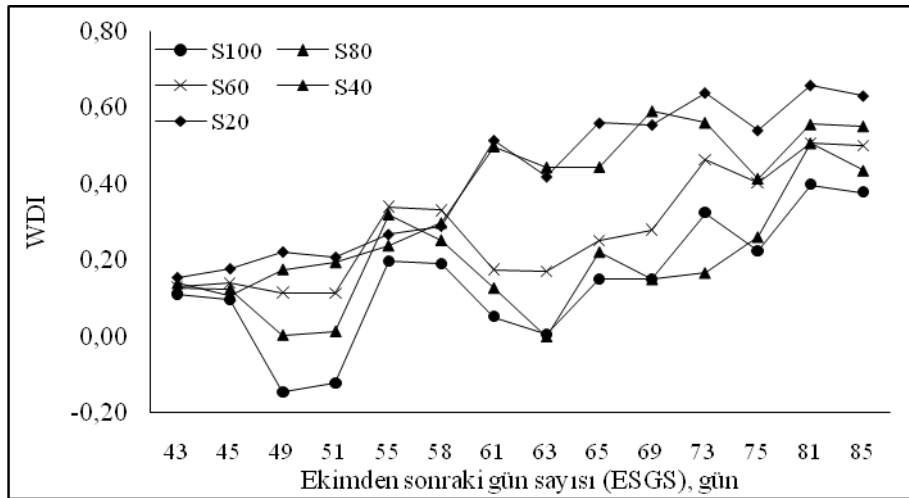
Trapezoidin 1-2 ve 2-4 çizgilerine ait denklemlerin eğimlerinden yararlanılarak elde edilen WDI değerleri her iki bitki için Şekil 3.33, Şekil 3.34, Şekil 3.35 ve Şekil 3.36'da verilmiştir. 2018 ve 2019 yıllarında silajlık mısır ve sorgum WDI değerleri M₁₀₀ ile S₁₀₀ konusunda en düşük, M₂₀ ile S₂₀ konusunda ise en yüksek olmuştur. WDI sulama azaldıkça artış göstermiştir. WDI değerleri birbirine çok yakın olmasına rağmen, su stresine karşı farklı hassasiyet seviyelerine sahip olduğu görülmüştür.



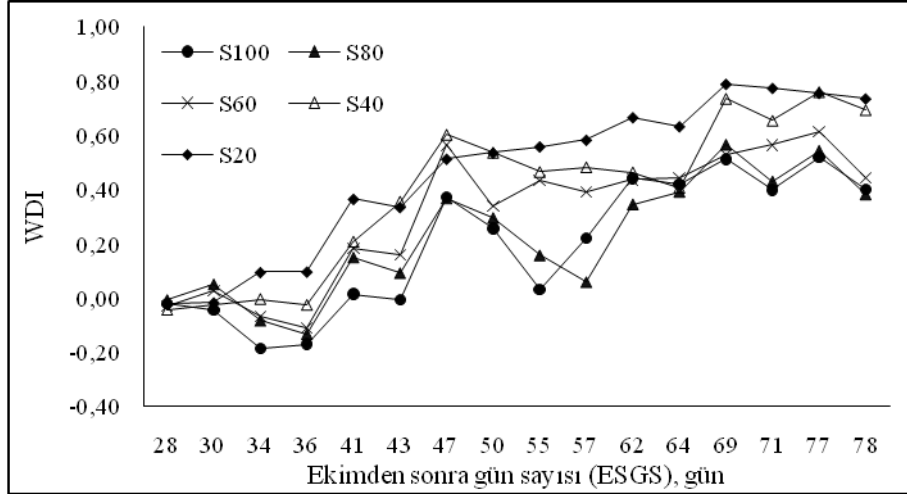
Şekil 3.33. 2018 yılı silajlık mısır WDI grafiği



Şekil 3.34.2019 yılı silajlık mısır WDI grafiği



Şekil 3.35. 2018 yılı silajlık sorgum WDI grafiği



Şekil 3.36.2019 yılı silajlık sorgum WDI grafiği

Bitki yetiştirme dönemi boyunca ortalama WDI değeri Çizelge 3.16 ve Çizelge 3.17’ daverilmiştir. Çizelgelerden anlaşılacağı gibi silajlık mısır için 2018 yılı ortalama WDI değerleri M₁₀₀ konusundan M₂₀ konusunda doğru 0.18 ile 0.45 aralığında değişirken 2019 yılında 0.21 ile 0.47 aralığında değişmiştir. Silajlık sorgum için ise 2018 yılı ortalama WDI değerleri. S₁₀₀ konusundan S₂₀ konusunda doğru 0.14 ile 0.42 arasında değişirken 2019 yılında 0.20 ile 0.46 arasında değişmiştir. 2018 ve 2019 yılında M₁₀₀ ve S₁₀₀ konuları sırasıyla 0.18 ile 0.21, 0.14 ile 0.20 gibi çok küçük değer olarak hesaplanırken; M₂₀ ve S₂₀ konuları sırasıyla 0.45 ile 0.47, 0.42 ile 0.46 gibi daha büyük değerlerde hesaplanmıştır. Silajlık mısırın sulama miktarında yaklaşık %38 ile %47 oranında azalma su kısıntı indeksinde yaklaşık 2.5 ile 3 kat artışa sebep olmuştur. Silajlık sorgum sulamasına uygulanan %34 ile %45 oranında azalmabitki su stres indeksinde yaklaşık 2.5 ile 3 kat artışa sebep olmuştur. Çizelge ve şekillerden açıkça anlaşılacağı gibi WDI değerleri sulama konularına göre farklılık göstermiştir. Genel olarak silajlık mısır WDI değeri sorgumdan yüksek çıkmıştır. Bu durum silajlık mısır bitkisinin su stresine silajlık sorgum bitkisinden daha hassas olduğunu göstermiştir.

Çizelge 3.16. Silajlık mısır bitkisi ortalama WDI değerleri

Yıllar	Konular	Ortalama WDI
2018	M ₁₀₀	0.18
	M ₈₀	0.25
	M ₆₀	0.31
	M ₄₀	0.36
	M ₂₀	0.45
2019	M ₁₀₀	0.21

M ₈₀	0.26
M ₆₀	0.33
M ₄₀	0.38
M ₂₀	0.47

Çizelge 4.17. Silajlık sorgum bitkisi ortalama WDI değerleri

Yıllar	Konular	Ortalama WDI
2018	S ₁₀₀	0.14
	S ₈₀	0.19
	S ₆₀	0.28
	S ₄₀	0.37
	S ₂₀	0.42
2019	S ₁₀₀	0.20
	S ₈₀	0.22
	S ₆₀	0.31
	S ₄₀	0.39
	S ₂₀	0.46

Bitkinin stres durumunu değerlendirmede bitki, toprak vb. (yüzey) gibi ortamın tamamını temsil eden sıcaklık verilerinin stresi değerlendirmede daha doğru sonuçlar verdiği bu çalışmanın sonucunda anlaşılmıştır

3.10. Klorofil İçeriği

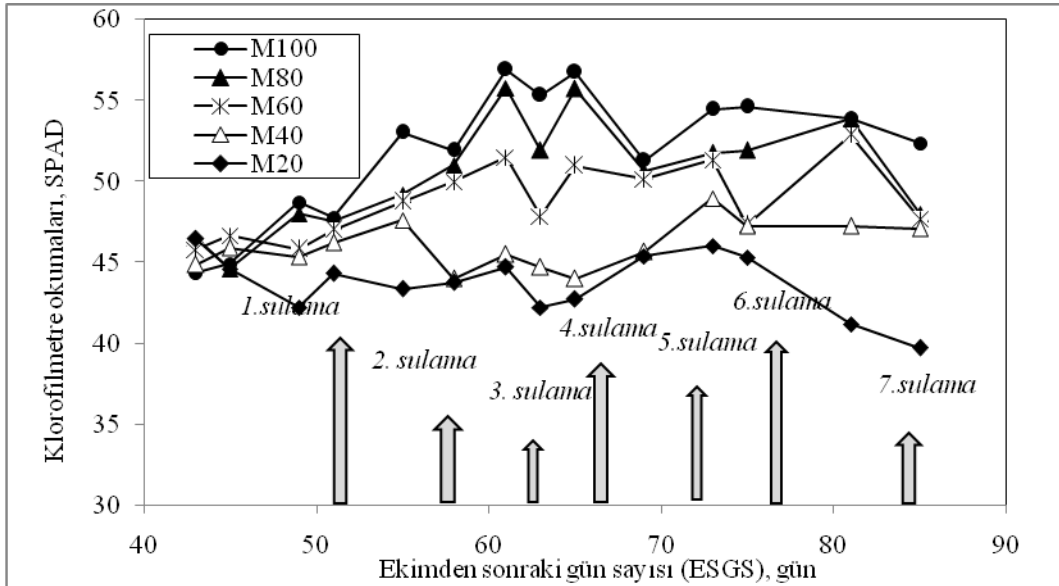
Araştırmada sulama seviyelerine göre elde edilen klorofil içeriği değerleri Çizelge 3.18, Çizelge 3.19, Çizelge 3.20 ve Çizelge 3.21’ de, sulamadan önce ve sonra oluşan klorofil içeriğinin değişimi aynı grafikte gösterimi ise Şekil 3.37, Şekil 3.38, Şekil 3.39 ve Şekil 3.40’da verilmiştir. Çizelge 3.17’ye göre araştırmanın yürütüldüğü 2018 yılında mısır bitkisi için klorofil içeriği değeri tüm konularda genel olarak bitkinin vejetatif gelişme döneminden süt olum dönemine kadar artmış süt olum döneminden sonra azalış göstermiştir. En yüksek klorofil içeriği değeri 4. sulamada M₁₀₀ konusunda 56.93 çıkarken en düşük 7. sulamada M₂₀ konusunda 39.73 olarak çıkmıştır. Diğer konular bu değerler arasında değişmiştir. Sulamadan önce elde edilen klorofil içeriği değerlerinin sulamadan sonra elde edilen değerlerden ciddi bir farkı olmamıştır. Bu durumda sulamanın kısa dönemde klorofil oranını değiştiremediğini göstermiştir.

Çizelge 3.18. 2018 yılı mısır bitkisi sulamadan önce ve sonra klorofil içeriği değerleri

Sulamalar	Sulamadan önce	Sulamadan sonra
-----------	----------------	-----------------

	M ₁₀₀	M ₈₀	M ₆₀	M ₄₀	M ₂₀	M ₁₀₀	M ₈₀	M ₆₀	M ₄₀	M ₂₀
1. Sulama	44.34	46.5	45.8	44.87	46.47	44.9	44.6	46.67	45.9	44.6
2. Sulama	48.73	48.00	45.83	45.37	42.23	47.77	47.57	47.00	46.23	44.30
3. Sulama	53.03	49.20	48.77	47.60	43.37	51.93	51.00	50.00	44.00	43.77
4. Sulama	56.93	55.77	51.50	45.50	44.70	55.33	51.93	47.83	44.73	42.20
5. Sulama	56.77	55.73	50.97	44.00	42.73	51.30	50.63	50.13	45.67	45.40
6. Sulama	54.47	51.77	51.33	48.97	46.03	54.63	51.93	47.33	47.27	45.33
7. Sulama	53.93	53.87	52.87	47.27	41.17	52.37	48.00	47.67	47.10	39.73

Bitkinin yetiştirme dönemi boyunca yapılan ölçümlere göre klorofil içeriği değerlerini gösteren grafik incelendiğinde uygulanan su kısıntısının miktarına bağlı olarak düşüş gösteren klorofil içeriği genel olarak su stresi uygulanmayan konularında yüksek, su kısıntısının olduğu konularda ise azalarak eğilim göstermiştir.



Şekil 3.37. 2018 yılı mısır bitkisi sulamadan önce ve sonra klorofil içeriği grafiği

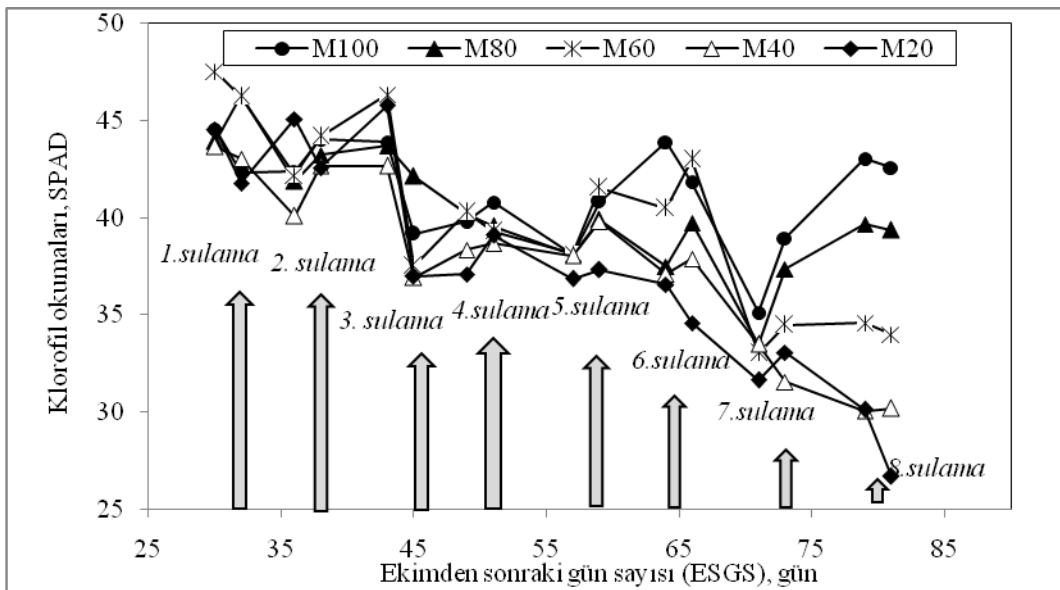
2019 yılında mısır bitkisi için klorofil içeriği değeri M₁₀₀ ve M₈₀, konularında genel olarak hasada kadar artarken M₆₀, M₄₀ ve M₂₀ konularında süt olum döneminden hasada kadar geçen süreye kadar azalmış ve en düşük değere hasatta ulaşmıştır. En yüksek klorofil içeriği değeri 1. sulamada M₆₀ konusunda 47.53 çıkarken en düşük 8. sulamada M₂₀ konusunda 26.70 olarak çıkmıştır. M₆₀ konusunun en yüksek klorofil içeriği değerine sahip çıkması 1. sulamadan önce tüm konulara eşit su verildiğinden M₆₀ konusunun en iyi klorofil değerine sahip olduğunu düşündürmez. Genel olarak incelendiğinde M₁₀₀ konusu diğer konulara göre daha yüksek klorofil içeriğine sahiptir. Diğer konular bu değerler arasında değişmiştir. Sulamadan önce elde edilen klorofil içeriği değerlerinin sulamadan sonra elde edilen

değerlerden ciddi bir farkı olmamıştır. Bu durumda sulamanın kısa dönemde klorofil oranını değiştiremediğini göstermiştir.

Çizelge 3.19. 2019 yılı mısır bitkisi sulamadan önce ve sonra klorofil içeriği değerleri

Sulamalar	Sulamadan önce					Sulamadan sonra				
	M ₁₀₀	M ₈₀	M ₆₀	M ₄₀	M ₂₀	M ₁₀₀	M ₈₀	M ₆₀	M ₄₀	M ₂₀
1. Sulama	44.55	43.95	47.53	43.67	44.57	42.35	46.27	46.23	43.05	41.80
2. Sulama	42.40	41.90	42.20	40.10	45.10	44.03	43.23	44.20	42.67	42.57
3. Sulama	43.90	43.70	46.35	42.67	45.80	39.17	42.17	37.53	36.93	37.00
4. Sulama	39.80	40.23	40.30	38.37	37.10	40.80	39.57	39.30	38.70	39.10
5. Sulama	38.13	38.13	38.15	38.07	36.87	40.83	39.90	41.55	39.80	37.33
6. Sulama	43.90	37.50	40.50	37.10	36.57	41.83	39.75	43.00	37.90	34.60
7. Sulama	35.10	33.50	33.03	33.50	31.63	38.95	37.37	34.50	31.55	33.07
8. Sulama	43.05	39.67	34.60	30.07	30.13	42.57	39.37	34.00	30.20	26.70

Bitkinin yetiştirme dönemi boyunca yapılan ölçümlere göre klorofil içeriği değerlerini gösteren grafik incelendiğinde uygulanan su kısıntısının miktarına bağlı olarak düşüş gösteren klorofil içeriği genel olarak su stresi uygulanmayan konularında yüksek, su kısıntısının olduğu konularda ise azalma eğilimi göstermiştir. Her iki yıl birlikte değerlendirildiğinde de sulama suyunun tam verildiği konudan en fazla kısıntının yapıldığı konuya doğru azalmanın olduğu, bitkinin vejetatif dönemden süt olum dönemine kadar arttığı süt olum döneminden hasada kadar geçen sürede azaldığı, sulamadan sonra alınan ölçümlerin sulamadan önce alınan ölçümlerden çok farklı çıkmadığını dolayısıyla sulamanın kısa süre içinde (1 ile 2 gün) klorofil içeriğini etkilemediğini göstermiştir.



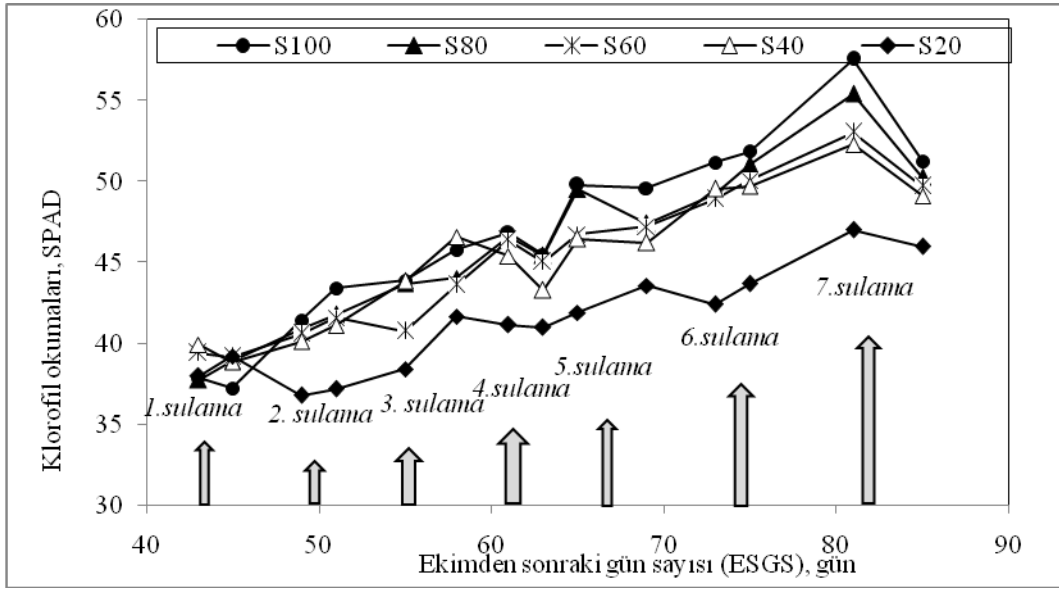
Şekil 3.38. 2019 yılı mısır bitkisi sulamadan önce ve sonra klorofil içeriği grafiği

2018 yılında mısır bitkisi için klorofil içeriği değeri tüm konularda genel olarak bitkinin vejetatif gelişme dönemden hasada kadar artış göstermiştir. En yüksek klorofil içeriği değeri 7. sulamada S₁₀₀ konusunda 57.57 çıkarken en düşük 1. sulamada S₁₀₀ konusunda 37.23 olarak çıkmıştır. M₁₀₀ konusunun aynı zamanda en düşük klorofil içeriği değerine sahip çıkması 1. sulamadan önce tüm konulara eşit su verildiğinden S₁₀₀ konusunun en iyi klorofil değerine sahip olduğunu düşündürmez. Genel olarak incelendiğinde S₁₀₀ konusu diğer konulara göre daha yüksek klorofil içeriğine sahiptir. Diğer konular bu değerler arasında değişmiştir. Sulamadan önce elde edilen klorofil içeriği değerlerinin sulamadan sonra elde edilen bazı sulama tarihlerinde yüksek çıkarken bazılarında düşük çıkmıştır. Bu durumda sulamanın kısa dönemde klorofil oranını değiştiremediğini göstermiştir.

Bitkinin yetiştirme dönemi boyunca yapılan ölçümlere göre klorofil içeriği değerlerini gösteren grafik incelendiğinde uygulanan su kısıntısının miktarına bağlı olarak düşüş gösteren klorofil içeriği genel olarak su stresi uygulanmayan konularında yüksek, su kısıntısının olduğu konularda ise azalarak eğilim göstermiştir.

Çizelge 3.20. 2018 yılı sorgum bitkisi sulamadan önce ve sonra klorofil içeriği değerleri

Sulamalar	Sulamadan önce					Sulamadan sonra				
	S ₁₀₀	S ₈₀	S ₆₀	S ₄₀	S ₂₀	S ₁₀₀	S ₈₀	S ₆₀	S ₄₀	S ₂₀
1. Sulama	37.87	37.73	39.4	39.9	37.97	37.23	38.9	39.17	38.83	39.2
2. Sulama	41.43	40.90	40.60	40.13	36.77	43.40	41.80	41.60	41.10	37.20
3. Sulama	43.87	43.67	40.77	43.83	38.43	45.80	44.03	43.60	46.57	41.67
4. Sulama	46.87	46.57	46.37	45.40	41.13	45.46	45.43	45.03	43.30	40.97
5. Sulama	49.80	49.53	46.73	46.47	41.90	49.60	47.40	47.23	46.23	43.57
6. Sulama	51.17	49.20	48.90	49.57	42.43	51.87	51.07	50.07	49.73	43.70
7. Sulama	57.57	55.40	53.03	52.27	47.00	51.27	50.27	49.70	49.10	46.07



Şekil 3. 39. 2018 yılı sorgum bitkisi sulamadan önce ve sonra klorofil içeriği grafiği

2019 yılında sorgum bitkisi klorofil içeriği değeri 4. sulamaya kadar artmış bu dönemden hasada kadar azalmış ve en düşük değere hasatta ulaşmıştır. En yüksek klorofil içeriği değeri 4. sulamada S₁₀₀ konusunda 40.23 çıkarken en düşük 8. sulamada M₂₀ konusunda 29.93 olarak çıkmıştır. Genel olarak incelendiğinde M₁₀₀ konusu diğer konulara göre daha yüksek klorofil içeriğine sahiptir. Diğer konular bu değerler arasında değişmiştir. Sulamadan önce elde edilen klorofil içeriği değerlerinin sulamadan sonra elde edilen değerlerden ciddi bir farkı olmamıştır. Bu durumda sulamanın kısa dönemde klorofil oranını değiştiremediğini göstermiştir.

Bitkinin yetiştirme dönemi boyunca yapılan ölçümlere göre klorofil içeriği değerlerini gösteren grafik incelendiğinde uygulanan su kısıntısının miktarına bağlı olarak düşüş gösteren klorofil içeriği genel olarak su stresi uygulanmayan konularında yüksek, su kısıntısının olduğu konularda ise azalma eğilimi göstermiştir. Her iki yıl birlikte değerlendirildiğinde de sulama suyunun tam verildiği konudan en fazla kısıntının yapıldığı konuya doğru azalmanın olduğu, sulamadan sonra alınan ölçümlerin sulamadan önce alınan ölçümlerden çok farklı çıkmadığını dolayısıyla sulamanın kısa süre içinde (1-2 gün) klorofil içeriğini etkilemediğini göstermiştir.

Çizelge 3. 201. 2019 yılı sorgum bitkisi sulamadan önce ve sonra klorofil içeriği değerleri

Sulamalar	Sulamadan önce					Sulamadan sonra				
	S ₁₀₀	S ₈₀	S ₆₀	S ₄₀	S ₂₀	S ₁₀₀	S ₈₀	S ₆₀	S ₄₀	S ₂₀
1. Sulama	39.77	39.10	39.00	39.63	38.57	39.37	38.47	34.25	37.00	37.35
2. Sulama	34.47	34.47	34.97	34.10	32.63	36.40	36.30	34.40	34.77	33.53
3. Sulama	40.37	36.37	35.40	36.07	35.47	32.57	30.80	31.00	31.87	30.50

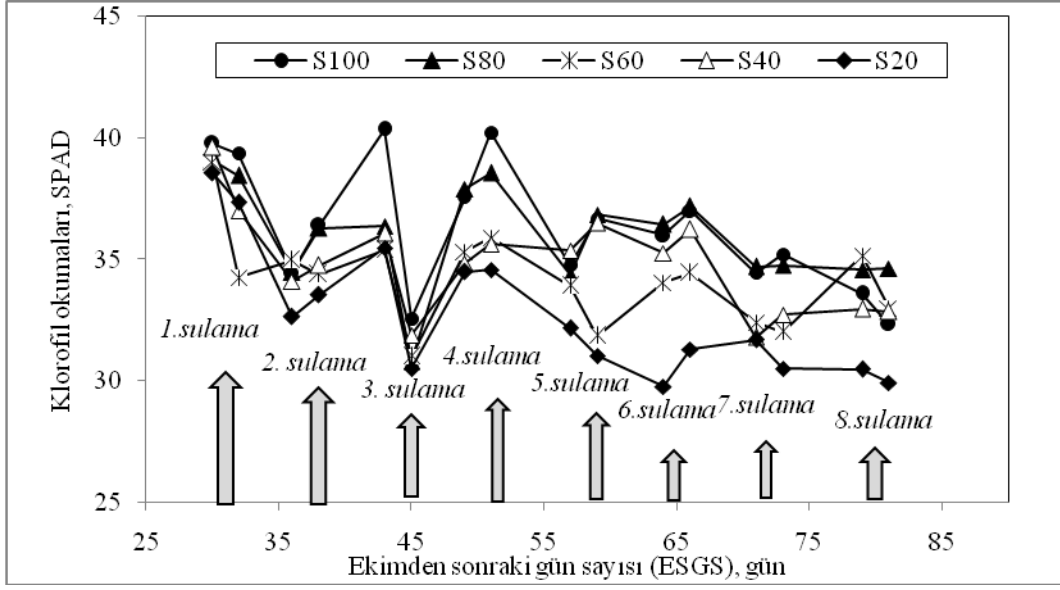
4. Sulama	37.57	37.90	35.30	34.83	34.50	40.23	38.57	35.90	35.63	34.57
5. Sulama	34.77	34.35	33.90	35.37	32.17	36.70	36.83	31.85	36.50	31.03
6. Sulama	36.00	36.45	34.03	35.25	29.77	37.00	37.20	34.43	36.25	31.30
7. Sulama	34.45	34.70	32.40	31.80	31.70	35.20	34.75	32.00	32.73	30.50
8. Sulama	33.60	34.57	35.17	32.95	30.47	32.33	34.63	33.00	32.85	29.93

Her iki yıl göz önüne alındığında silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin klorofil oranları arasında ciddi farklar görülmemiştir. Her iki bitki de azalan su miktarına göre benzer eğilimler göstermiştir.

Elde edilen sonuçlara göre sulama suyu miktarının azalmasıyla klorofil içeriği de azalmıştır. Buna bağlı olarak birçok araştırmacı stresin artmasıyla klorofil içeriğinin azaldığını bildirmiştir (Kırnak ve Demirtaş, 2003; Demirtaş ve Kırnak, 2009). Yolcu (2014) ise bu durumu su stresinin olmadığı konuların bitki kök bölgesinde daha fazla nem bulundurmasına bağlı olarak topraktaki azotun bitkideki ksilem dokuları aracılığıyla yapraklara iletildiğini ve burada klorofil içeriğini artırıcı etkide bulunduğunu bildirmiştir. Kabay ve Şensoy (2016) Bitkilerin herhangi bir olumsuz çevre koşullarından kötü etkilendiğinde bitkilerde hem klorofil hem de verim ve kalitede azalmaya sebep olduğunu gözlemlemiştir.

Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin klorofil içeriği için birçok araştırmacı değişik sonuçlar bulmuşlardır. Mısır için Argenta ve ark. (2001) 44 ile 48.5; Zotarelli ve ark. (2003) 56; Argenta ve ark. (2004) 52.1 ile 58; Hokmalipour ve Darbandi (2011) 36.44; Tunalı (2012) 46.27 ile 53.31; Kappes ve ark. (2013) 45.8 ile 62.9; Mısır için Kappes ve ark. (2014); Yolcu (2014) 42.9 ile 62; Carol ve ark. (2017) 34 ile 36.3; Galindo ve ark. (2019) 61.39 ile 70.78 olarak bulmuşlardır.

Sorgum için ise Yamamoto ve ark. (2006) 53; Jangpromma ve ark. (2010) 21.58 ile 39.55; Kassahun ve ark. (2010) 22 ile 51; Vinodhana ve Ganesamurthy (2010) 46; Kaplan ve Kara (2014) 41.87 ile 45.23; Mahama (2014) 44.4 ile 57.2; Abunyewa ve ark. (2016) 40 ile 52; Kumari ve ark. (2016) 40 ile 52; Sory ve ark. (2017) 43.6; Kiran ve ark. (2018) 42.16 ile 52.54 olarak bulmuşlardır.



Şekil 3.40. 2019 yılı sorgum bitkisi sulamadan önce ve sonra klorofil içeriği grafiği

Çalışmadan elde edilen sonuçlar yukarıda bahsedilen araştırmacıların yapmış oldukları çalışmaların bir kısmı ile benzerlik gösterirken bir kısmı ile de farklılık göstermiştir. Araştırmalar arasında görülen bu farklılıkların nedeninin topraktaki nem, azot vb çevre faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir

3.11. Bitki Boyu

Araştırmada sulama seviyelerine göre elde edilen bitki boyu değerleri Çizelge 3.22 ve Çizelge 3.2’de, sulama zamanına göre boy değişimi ise Şekil 3.41, Şekil 3.42, Şekil 3.43 ve Şekil 3.44’de verilmiştir. Çizelgelere göre araştırmanın yürütüldüğü 2018 yılında en yüksek bitki boyu silajlık mısırdaki M₁₀₀ konusunda 218.67 cm olarak görülürken en düşük 190.11 cm ile M₂₀ konusunda görülmüştür. 2019 yılında en yüksek bitki boyu silajlık mısırdaki M₁₀₀ konusunda 237 cm olarak görülürken en düşük 192 cm ile M₂₀ konusu olmuştur. Bu durum 2018 yılında silajlık sorgum bitkisinde en yüksek S₁₀₀ konusunda 240 cm olarak görülürken en düşük S₂₀ konusunda 185.69 cm olarak belirlenmiştir. 2019 yılında en yüksek S₁₀₀ konusunda 246 cm çıkan bitki boyu değerleri en düşük S₂₀ konusunda 187 cm olarak çıkmıştır. Diğer konulardan elde edilen bitki boyu değerleri her iki yılda da M₁₀₀ ile M₂₀ ve S₁₀₀ ile S₂₀ konularında meydana gelen bitki boyu değerleri arasında sırasıyla azalmıştır.

Çizelge 3.212. 2018 yılı silajlık mısır bitki boyu, cm

Yıllar	Sulamalar	Bitki boyu, cm				
		M ₁₀₀	M ₈₀	M ₆₀	M ₄₀	M ₂₀
2018		12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
	Sulama öncesi*	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
		65.00	65.00	65.00	65.00	65.00
	1. Sulama	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00
	2. Sulama	127.20	115.60	113.60	111.90	101.87
	3. Sulama	160.22	152.67	148.22	145.11	141.22
	4. Sulama	189.67	182.33	176.33	165.78	160.44
	5. Sulama	210.33	197.33	193.00	173.22	170.67
	6. Sulama	214.56	211.89	203.89	189.22	185.89
	7. Sulama	215.89	212.22	208.56	192.67	187.33
	Hasat	218.67	213.00	209.67	194.11	190.11
2019		10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
	Sulama öncesi*	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
		52.00	52.00	52.00	52.00	52.00
		77.00	77.00	77.00	77.00	77.00
	1. Sulama	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2. Sulama	120.22	124.67	115.67	112.00	107.00
	3. Sulama	158.67	154.11	146.67	141.89	126.00
	4. Sulama	186.11	179.33	168.78	159.00	147.78
	5. Sulama	222.83	214.00	198.72	188.00	172.50
	6. Sulama	232.33	219.22	201.00	194.33	184.00
7. Sulama	239.00	225.00	212.00	202.00	190.00	
8. Sulama	237.00	226.00	211.00	204.00	192.00	
	Hasat	237.00	227.00	212.00	204.00	192.00

*:Konulu sulamalara geçmeden önce yapılan ölçümler

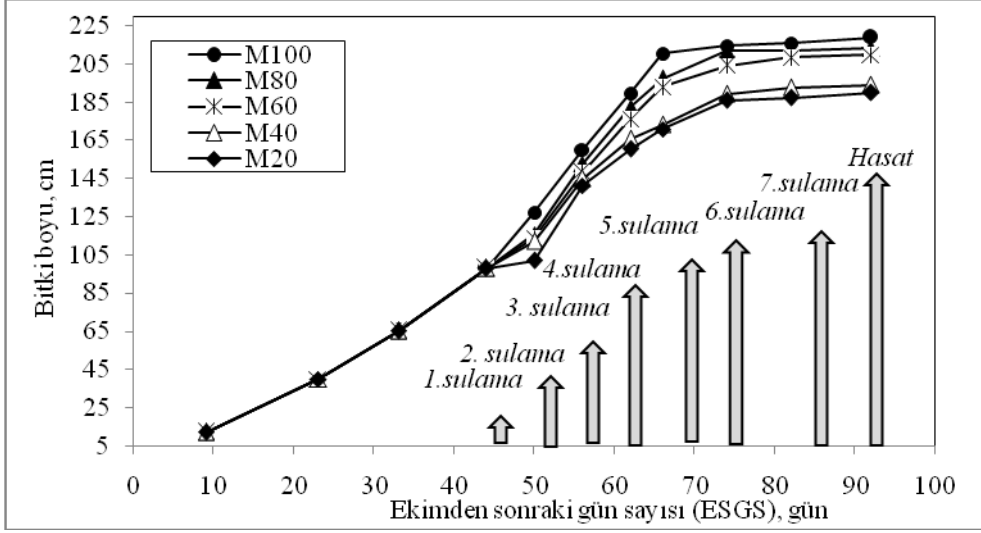
Su kısıtının artmasıyla bitki boyunun azaldığı daha önceki araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Otegui ve ark. 1995, Pandey ve ark. 2000, İstanbulluoğlu ve ark. 2002) Araştırmanın her iki yılında da silajlık sorgum bitkisinin (2019 yılı S₂₀ konusu hariç) bitki boyu değerleri silajlık mısır bitkisinden daha yüksek çıkmıştır. Benzer bir durum Geren ve Kavut (2008), Howell ve ark. (2008)'in çalışmalarında da görülmüştür. Acar ve ark. (2002) silajlık mısırdaki bitki boyunun artmasının verimi etkileyen unsurlardan biri olduğunu bildirmiştir. Dolayısıyla bitki boyunun yüksek olduğu konuların yeşil ot veriminin de yüksek olacağı anlaşılmaktadır.

Bitki boyu grafiklerinden de anlaşılacağı gibi tüm konularda bitki boyu değerleri koçan/salkım çıkarma dönemine kadar artış göstermiş, bu dönemden hasada kadar geçen sürede bitki boy artışı azalmış ve uzama durmuştur. Bu durum her iki bitkinin de sahip olduğu enerjinin büyük bir kısmını koçan/salkım oluşturma döneminde koçan, salkım ve tanelerin oluşumuna harcadığını bu sebeple boy için harcanacak enerjiyi azalttığından uzamanın azaldığını ya da durdurduğunu göstermiştir.

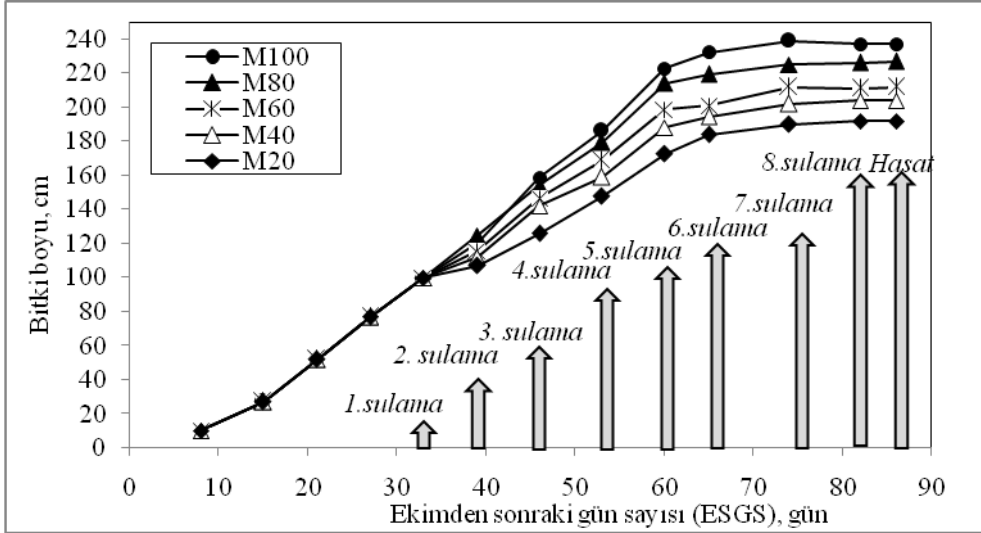
Çizelge 3.22. 2018 yılı silajlık sorgum bitki boyu, cm

Yıllar	Sulamalar	Bitki boyu, cm				
		S ₁₀₀	S ₈₀	S ₆₀	S ₄₀	S ₂₀
2018		16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
	Sulama öncesi*	52.00	52.00	52.00	52.00	52.00
		83.00	83.00	83.00	83.00	83.00
	1. Sulama	128.00	128.00	128.00	128.00	128.00
	2. Sulama	161.22	155.78	146.67	138.78	132.44
	3.Sulama	201.78	182.78	167.56	155.33	133.89
	4. Sulama	221.22	198.44	182.33	168.78	147.89
	5. Sulama	226.56	209.22	194.00	180.89	159.00
	6. Sulama	235.22	218.67	206.00	189.22	167.22
	7. Sulama	239.11	227.56	218.33	198.44	185.56
Hasat	240.00	228.90	219.10	199.11	185.69	
2019		13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
	Sulama öncesi*	33.00	33.00	33.00	33.00	33.00
		59.00	59.00	59.00	59.00	59.00
		87.00	87.00	87.00	87.00	87.00
	1. Sulama	104.00	104.00	104.00	104.00	104.00
	2. Sulama	133.00	120.78	116.00	112.00	116.00
	3.Sulama	167.33	151.00	145.67	138.00	126.00
	4. Sulama	186.67	178.78	168.67	161.78	157.44
	5. Sulama	213.11	204.83	195.00	182.00	177.00
	6. Sulama	234.44	220.44	206.33	196.78	181.11
7. Sulama	245.89	232.22	219.00	205.56	186.89	
8. Sulama	246.33	231.44	222.22	207.00	187.22	
Hasat	246.00	231.00	222.00	207.00	187.00	

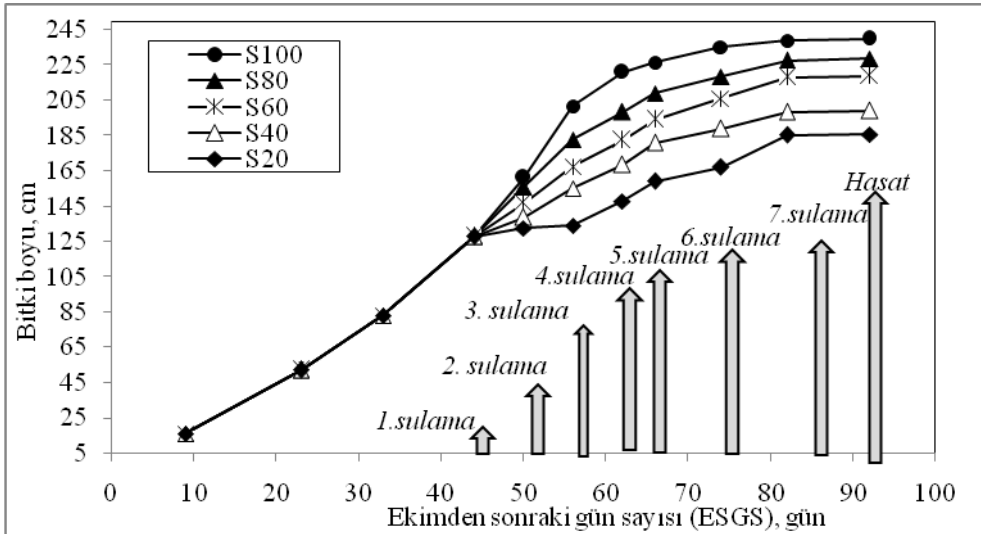
*:Konulu sulamalara geçmeden önce yapılan ölçümler



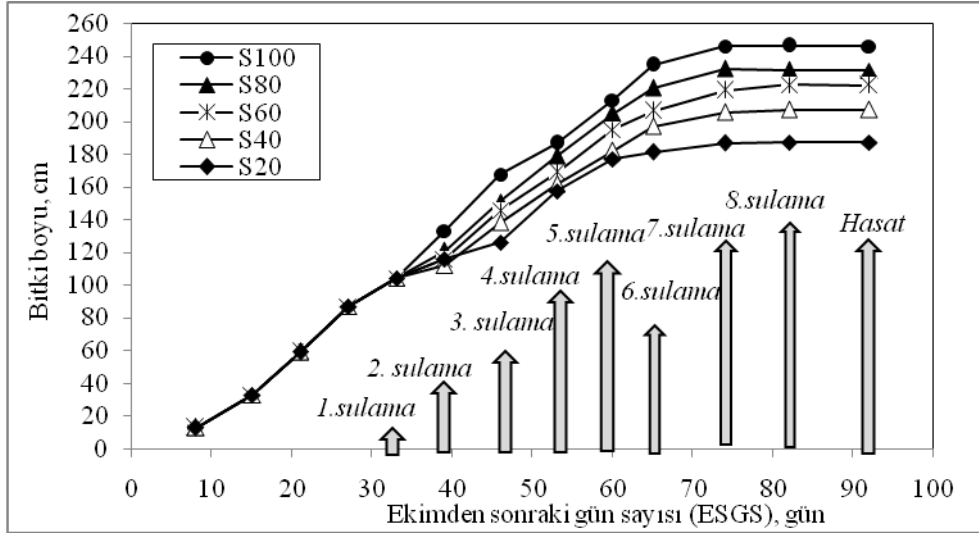
Şekil 3.41. 2018 yılı silajlık mısır bitki boyu grafiği



Şekil 3.42. 2019 yılı silajlık mısır bitki boyu grafiği



Şekil 3.43. 2018 yılı silajlık sorgum bitki boy grafiği



Şekil 3.44. 2019 yılı silajlık sorgum bitkisi bitki boy grafiği

Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin sulama seviyelerine göre hasat zamanı bitki boyu ortalama değerlere ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 3.24’de, sulama seviyelerine göre ortalama bitki boyu değerleri ve ortalamalar arasında oluşan farklılıklara göre yapılan Duncan gruplandırması ise Çizelge 3.25’de verilmiştir. Varyans analiz tablosundan elde edilen sonuçlara göre yıllar arasında %5, sulama seviyeleri arasında %1, tür*seviye interaksyonuna göre %5 düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur.

Çizelge 3.234. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin sulama seviyelerindeki boy değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	1	844.35	4.86*
Tür	1	394.95	2.27
Seviye	4	3024.58	17.42**
Yıl*Tür	1	293.04	1.69
Yıl*Seviye	4	26.04	0.15
Tür*Seviye	4	587.82	3.39*
Yıl*Tür*Seviye	4	57.31	0.33
Hata	36	173.64	

*, **: Sırasıyla $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ düzeylerinde önemli

Hasatta elde edilen ortalama bitki boyu değerlerine göre 2018-2019 ve her iki yılın ortalamasında mısır ve sorgum bitkileri arasında fark görülmemiştir. Yıllara göre ortalama bitki boyları arasında iki grup oluşmuştur. 2019 yılı ortalama boy değerleri 2018 yılına göre daha yüksek çıkmıştır. Sulama seviyelerine göre 2018 yılında iki grup (%100, %80, %60

birinci grup, %40 ve %20 ikinci grup), 2019 yılında ise beş grup (%100, %80 birinci grup, %60 ikinci grup, %40 üçüncü grup ve %20 dördüncü grup) oluşmuştur. İki yıllık ortalama sonuçlarına göre dört grup (%100 birinci grup, %80 ikinci grup, %60 üçüncü grup, %40 ve %20 üçüncü grup) oluşmuştur. En yüksek bitki boyu %100 sulanan konudan 231.85 cm olarak bulunurken en düşük bitki boyu ise %40 ve %20 konularından 202.35 ve 192.57 cm olarak bulunmuştur.

Çizelge 3.245. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin farklı sulama seviyeleri arasındaki ortalama bitki boyu ve ortalamalar arasındaki farka göre oluşan Duncan grupları

Sulama seviyeleri	2018			2019			2 yılın ortalaması		
	Mısır	Sorgum	Ort	Mısır	Sorgum	Ort	Mısır	Sorgum	Ort
%100	218.37	240.05	229.21 ^a	222.67	246.33	234.49 ^a	220.52	243.19	231.85 ^a
%80	212.94	228.58	220.76 ^a	217.89	231.44	224.66 ^a	215.41	230.01	222.71 ^{ab}
%60	209.68	219.33	214.50 ^a	222.44	222.22	222.33 ^{ab}	216.06	220.77	218.41 ^b
%40	194.16	199.37	196.76 ^b	214.67	201.22	207.94 ^{bc}	204.41	200.29	202.35 ^c
%20	190.13	185.71	187.91 ^b	207.22	187.22	197.22 ^c	198.67	186.46	192.57 ^c
Ort	205.05 ^a	214.60 ^a	209.83 ^b	216.97 ^a	217.68 ^a	217.33 ^a	211.01 ^a	216.14 ^a	

Yapılan önceki çalışmalarda silajlık mısır bitkisi boy değerlerini İstanbulluoğlu ve ark. (2002) 215 ile 240 cm; Kırnak ve ark. (2003) 175.85 ile 164.3 cm; Demirhan (2007) 196.15 cm; Arıtürk (2008) 95 ile 217 cm; Geren ve Kavut (2008) 236.4 cm; Howell ve ark. (2008) 260 cm; Vural ve Dağdelen (2008), 172 ile 238.80 cm; Kızıloğlu ve ark (2009) 57 ile 232 cm; Okursoy (2009) 123 ile 276 cm; Coşkun ve ark. (2013) 251 ile 291 cm; Saghafi ve ark. (2013) 165.1 ile 207.6 cm; Karadağ ve ark. (2014) 195.3 ile 224.2 cm; Kuşvuran ve Nazlı (2014) 247 ile 280 cm; Gönülal ve ark. (2015) 263.3 ile 269.9 cm; Ashraf ve ark. (2016) 157 ile 203.7 cm; Kaplan ve ark (2016) 184.13 ile 207.56; Uzun ve ark. (2017) 191.2 ile 197.3 cm; Al-Shaheen ve ark. (2018) 144 ile 202 cm; Kuşaksız ve Kuşaksız (2018) 216.03 ile 260.5 cm; Galindo ve ark. (2019) 215 ile 255 cm; Gönülal ve Soylu (2019) 241.4 ile 274.5 olarak bulmuşlardır.

Yapılan önceki çalışmalarda silajlık sorgum bitkisi boy değerlerini Oral (2001) 235 ile 263 cm; Ayub (2002) 135 ile 241.67 cm; Mahmud ve ark. (2003) 140 ile 162.16 cm; Gül ve Başbağ (2005) 163.7 cm; Güneş ve Acar (2005) 260.93 ile 284.80 cm; Tsuchihashi ve Goto (2005) 279 ile 360 mm; Demirhan (2007) 163 cm; Geren ve Kavut (2008) 337.2 cm; Howell ve ark. (2008) 280 cm; Başaran (2011) 135 ile 245 cm; Promkhambut ve ark. (2011) 139.88 ile 293.75 cm; Karadağ ve Özkurt (2013) 183.9 ile 224.2 cm; Saghafi ve ark. (2013) 157.8 ile 190.6 cm; Hussein ve Alva (2014) 82 ile 113 cm; Getachew ve ark. (2016) 180 ile 300 cm;

Aras, (2017) 116.34 ile 156.51 cm; Mangena ve ark. (2017) 150 ile 300 cm; Uzun ve ark. (2017) 189 ile 330.7 cm; Keskin ve ark. (2018b) 197.1 ile 299.4 cm; El- Samnoudi ve ark. (2019) 132.65 ile 148.8 cm; Kaplan ve ark. (2019) 203 ile 255.35 cm olarak bulmuşlardır.

Denemeden elde edilen sonuçlar yapılan daha önceki çalışmaların bazılarıyla benzerlik bazılarıyla da farklılık göstermektedir. Bunun nedeninin, araştırmanın yapıldığı bölgelerdeki farklı iklim koşulları, bitki çeşitleri ve birtakım kültürel işlemlerden kaynaklandığı söylenebilir (Karadağ ve Özkurt. 2014).

3.12. Gövde Çapı

Araştırmada sulama seviyelerine göre elde edilen gövde çapı değerleri Çizelge 3.26, ve Çizelge 3.27'de, sulama zamanına göre boy gövde çapı ise Şekil 3.45, Şekil 3.46, Şekil 3.47 ve Şekil 3.48'de verilmiştir. Çizelgelere göre araştırmanın yürütüldüğü 2018 yılında en yüksek gövde çapı silajlık mısırdaki M_{100} konusunda 23 mm olarak görülürken en düşük 21.11 mm ile M_{20} konusunda görülmüştür. 2019 yılında en yüksek bitki boyu silajlık mısırdaki M_{100} konusunda 23.17 mm olarak görülürken en düşük 18.40 mm ile M_{20} konusu olmuştur. Bu durum 2018 yılında silajlık sorgum bitkisinde en yüksek S_{100} konusunda 22.5 mm olarak görülürken en düşük S_{20} konusunda 18.11 olarak belirlenmiştir. 2019 yılında en yüksek S_{100} konusunda 21.03 mm çıkan bitki boyu değerleri en düşük S_{20} konusunda 17.55 olarak çıkmıştır. Diğer konulardan elde edilen bitki boy değerleri her iki yılda da M_{100} ile M_{20} ve S_{100} ile S_{20} konularında meydana gelen gövde çapı değerleri arasında sırasıyla azalmıştır.

Sulama suyunun azalmasıyla gövde çapı da azalmıştır. Bu durumu Gu ve ark. (2017) ve Mohammedi ve ark. (2017) azalan sulama suyu miktarının evapotranspirasyon ve fotosentetik oranı düşürmesinden kaynaklandığını gövde çapının sulama ile arttığını bildirmiştir.

Gövde çapı grafiklerinden de anlaşılacağı gibi tüm konularda gövde çapı değerleri koçan/salkım çıkarma dönemine kadar artış göstermiş, bu dönemden hasada kadar geçen sürede gövde çapı artışı azalmış ve durmuştur. Bu durum her iki bitkinin de sahip olduğu enerjinin büyük bir kısmını koçan/salkım oluşturma döneminde koçan, salkım ve tanelerin oluşumuna harcadığını bu sebeple gövde çapı için harcanacak enerjiyi azalttığından gövde gelişimini azaldığını göstermiştir.

Çizelge 3.256. 2018-2019 yılı silajlık mısır gövde çapı, mm

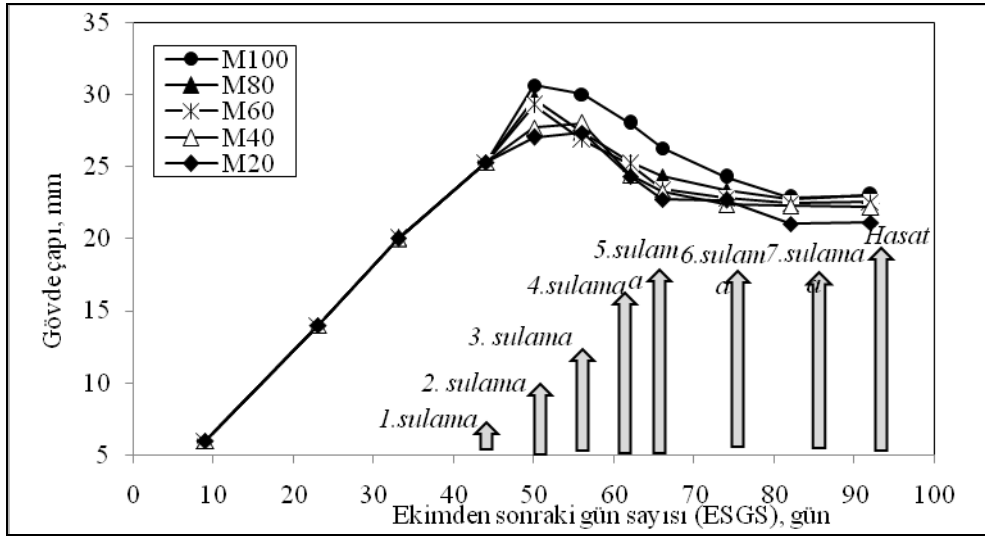
Yıllar	Sulamalar	Gövde çapı, mm				
		M ₁₀₀	M ₈₀	M ₆₀	M ₄₀	M ₂₀
2018		6	6	6	6	6
	Sulama öncesi*	14	14	14	14	14
		20	20	20	20	20
	1. Sulama	25.3	25.3	25.3	25.3	25.3
	2. Sulama	30.61	29.70	29.24	27.70	27.00
	3. Sulama	30.00	27.36	26.86	28.00	27.32
	4. Sulama	28.00	25.27	25.15	24.41	24.32
	5. Sulama	26.27	24.32	23.41	23.24	22.71
	6. Sulama	24.25	23.34	22.80	22.36	22.67
	7. Sulama	22.84	22.76	22.43	22.28	21.01
Hasat	23.00	22.98	22.53	22.18	21.11	
2019		4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
	Sulama öncesi*	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
		12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
		14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
	1. Sulama	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
	2. Sulama	23.17	22.29	21.07	20.56	18.78
	3. Sulama	24.32	23.69	23.15	21.04	19.74
	4. Sulama	25.75	25.44	24.80	23.28	20.88
	5. Sulama	27.34	26.94	25.47	24.71	22.62
	6. Sulama	24.77	23.96	22.22	21.33	20.44
7. Sulama	23.41	23.19	21.00	20.97	19.78	
8. Sulama	23.18	22.47	21.06	19.39	18.40	
Hasat	23.17	22.46	21.05	19.38	18.40	

*:Konulu sulamalara geçmeden önce yapılan ölçümler

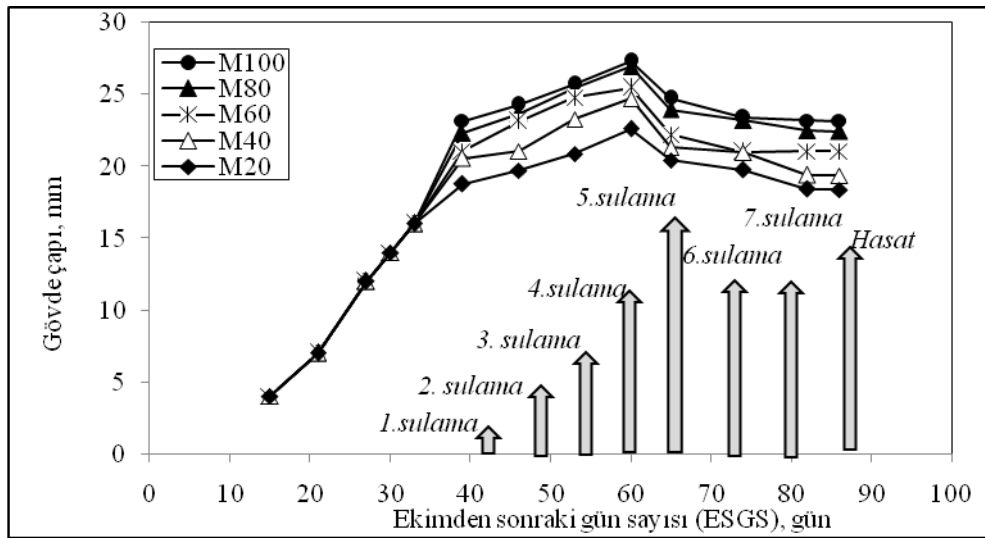
Çizelge 3.267. 2018 ile 2019 yılları silajlık sorgum gövde çapı, mm

Yıllar	Sulamalar	Gövde çapı, mm				
		S ₁₀₀	S ₈₀	S ₆₀	S ₄₀	S ₂₀
2018		5	5	5	5	5
	Sulama öncesi*	12	12	12	12	12
		18	18	18	18	18
	1. Sulama	23.58	24.40	23.15	22.96	20.15
	2. Sulama	24.81	25.88	24.27	23.77	22.18
	3.Sulama	27.68	27.05	25.14	24.66	22.50
	4. Sulama	24.60	24.62	23.89	23.57	22.85
	5. Sulama	23.67	23.79	22.75	22.62	21.90
	6. Sulama	23.19	22.68	21.54	20.99	20.71
	7. Sulama	22.59	21.59	21.12	19.39	18.37
Hasat	22.50	21.58	21.10	19.18	18.11	
2019		3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	Sulama öncesi*	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
		11.00	11.00	11.00	11.00	11.00
		13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
	1. Sulama	15.25	15.58	15.94	14.99	14.42
	2. Sulama	20.45	19.61	18.49	18.38	17.36
	3.Sulama	21.61	21.09	20.54	20.09	19.65
	4. Sulama	23.72	22.86	21.76	21.20	20.85
	5. Sulama	24.21	23.57	22.45	21.70	20.90
	6. Sulama	22.69	21.73	21.31	20.86	18.74
7. Sulama	21.07	20.48	20.25	19.55	17.69	
8. Sulama	21.02	20.00	19.34	18.41	17.55	
Hasat	21.03	19.99	19.33	18.40	17.55	

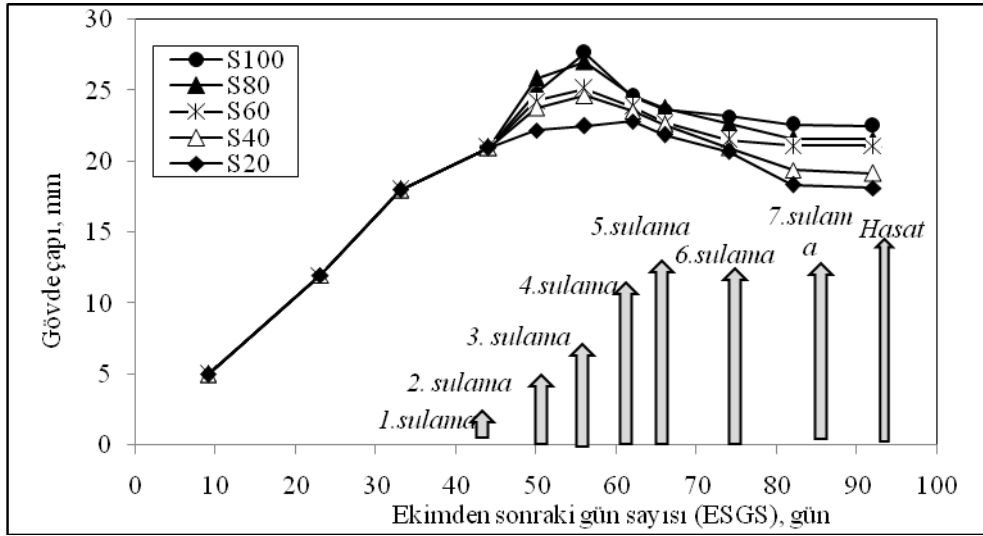
*:Konulu sulamalara geçmeden önce yapılan ölçümler



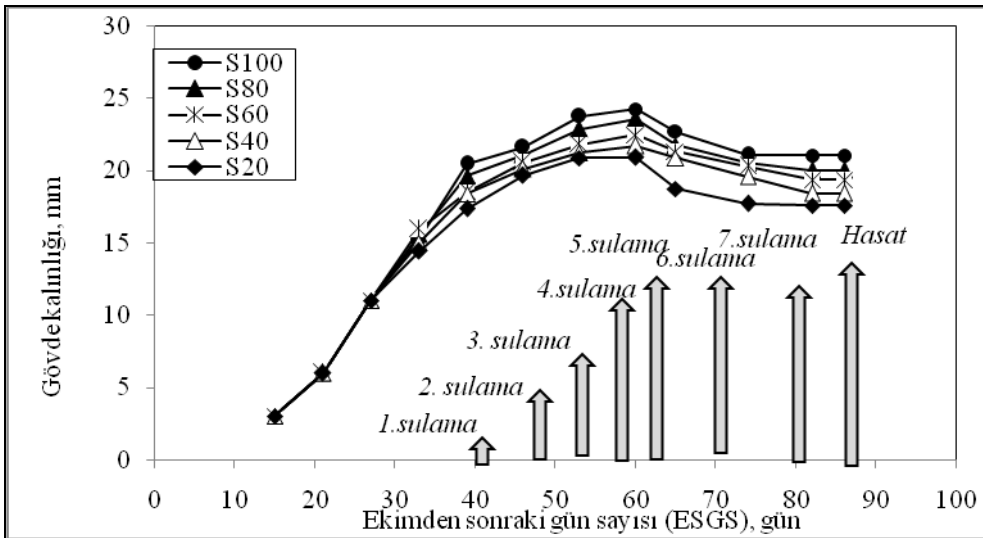
Şekil 3.45. 2018 yılı silajlık mısır gövde çapı grafiği



Şekil 3.46. 2019 yılı silajlık mısır gövde çapı grafiği



Şekil 3.47. 2018 yılı silajlık sorgum gövde çapı grafiği



Şekil 3.48. 2019 yılı silajlık sorgum gövde çapı grafiği

Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin sulama seviyelerine göre hasat zamanı gövde çapı ortalama değerlere ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 3.28'de, sulama seviyelerine göre ortalama bitki boyu değerleri ve ortalamalar arasında oluşan farklılıklara göre yapılan Duncan gruplandırması ise Çizelge 3.29'de verilmiştir. Varyans analiz tablosundan elde edilen sonuçlara göre türlere, seviyelere, yıl*tür interaksiyonuna göre gövde çapı değerleri arasında %5 olasılık düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur.

Çizelge 3.278. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin sulama seviyelerindeki gövde çapına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	1	26.77	2.55
Tür	1	45.72	4.36*
Seviye	4	25.82	2.46*
Yıl*Tür	1	0.18	0.02*
Yıl*Seviye	4	0.69	0.07
Tür*Seviye	4	0.25	0.02
Yıl*Tür*Seviye	4	2.28	0.22
Hata	36	10.47	

*: Sırasıyla $P < 0.05$ düzeyinde önemli

Bitki türlerine göre 2018 yılında iki grup oluşmuştur ve mısır bitkisi sorgumdan daha düşük çıkmıştır. 2018 yılında mısır 22.34 mm çıkarken sorgum 20.48 mm çıkmıştır. 2019 yılında türler aynı grupta yer alırken iki yıllık ortalama değere göre 2 grup oluşmuştur. Mısır bitkisi gövde çapı 21.62 mm çıkarken sorgum gövde çapı 19.87 mm çıkmıştır. Gövde çapının yüksekliğinin yüksek verim için önemli bir unsur olduğu bilinmektedir. Bununla ilgili Cruz ve ark. (2008) gövde çapı ne kadar büyük olursa, bitkinin tahıl dolumuna katkıda bulunan fotoassimilatları saklama kapasitesinin de o kadar büyük olacağını bildirmiştir. Bu durumda mısır bitkisinden sorgum bitkisine kıyasla daha fazla verim elde edilebileceğini düşündürmüştür.

Sulama seviyelerine göre 2018 yılında dört grup (%100 ve %80 birinci grup, %60 ikinci grup, %40 üçüncü grup ve %20 dördüncü grup) oluşmuştur. En yüksek gövde çapı değeri %100 ve %80 sulanan konuda sırasıyla 22.74 ve 22.24 mm çıkarken en gövde çapı değeri %20 sulanan konuda 19.61 mm çıkmıştır. 2019 yılında tüm sulama seviyeleri aynı grupta yer almıştır. İki yıllık ortalama sonuçlarına göre üç grup (%100 ve %80 birinci grup, %60, %40 ikinci grup ve %20 üçüncü grup) oluşmuştur. En yüksek gövde çapı %100 ve %80 sulanan konuda sırasıyla 22.42 ve 21.73 mm çıkarken en düşük gövde çapı %20 sulanan konudan 18.79 mm çıkmıştır. Bu sonuçlara göre %100 sulanan konulardan en fazla gövde çapına sahip olduğunu sulamada yapılan kısıntının gövde çapında düşüşe neden olduğu anlaşılmıştır.

Yıllara göre gövde çapı değerleri arasında fark oluşmamıştır. 2018 yılı ortalama gövde çapı 21.41 mm çıkarken 2019 yılında 20.08 mm çıkmıştır.

Çizelge 3.289. Çizelge 4. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin farklı sulama seviyeleri arasındaki ortalama gövde çapı ve ortalamalar arasındaki farka göre oluşan Duncan grupları

Sulama seviyeleri	2018			2019			2 yılın ortalaması		
	Mısır	Sorgum	Ort	Mısır	Sorgum	Ort	Mısır	Sorgum	Ort
%100	22.98	22.51	22.74 ^a	23.18	21.02	22.10 ^a	23.08	21.77	22.42 ^a
%80	22.97	21.52	22.24 ^a	22.47	20.00	21.23 ^a	22.72	20.76	21.73 ^a
%60	22.53	21.11	21.82 ^{ab}	21.06	19.34	20.19 ^a	21.79	20.22	21.00 ^{ab}
%40	22.13	19.18	20.65 ^{bc}	19.39	18.41	18.89 ^a	20.76	18.79	19.77 ^{ab}
%20	21.11	18.12	19.61 ^c	18.40	17.55	17.97 ^a	19.76	17.83	18.79 ^b
Ort	22.34 ^a	20.48 ^b	21.41 ^a	20.89 ^a	19.26 ^a	20.08 ^a	21.62 ^a	19.87 ^b	

Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin gövde çapı değeri için birçok araştırmacı değişik sonuçlar bulmuşlardır. Mısır için Değirmenci (2000) 16.4 ile 21.2 mm; Mülayim ve ark. (2002) 18.4 ile 40.1 mm; Budak ve Soya (2003) 17.3 ile 21.4 mm; Kırnak ve ark. (2003) 29.3 ile 23.3 mm; Güneş (2004) 23.03 ile 23.76 mm; Okay (2006) 24.0 ile 29.0 mm; Demirhan (2007) 22 mm; Arıtürk (2008) 21 ile 26 mm; Ergül (2008) 22.89 ile 29.62 mm; Çarpıcı (2009) 15.9 ile 25.0 mm; Kuşçu (2010) 23.2 ile 26.5 mm; Ashraf ve ark. (2016) 21.7 ile 29.2 mm; Kaplan ve ark (2016) 20.40 ile 21.90 mm; Kuşaksız ve Kuşaksız (2018) 19 ile 24.1 mm; Galindo ve ark. (2019) 20.8 ile 24.6 mm olarak bulmuşlardır.

Sorgum için Yatapanage (2001) 11.4 ile 13.4 mm; Ayub (2002) 6 ile 12.9 mm; Mahmud ve ark. (2003) 7.4 ile 11.3 mm; Güneş (2004) 11 ile 12.03 mm; Tsuchihashi ve Goto (2005) 17.3 ile 19.6 mm; Demirhan (2007) 23.5 mm; Almodares (2008) 15.4 ile 18.9 mm; Karadaş (2008) 17.91 ile 19.80 mm; Tuğay (2009) 12.95 mm; Başaran (2011) 11 ile 16 mm; Promkhambut ve ark. (2011) 12.6 ile 22.4 mm; Snider (2012) 16.07 ile 17.79 mm; Nejad ve ark. (2014) 14.7 ile 19.7 mm; Mangena ve ark. (2017) 8.3 ile 24.3 mm; Bilen (2018) 11.63 ile 12.38 mm; El-Samnoudi ve ark. (2019) 17 ile 20.1 mm; Yılmaz (2019) 9.21 ile 11.94 mm olarak bulmuşlardır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar yukarıda bahsedilen araştırmacıların yapmış oldukları çalışmaların bir kısmı ile benzerlik gösterirken bir kısmı ile de farklılık göstermiştir. Araştırmalar arasında görülen bu farklılıkların nedeninin bitki çeşidi, iklim ve toprak özellikleri, verilen gübre miktarından kaynaklanabileceğini düşündürmüştür.

3.13. Yaprak Sayısı

Araştırmada sulama seviyelerine göre elde edilen yaprak sayısı değerleri Çizelge 3.30, ve Çizelge 3.31’de, sulama zamanına göre yaprak sayısı ise Şekil 3.49, Şekil 3.50, Şekil 3.51

ve Şekil 3.52'de verilmiştir. Çizelgelere göre araştırmanın yürütüldüğü 2018 yılında en yüksek yaprak sayısı silajlık mısırdaki M₁₀₀ konusunda 13.78 adet bitki⁻¹ olarak görülürken en düşük 11 adet bitki⁻¹ ile M₂₀ konusunda görülmüştür. 2019 yılında en yüksek yaprak sayısı silajlık mısırdaki M₁₀₀ konusunda 13.44 adet bitki⁻¹ olarak görülürken en düşük 11.33 adet bitki⁻¹ ile M₂₀ konusu olmuştur. Bu durum 2018 yılında silajlık sorgum bitkisinde en yüksek S₁₀₀ konusunda 13.44 adet bitki⁻¹ olarak görülürken en düşük S₂₀ konusunda 10.33 adet bitki⁻¹ olarak belirlenmiştir. 2019 yılında en yüksek S₁₀₀ konusunda 12.22 adet bitki⁻¹ çıkan yaprak sayısı değerleri en düşük S₂₀ konusunda 11.22 adet bitki⁻¹ olarak çıkmıştır. Diğer konulardan elde edilen bitki boy değerleri her iki yılda da M₁₀₀ ile M₂₀ ve S₁₀₀ ile S₂₀ konularında meydana gelen yaprak sayısı değerleri arasında sırasıyla azalmıştır.

Yaprak sayısı grafiklerinden de anlaşılacağı gibi tüm konularda yaprak sayısı değerleri koçan/salkım çıkarma dönemine kadar artış göstermiş, bu dönemden hasada kadar geçen sürede gövde çapı artışı azalmış ve durmuştur. Bu durum her iki bitkinin de sahip olduğu enerjinin büyük bir kısmını koçan/salkım oluşturma döneminde koçan, salkım ve tanelerin oluşumuna harcadığını bu sebeple yeşil aksam için harcanacak enerjiyi azalttığından yaprak sayısının azaldığını göstermiştir.

Çizelge 3.30. 2018 -2019 yılı silajlık mısır yaprak sayısı

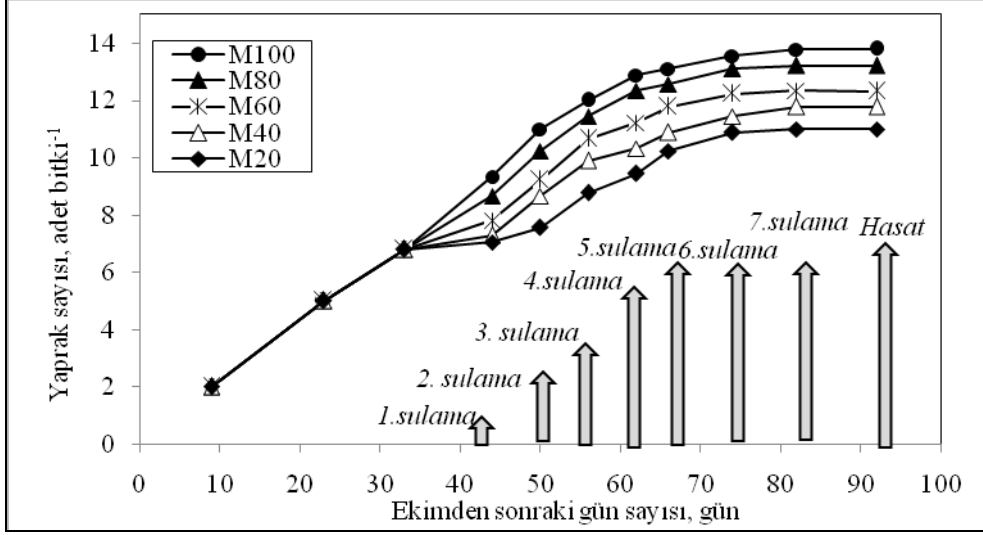
Yıllar	Sulamalar	Yaprak sayısı adet bitki ⁻¹				
		M ₁₀₀	M ₈₀	M ₆₀	M ₄₀	M ₂₀
2018		2	2	2	2	2
	Sulama öncesi*	5	5	5	5	5
		6.8	6.8	6.8	6.8	6.8
	1. Sulama	9.33	8.66	7.80	7.30	7.05
	2. Sulama	11.00	10.22	9.22	8.67	7.56
	3.Sulama	12.00	11.44	10.67	9.89	8.78
	4. Sulama	12.89	12.33	11.22	10.33	9.44
	5. Sulama	13.11	12.56	11.78	10.89	10.22
	6. Sulama	13.56	13.11	12.22	11.44	10.89
	7. Sulama	13.78	13.22	12.33	11.78	11.00
Hasat	13.80	13.22	12.33	11.78	11.00	
2019		2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	Sulama öncesi*	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
		5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
		7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
	1. Sulama	8.44	8.56	8.44	8.11	8.22
	2. Sulama	10.22	10.11	10.11	9.56	9.44
	3.Sulama	11.56	11.11	11.11	11.00	10.67
	4. Sulama	12.67	12.56	12.44	12.22	11.89
	5. Sulama	14.33	13.33	12.83	12.50	12.33
	6. Sulama	14.11	13.11	13.22	12.56	12.22
7. Sulama	14.00	13.67	13.33	13.11	11.67	
8. Sulama	13.44	12.78	12.11	12.00	11.33	
Hasat	13.44	12.77	12.11	12.00	11.33	

*: Konulu sulamalara geçmeden önce yapılan ölçümler

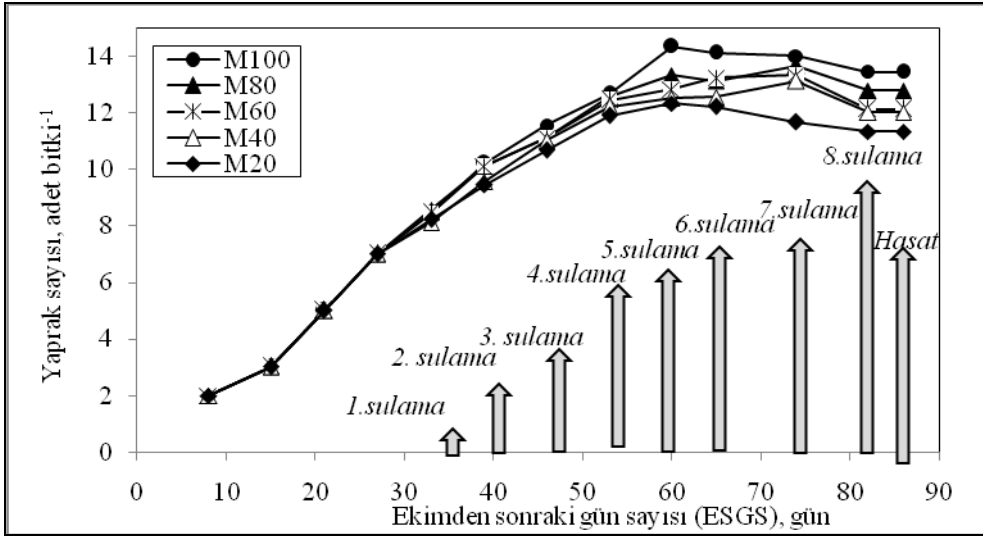
Çizelge 3.291. 2018-2019 yılı silajlık sorgum yaprak sayısı, adet bitki⁻¹

Yıllar	Sulamalar	Yaprak sayısı adet bitki ⁻¹				
		S ₁₀₀	S ₈₀	S ₆₀	S ₄₀	S ₂₀
2018		2	2	2	2	2
	Sulama öncesi*	5	5	5	5	5
		6	6	6	6	6
	1. Sulama	8.70	8.40	7.80	6.90	6.50
	2. Sulama	10.22	9.89	9.44	8.11	7.56
	3. Sulama	12.00	11.78	11.00	9.67	8.89
	4. Sulama	12.56	12.33	11.89	10.33	9.33
	5. Sulama	12.89	12.78	12.33	10.78	9.78
	6. Sulama	13.33	13.00	12.67	11.00	10.22
	7. Sulama	13.44	13.22	12.89	11.22	10.33
Hasat	13.44	12.98	12.89	11.22	10.33	
2019		2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	Sulama öncesi*	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
		5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
		7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
	1. Sulama	8.33	7.56	7.67	7.44	8.11
	2. Sulama	10.89	10.00	9.56	9.44	9.11
	3. Sulama	11.11	10.33	10.11	9.67	9.56
	4. Sulama	12.89	11.89	11.33	10.56	10.11
	5. Sulama	13.83	13.17	12.33	11.83	11.17
	6. Sulama	13.89	13.22	12.67	11.89	11.22
7. Sulama	13.67	13.44	13.00	12.00	11.89	
8. Sulama	12.22	11.89	11.78	11.44	11.22	
Hasat	12.22	11.88	11.77	11.44	11.22	

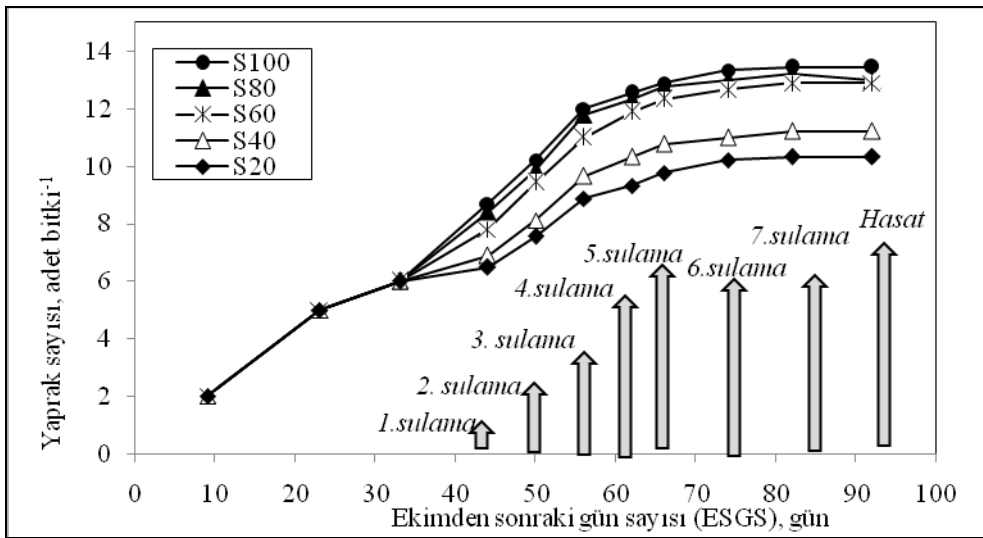
*: Konulu sulamalara geçmeden önce yapılan ölçümler



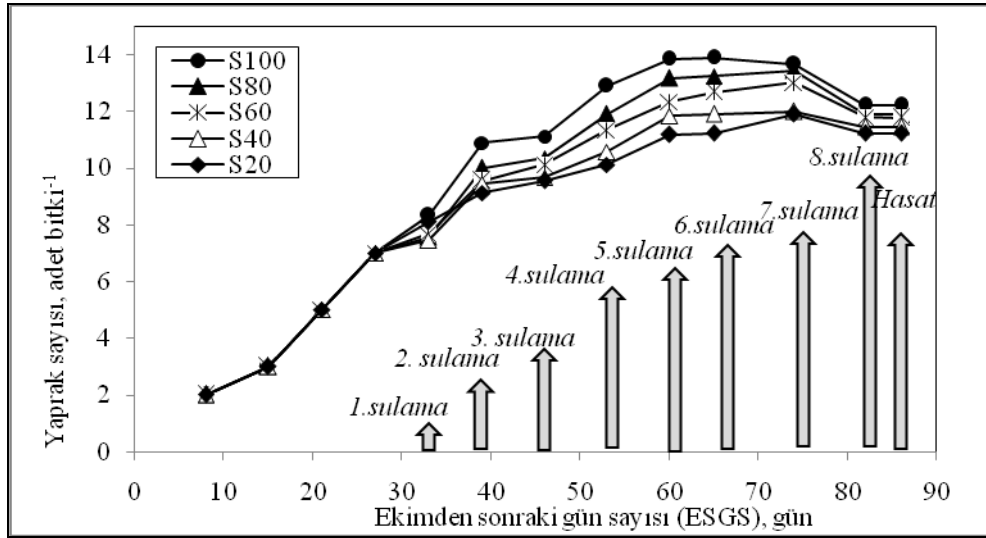
Şekil 3.49. 2018 yılı silajlık mısır yaprak sayısı grafiği



Şekil 3.50. 2019 yılı silajlık mısır yaprak sayısı grafiği



Şekil 3.51. 2018 yılı silajlık sorgum yaprak sayısı grafiği



Şekil 3.52. 2019 yılı silajlık sorgum yaprak sayısı grafiği

Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin sulama seviyelerine göre hasat zamanı yaprak sayısı ortalama değerlere ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 3.32’de, sulama seviyelerine göre ortalama bitki boyu değerleri ve ortalamalar arasında oluşan farklılıklara göre yapılan Duncan gruplandırması ise Çizelge 3.33’de verilmiştir. Varyans analiz tablosundan elde edilen sonuçlara göre türler için %,5 sulama seviyeleri için %1 düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur.

Çizelge 3.302. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin sulama seviyelerindeki yaprak sayısına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	1	1.35	2.40
Tür	1	2.54	4.52*
Seviye	4	9.71	17.27**
Yıl*Tür	1	0.66	1.18
Yıl*Seviye	4	1.36	2.42
Tür*Seviye	4	0.32	0.58
Yıl*Tür*Seviye	4	0.33	0.59
Hata	36	0.56	

*, **: Sırasıyla P<0.05 ve P<0.01 düzeylerinde önemli

Bitki türlerine göre 2018 yılında grup oluşmazken 2019 yılında iki grup oluşmuştur ve mısır bitkisi sorgumdan daha yüksek çıkmıştır. 2019 yılında mısır yaprak sayısı 12.33 adet bitki⁻¹ çıkarken sorgum 11.71 adet bitki⁻¹ çıkmıştır. İki yıllık ortalama değere göre 2 grup oluşmuştur. Mısır bitkisi yaprak sayısı 12.37 13.22 adet bitki⁻¹ çıkarken sorgum yaprak sayısı 11.96 13.22 adet bitki⁻¹ çıkmıştır. Gövde çapının yüksekliğinin yüksek verim için önemli bir

unsur olduğu bilinmektedir. Silajlık mısır bitkisinin sorguma kıyasla daha fazla yaprak sayısına sahip olduğu görülmüştür. Orak ve İptaş (1999) ve Sade ve ark. (2002) silajlık bitkiler için yaprak sayısı, ağırlığı ve oranının önemli olduğunu Vartanlı ve Emeklier (2007) ise yaprak sayısının artmasıyla asimilasyonun arttığını, asimilasyonun artması ile de verimin olumlu yönde etkilediğini gözlemlemiştir. Bu durumda silajlık mısırın sorguma göre daha verimli olabileceğini düşündürmüştür.

Sulama seviyelerine göre 2018 yılında iki grup (%100, %80 ve %60 birinci grup, %40 %20 ikinci grup) oluşmuştur. En yüksek yaprak sayısı %100 sulanan konuda sırasıyla 13.61 adet bitki⁻¹ çıkarken en düşük yaprak sayısı %20 sulanan konuda 10.66 adet bitki⁻¹ çıkmıştır. 2019 yılında dört grup (%100 birinci grup, %80 ikinci grup, %60 ve %40 üçüncü grup ve %20 dördüncü grup) oluşmuştur. İki yıllık ortalama sonuçlarına göre de beş grup (%100 birinci grup, %80 ikinci grup, %60 üçüncü grup, %40 dördüncü grup ve %20 beşinci grup) oluşmuştur. En yüksek yaprak sayısı %100 sulanan konuda 13.22 adet bitki⁻¹ çıkarken en düşük yaprak sayısı %20 sulanan konudan 10.97 adet bitki⁻¹ çıkmıştır. Bu sonuçlara göre %100 sulanan konulardan en fazla yaprak sayısına sahip olduğunu sulamada yapılan kısıntının yaprak sayısında düşüşe neden olduğu anlaşılmıştır.

Yıllara göre gövde çapı değerleri arasında fark oluşmamıştır. 2018 yılı ortalama yaprak sayısı 12.32 adet bitki⁻¹ mm çıkarken 2019 yılında 12.02 adet bitki⁻¹ çıkmıştır.

Çizelge 3.313. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin farklı sulama seviyeleri arasındaki ortalama yaprak sayısı ve ortalamalar arasındaki farka göre oluşan Duncan grupları

Sulama seviyeleri	2018			2019			2 yılın ortalaması		
	Mısır	Sorgum	Ort	Mısır	Sorgum	Ort	Mısır	Sorgum	Ort
%100	13.78	13.44	13.61 ^a	13.44	12.22	12.83 ^a	13.61	12.83	13.22 ^a
%80	13.22	13.22	13.22 ^a	12.78	11.89	12.33 ^{ab}	13.00	12.56	12.77 ^{ab}
%60	12.33	12.89	12.61 ^a	12.11	11.78	11.94 ^{bc}	12.22	12.33	12.27 ^b
%40	11.78	11.22	11.50 ^b	12.00	11.44	11.72 ^{bc}	11.89	11.33	11.61 ^c
%20	11.00	10.33	10.66 ^b	11.33	11.22	11.27 ^c	11.17	10.78	10.97 ^d
Ort	12.42 ^a	12.22 ^a	12.32 ^a	12.33 ^a	11.71 ^b	12.02 ^a	12.37 ^a	11.96 ^b	

Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin yaprak sayısı için birçok araştırmacı değişik sonuçlar bulmuşlardır. Mısır için Değirmenci (2000) 8.1 ile 12.7 adet bitki⁻¹; Mülayim ve ark. (2002) 8.6 ile 14.10 adet bitki⁻¹; Budak ve Soya (2003) 8.3 ile 13.2 adet bitki⁻¹; Güneş (2004) 13.80 ile 15.80 adet bitki⁻¹; Gungula ve ark. (2005) 5.17 ile 20.16 adet bitki⁻¹; Ergül (2008) 13 ile 18.46 adet bitki⁻¹; Vural ve Dağdelen (2008), 11.6 ile 13.5 adet bitki⁻¹; Okursoy (2009)

8.67 ile 13.67 adet bitki⁻¹; Moralar (2011) 15.33 ile 17.33 adet bitki⁻¹; Öner (2011) 7.6 ile 16.60 adet bitki⁻¹; Bulut (2016) 10.2 ile 12.2 adet bitki⁻¹; Han (2016) 13.6 ile 14.4 adet bitki⁻¹; Ekinci (2017) 12.2 ile 15.4 adet bitki⁻¹; Kuşaksız ve Kuşaksız (2018) 11.5 ile 13.78 adet bitki⁻¹; Öztürk (2019) 11.77 ile 12.40 adet bitki⁻¹ olarak bulmuşlardır.

Sorgum için Borell ve ark. (2000) 15 adet bitki⁻¹; Camacho ve ark. (2002) 6 ile 9 adet bitki⁻¹; Mahmud ve ark. (2003) 8.67 ile 10.67 adet bitki⁻¹; Güneş (2004) 8.46 ile 11.06 adet bitki⁻¹; Rosenthal ve Vanderlip (2004) 16 ile 19 adet bitki⁻¹; Akgün ve Acar (2008) 6 ile 17 adet bitki⁻¹; Miko ve Manga (2008) 12.3 adet bitki⁻¹; Başaran (2011) 8.7 ile 11.4 adet bitki⁻¹; Özkurt (2013) 7.5 ile 8.4 adet bitki⁻¹; Ahmed ve ark. (2017) 7.2 ile 12.3 adet bitki⁻¹; Ali ve ark. (2017) 11.22 ile 12.34 adet bitki⁻¹; Bilen (2018) 8.84 ile 9.62 adet bitki⁻¹; Keskin ve ark. (2018b) 9.5 ile 12.5 adet bitki⁻¹ olarak bulmuşlardır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar yukarıda bahsedilen araştırmacıların yapmış oldukları çalışmaların bir kısmı ile benzerlik gösterirken bir kısmı ile de farklılık göstermiştir. Araştırmalar arasında görülen bu farklılıkların nedeninin bitki çeşidi, iklim ve toprak özellikleri, verilen gübre miktarından kaynaklanabileceğini düşündürmüştür.

3.14. Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif (ADF)

Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin ADF değerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3.34, farklı sulama seviyeleri arasındaki ortalama ADF değerleri ve ortalamalar arasındaki farka göre oluşan Duncan grupları ise Çizelge 3.35’de verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre yıl*bitki türü interaksiyonu arasındaki farklılık %5 olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 3.324. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin sulama seviyelerindeki ADF değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	1	1.98	0.29
Tür	1	16.44	2.40
Seviye	4	6.87	1.00
Yıl*Tür	1	38.35	5.60*
Yıl*Seviye	4	1.49	0.22
Tür*Seviye	4	6.60	0.96
Yıl*Tür*Seviye	4	1.98	0.31
Hata	36	6.85	

*: P<0.05 düzeyinde önemli

Bitki türlerine göre 2018 yılında iki grup oluşmuştur ve mısır bitkisi sorgumdan daha düşük çıkmıştır. 2018 yılında mısır ADF değeri %24.49 çıkarken sorgum %27.13 çıkmıştır. Yemdeki sindirim kolaylığı açısından ADF oranının düşük miktarda olması beklenir (Van Soest 1994; Yavuz 2005). Dolayısıyla mısır yeminin sorgum yeminden daha kolay sindirilebildiği düşünülmüştür. 2019 yılı ve iki yılın ortalama değeri incelendiğinde mısır ve sorgum bitkileri ADF açısından aynı grupta yer almıştır. 2019 yılında mısır ADF değeri %25.72 çıkarken sorgumda %25.17 çıkmıştır. İki yılın ortalama ADF değerleri incelendiğinde mısır ADF değeri %25.17 çıkarken sorgumda %26.15 çıkmıştır.

Sulama seviyelerine göre 2018, 2019 ve iki yıllık ortalama değerler arasında fark çıkmamıştır. 2018 yılında ADF değerleri %24.52 ile 26.85 arasında değişirken 2019 yılında 24.40 ile %26.27 arasında değişmiştir. Her iki yılın ortalaması dikkate alındığında bu değerler %24.46 ile 26.35 arasında değişmiştir. Genel olarak değerler incelendiğinde %100 sulamanın yapıldığı konularda ADF değeri daha düşük çıkmıştır. Bu durum %100 sulanan konulardaki bitkilerin daha kolay sindirilebilir olduğunu düşündürmüştür. Bununla ilgili Seif ve ark. (2016), mısırdaki düşük sulama koşullarında ADF değerinin arttığını bildirmiştir.

Yıllara göre ADF değerleri arasında fark oluşmamıştır. 2018 yılı ortalama ADF değeri %25.81 çıkarken 2019 yılında %25.45 çıkmıştır.

Çizelge 3.335. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin farklı sulama seviyeleri arasındaki ortalama ADF değerleri ve ortalamalar arasındaki farka göre oluşan Duncan grupları

Sulama seviyeleri	2018			2019			2 yılın ortalaması		
	Mısır	Sorgum	Ort	Mısır	Sorgum	Ort	Mısır	Sorgum	Ort
%100	22.87	26.18	24.52 ^a	23.62	25.18	24.40 ^a	23.25	25.68	24.46 ^a
%80	23.44	28.12	25.77 ^a	26.13	26.42	26.27 ^a	24.78	27.27	26.02 ^a
%60	24.98	27.07	26.02 ^a	27.48	24.56	26.01 ^a	26.23	25.81	26.02 ^a
%40	24.32	27.47	25.89 ^a	25.01	24.43	24.72 ^a	24.67	25.95	25.30 ^a
%20	26.86	26.86	26.85 ^a	26.41	25.29	25.85 ^a	26.63	26.08	26.35 ^a
Ort	24.49 ^b	27.13 ^a	25.81 ^a	25.72 ^a	25.17 ^a	25.45 ^a	25.11 ^a	26.15 ^a	

Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin ADF değeri için birçok araştırmacı değişik sonuçlar bulmuşlardır. Mısır için Dunham (1998) %28; Salazar-Sosa ve ark. (2007) %28; Özdüven ve ark. (2009) %28.18; Bayram (2010) %33.18, Özgöz ve ark., (2010) %35.19; Simsek ve ark. (2011) %41.4 ile 42.52; Özata ve ark., (2012) %24.1 ile 40.9; Ayaz ve ark. (2013) %21.77 ile 27.14; Keleş ve Çıbık (2014) %24 ile 32; Sarubbi (2014) %26.5 Okan (2015) %29.9; Kaplan ve ark (2016) %24.29 ile 26.51; Seif ve ark. (2016) %22.1 ile 29.5; Reséndez ve ark. (2017) %27.2 ile 35.9; Öztürk ve Çarpıcı (2019) %20.48 olarak bulmuşlardır.

Sorgum için Dunham (1998) %32; Singh (2003) %47.50; Colombo ve ark. (2007) %34.9 ile 38; Torrecillas ve ark. (2011) %43.9 ile 45; Karadağ ve Özkurt (2013) %39.14 ile 40.92; Özkurt (2013) %39.46 ile 40.69; Sarubbi (2014) %23.5; Teixeira (2014) % 21.98 ile 23.64; Aras, (2017) %24.95 ile 27.54; Chakravarthi ve ark. (2017) %47.87 ile 78.86; Kaplan ve ark. (2017) %27.62 ile 50.01; Singh (2018) %36.8 ile 43.1; Kır ve ark. (2019) 30.1 ile 36.1 olarak bulmuşlardır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar yukarıda bahsedilen araştırmacıların yapmış oldukları çalışmaların bir kısmı ile benzerlik gösterirken bir kısmı ile de farklılık göstermiştir. Sonuçlar arasında farklılığın olma nedeninin bitki çeşidi, yetiştirilen bölgenin iklimi, toprak özellikleri ve bitkinin hasat zamanındaki farklılıklardan kaynaklandığını düşündürmektedir.

3.15. Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif (NDF)

Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin NDF değerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3.36 farklı sulama seviyeleri arasındaki ortalama NDF değerleri ve ortalamalar arasındaki farka göre oluşan Duncan grupları ise Çizelge 3.37’de verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre yıl* bitki türü etkisi arasındaki farklılık %1 olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 3.346. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin sulama seviyelerindeki NDF değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	1	8.32	0.56
Tür	1	3.51	0.23
Seviye	4	17.85	1.19
Yıl*Tür	1	150.63	10.05**
Yıl*Seviye	4	10.06	0.67
Tür*Seviye	4	9.41	0.63
Yıl*Tür*Seviye	4	2.23	0.15
Hata	36	14.98	

** : P<0.01 düzeyinde önemli

Bitki türlerine göre 2018 ve 2019 yılında iki grup oluşmuştur ve 2018 yılında mısır bitkisi sorgumdan daha düşük çıkarken 2019 yılında yüksek çıkmıştır. 2018 yılında mısır NDF değeri %50.03 çıkarken sorgum %53.68 çıkmıştır. 2019 yılında ise mısır %52.46 çıkarken sorgum %49.77 çıkmıştır. NDF’yi oluşturan yapıların hayvanlarda bulunan bağırsak enzimleri tarafından sindirilemediğinden (Saki ve ark., 2010) yemde NDF değerinin düşük çıkması istenmektedir. Başka bir deyişle yüksek NDF değerine sahip yemler hayvanlarda

sindirimi yavaşlattığı için hayvanda tokluk hissine neden olmaktadır. Dolayısıyla hayvanın tükettiği yem miktarı azalmaktadır (Van Soest,1994; Yavuz 2005). Her iki yılın ortalama değeri incelendiğinde mısır ve sorgum bitkileri NDF açısından aynı grupta yer almıştır. NDF değeri mısırdaki %51.24 çıkarken sorgumda %51.73 çıkmıştır. Nocek ve Russell (1988) silajlık mısır için %32.3 ile %68.3 aralığındaki NDF değerinin hayvan beslenmesi için uygun aralıklar olduğunu bildirmiştir.

Sulama seviyelerine göre 2018, 2019 ve iki yıllık ortalama değerler arasında fark çıkmamıştır. 2018 yılında NDF değerleri %49.32 ile %54.85 arasında değişirken 2019 yılında %50.11 ile %52.05 arasında değişmiştir. Her iki yılın ortalaması dikkate alındığında bu değerler %49.72 ile 52.99 arasında değişmiştir. Genel olarak değerler incelendiğinde kısıntılı sulamanın yapıldığı konularda NDF değeri daha yüksek çıkmıştır. Bu durum kısıntılı sulamanın yemde sindirimi yavaşlattığını düşündürmüştür. Bununla ilgili Seif ve ark. (2016) mısırdaki düşük sulama koşullarında NDF değerinin arttığını bildirmiştir.

Yıllara göre NDF değerleri arasında fark oluşmamıştır. 2018 yılı ortalama NDF değeri %25.81 çıkarken 2019 yılında %25.45 çıkmıştır.

Çizelge 3.357. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin farklı sulama seviyeleri arasındaki ortalama NDF değerleri ve ortalamalar arasındaki farka göre oluşan Duncan grupları

Sulama seviyeleri	2018			2019			2 yılın ortalaması		
	Mısır	Sorgum	Ort	Mısır	Sorgum	Ort	Mısır	Sorgum	Ort
%100	46.81	51.85	49.32 ^a	50.50	49.73	50.11 ^a	48.65	50.79	49.72 ^a
%80	49.08	54.38	51.73 ^a	52.59	51.51	52.05 ^a	50.84	52.94	51.89 ^a
%60	49.74	53.84	51.78 ^a	54.39	49.49	51.94 ^a	52.06	51.66	51.86 ^a
%40	50.24	52.97	51.60 ^a	51.10	49.61	50.35 ^a	50.67	51.29	50.98 ^a
%20	54.31	55.41	54.85 ^a	53.72	48.54	51.13 ^a	54.01	51.97	52.99 ^a
Ort	50.03 ^b	53.68 ^a	51.86 ^a	52.46 ^a	49.77 ^b	51.11 ^a	51.24 ^a	51.73 ^a	

Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin NDF değeri için birçok araştırmacı değişik sonuçlar bulmuşlardır. Mısır için Dunham (1998) %48; Özdüven ve ark. (2009) 45.87; Bayram (2010) %61.38; Özgöz ve ark., (2010) %59.48; Simsek ve ark. (2011) %60 ile 65.6; Özata ve ark., (2012) 47.5 ile 58.9; Ayaz ve ark. (2013) %53.22 ile 60.6; Amodu ve ark. (2014) %58.25; Keleş ve Çıbık (2014) %41 ile 52; Sarubbi (2014) %35.4; Okan (2015) %56.8; Kaplan ve ark (2016) %47.27 ile 48.73; Seif ve ark. (2016) %39.8 ile 50.7; Reséndez ve ark. (2017) %42.6 ile 53.5; Öztürk ve Çarpıcı (2019) %34.95 olarak bulmuşlardır.

Sorgum için Dunham (1998) %53; Carmi ve ark. (2005) %62.80; Colombo ve ark. (2007) %59.2 ile 64.2; Marsalis ve ark. (2010) %50.3 ile 50.4; Singh ve Shukla (2010) %65.8; Torrecillas ve ark. (2011) %68.3 ile 70.6; Karadağ ve Özkurt (2013) %61.3 ile 63; Özkurt (2013) %62.2 ile 62.9; Sarubbi (2014) %36.1; Teixeira (2014) % 35.16 ile 36.47; Aras, (2017) %53.70 ile 57.32; Chakravarthi ve ark. (2017) %70.13 ile 82.19; Kaplan ve ark. (2017) %41.36 ile 68.75; Singh (2018) %55 ile 68.72; Kır ve ark. (2019) %44.6 ile 57.2 olarak bulmuşlardır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar yukarıda bahsedilen araştırmacıların yapmış oldukları çalışmaların bir kısmı ile benzerlik gösterirken bir kısmı ile de farklılık göstermiştir. Chakravarthi ve ark. (2017) bu farklılıkların bitkiden alınan örneklerin olgunluklarındaki farklılık, değişik toprak tipleri ve bu bölgelerde geçerli olan tarımsal iklim koşullarına bağlı olabileceğini bildirmiştir.

3.16. Protein İçeriği

Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin protein oranı değerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3.38, farklı sulama seviyeleri arasındaki ortalama protein oranı değerleri ve ortalamalar arasındaki farka göre oluşan Duncan grupları ise Çizelge 3.39'da verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre seviyeler arasındaki farklılık %1, yıl* bitki türü interaksyonu arasındaki farklılık ise %5 olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 3.368. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin sulama seviyelerindeki protein oranına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	1	1.43	2.38
Tür	1	0.71	1.18
Seviye	4	4.76	7.90**
Yıl*Tür	1	2.87	4.77*
Yıl*Seviye	4	0.20	0.34
Tür*Seviye	4	0.63	1.05
Yıl*Tür*Seviye	4	0.76	1.26
Hata	36	0.60	

*, **: Sırasıyla $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ düzeylerinde önemli

Bitki türlerine göre 2018 yılında fark görülmezken 2019 yılında iki grup oluşmuştur. 2018 yılında mısır protein içeriği %8.09 çıkarken sorgum %8.31 çıkmıştır. 2019 yılında en yüksek protein içeriği %8.84 ile mısır çıkarken sorgum bitkisinde %8.18 çıkmıştır. Her iki

yılın ortalama değeri incelendiğinde mısır ve sorgum bitkileri protein içeriği açısından aynı grupta yer almıştır. Protein içeriği değeri mısırdaki %8.47 çıkarken sorgumda %8.25 çıkmıştır. Mison, 1990 hayvanların ve rumen mikroplarının bakımı için minimum protein içeriği gereksiniminin %7 olması gerektiğini bildirmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre protein içeriğinin uygun değerlerde olduğu anlaşılmaktadır.

Sulama seviyelerine göre 2018 yılında dört grup (%100 birinci grup, %80, %60 ikinci grup, %40 üçüncü grup ve %20 dördüncü grup) oluşmuştur. En yüksek protein içeriği %100 sulanan konuda %8.98 çıkarken en düşük protein içeriği %20 sulanan konuda %7.55 çıkmıştır. 2019 yılında ise iki grup (%100 birinci grup, %80, %60, %40 ve %20 ikinci grup) oluşmuştur. En yüksek protein içeriği %100 sulanan konuda %9.46 çıkarken en düşük protein içeriği %20 sulanan konudan %7.85 olarak çıkmıştır. İki yıllık ortalama sonuçlarına göre dört (%100 birinci grup, %80 ikinci grup, %60, %40 üçüncü grup ve %20 dördüncü grup) oluşmuştur. En yüksek verim %100 sulanan konuda %9.31 çıkarken en düşük verim %20 sulanan konudan %7.70 olarak çıkmıştır. Bu sonuçlara göre %100 sulanan konulardan en fazla protein içeriğinin elde edildiği sulamada yapılan kısıntının protein içeriğinde düşüşe neden olduğu anlaşılmıştır. Simsek ve ark. (2011), sulama seviyesinin artmasının protein oranını artırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Bununla beraber Mahama ve Doka (2019) yüksek protein içeriğini tam sulamanın yapıldığı konuda bulmuşlardır.

Yıllara göre protein içerikleri değerleri arasında fark oluşmamıştır. 2018 yılı ortalama protein içeriği değeri %8.51 çıkarken 2019 yılında %8.20 çıkmıştır.

Çizelge 3.379. Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin farklı sulama seviyeleri arasındaki ortalama protein oranları ve ortalamalar arasındaki farka göre oluşan Duncan grupları

Sulama seviyeleri	2018			2019			2 yılın ortalaması		
	Mısır	Sorgum	Ort	Mısır	Sorgum	Ort	Mısır	Sorgum	Ort
%100	8.19	9.78	8.98 ^a	9.95	9.34	9.46 ^a	9.07	9.56	9.31 ^a
%80	8.35	8.81	8.57 ^{ab}	8.97	8.10	8.53 ^b	8.66	8.45	8.55 ^b
%60	8.10	8.11	8.10 ^{ab}	8.82	8.25	8.53 ^b	8.46	8.18	8.32 ^{bc}
%40	8.10	7.53	7.81 ^{bc}	8.02	8.00	8.00 ^b	8.06	7.76	7.91 ^{bc}
%20	7.75	7.36	7.55 ^c	8.46	7.25	7.85 ^b	8.11	7.30	7.70 ^c
Ort	8.09 ^a	8.31 ^a	8.51 ^a	8.84 ^a	8.18 ^b	8.20 ^a	8.47 ^a	8.25 ^a	

Silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin protein içerikleri değeri için birçok araştırmacı değişik sonuçlar bulmuşlardır. Mısır için Dunham (1998) %8; Özgöz ve ark. (2010) %6.58; Simsek ve ark. (2011) %8.2 ile 8.4; Özata ve ark., (2012) %5.2 ile 9.06; Ayaz ve ark. (2013)

%10.44 ile 12.3; Ertek (2013) %10.63 ile 11.25; Saghafi ve ark. (2013) %7.65 ile 8.31; Keleş ve Çıbık (2014) %7 ile 7.5; Sarubbi (2014) %15.8; Getachew (2016) %5.95; Kaplan ve ark (2016) %6.99 ile 7.24; Kızılsimşek ve ark. (2016) %6.37 ile 8.48; Reséndez ve ark. (2017) %8.6 ile 9.6; Mahama ve Doka (2019) 9.61; Öztürk ve Çarpıcı (2019) %6.5 ile 7.35 olarak bulmuşlardır.

Sorgum için Spahr ve Ormiston (1968) %6.6 ile 19.6; Owen ve Moline (1970) %8.8 ile 10.9; Dunham (1998) %10; Çakmakçı ve ark. (1999) %7.20 ile 11.22; Güneş ve Acar (2005) %4.41 ile 5.15; Colombo ve ark. (2007) %12.3 ile 15.5; Marsalis ve ark. (2010) %7.2; Torrecillas ve ark. (2011) %4 ile 4.2; Liu ve ark. (2013) %10.14 ile 14.86; Saghafi ve ark. (2013) %8.11 ile 10.48; Sarubbi (2014) %15.5; Getachew (2016) %5.07 ile 5.83; Aras, (2017) 8.05 ile 9.52; Oral (2001) %6 ile 6.5; Karadağ ve Özkurt (2013) %9.45 ile 10.99; Özkurt (2013) %9.63 ile 9.81; Teixeira (2014) %4.14 ile 5.21; Chakravarthi ve ark. (2017) %5.29 ile 21.24; Kaplan ve ark. (2017) %3.62 ile 6.77; Singh (2018) %3.68 ile 6.71; Kır ve ark. (2019) %7.3 ile 10.4 olarak bulmuşlardır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar yukarıda bahsedilen araştırmacıların yapmış oldukları çalışmaların bir kısmı ile benzerlik gösterirken bir kısmı ile de farklılık göstermiştir. Hajibabaei ve Azizi (2012), pretein içeriğinin çevresel, tarımsal ve genetik faktörlerle etkileşime giren birçok interaksiyondan etkilendiğini, kuraklık ve toprak nem eksikliği durumunda mısır pretein içeriğini azalttığını vurgulamıştır. Chakravarthi ve ark. (2017) ise farklı yazarlar tarafından bildirilen değerlerin farklılığının, toprak tiplerindeki ve gübre uygulamalarındaki çeşitlilikten kaynaklanabilecek olduğunu vurgulamışlardır

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kahramanmaraş koşullarında silajlık mısır ve sorgum bitkilerine uygulanan farklı sulama seviyelerinin verim, verim bileşenleri, kalite ve bitkisel üretim fonksiyonları üzerine etkilerini, bitkilerin stres seviyesi ve en uygun sulama programının üretime olan ekonomik etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada, elde edilen sonuçlar ve aşağıdaki şekliyle özetlenmeye çalışılmıştır.

Sonuçlar genel olarak incelendiğinde çalışmanın her iki yılında da bazı iklim ve toprak parametrelerinin değişkenliğinin verim, verim bileşenleri, sulama miktarı, bitki su tüketimi gibi parametreleri farklı etkilediği anlaşılmaktadır.

Çalışma sonuçlarına göre Kahramanmaraş koşullarında ikinci ürün silajlık mısır ve sorgum bitkilerine her iki yılda da yetiştirme sezonu boyunca, en fazla sulama suyu M₁₀₀-S₁₀₀ konularına verilmiştir. Bu sonuçlardan yola çıkılarak belirlenen bitki su tüketimi değerleri de bitki su ihtiyacının tam olarak karşılandığı M₁₀₀ ve S₁₀₀ konularında en yüksek bulunmuştur. Bu değerler, 2018 ve 2019 yılında, silajlık mısır bitkisinde 1092-1017 mm, silajlık sorgum bitkisinde ise 928 ve 875 mm olarak elde edilmiştir. Diğer konularda ölçülen bitki su tüketimi değerleri ise uygulanan sulama suyu miktarına göre değişmiş, silajlık mısır bitkisinde M₈₀ konusunda 1035 ve 879 mm, M₆₀ konusunda 975-813 mm, M₄₀ konusunda 918-739 mm, M₂₀ konusunda 859 ve 667 mm olarak bulunmuştur. Silajlık sorgum bitkisinde bu değerler S₈₀ konusunda 982 ve 825 mm, S₆₀ konusunda 937-767 mm, S₄₀ konusunda 895 ve 720 mm, S₂₀ konusunda 856 ve 658 mm olarak belirlenmiştir.

Hasattan elde edilen yeşil ot verimi her iki yılda da en yüksek M₁₀₀ ve S₁₀₀ konularından elde edilmiştir. Bu değerler, 2018 ve 2019 yılında, silajlık mısır bitkisinde 8431.71 ve 6301.20 kg da⁻¹, silajlık sorgum bitkisinde ise 7037.14 ve 5040.97 kg da⁻¹ olarak elde edilmiştir. Diğer konularda ölçülen bitki su tüketimi değerleri ise uygulanan sulama suyu miktarına göre değişmiş, silajlık mısır bitkisinde M₈₀ konusunda 7083,06 ve 5648,30kg da⁻¹, M₆₀ konusunda 6810.28ve 4930.84 kg da⁻¹, M₄₀ konusunda 4722.99 ve 3213.74kg da⁻¹, M₂₀ konusunda 4465.14 ce 2083.19 kg da⁻¹olarak bulunmuştur. Silajlık sorgum bitkisinde bu değerler S₈₀ konusunda 7037.14 ve 5040.97 kg da⁻¹, S₆₀ konusunda 6023.31 ve 4379.87 kg da⁻¹, S₄₀ konusunda 4683.76 ve 3359.28 kg da⁻¹, S₂₀ konusunda 3727.42 ve 2731.01 kg da⁻¹olarak belirlenmiştir.

2018 yılında en yüksek toprak üstü kuru madde miktarı silajlık mısırdaki M₁₀₀ konusunda 2300 kg da⁻¹, en düşük 1663 kg da⁻¹ ile M₂₀ konusunda çıkmıştır.. 2019 yılında

ise yine M_{100} konusunda 1860 kg da^{-1} çıkarken en düşük 1298 kg da^{-1} ile M_{20} konusu çıkmıştır. Sorgum bitkisinde ise en yüksek S_{100} konusunda 2108 kg da^{-1} , en düşük S_{20} konusunda 1458 kg da^{-1} çıkmıştır. 2019 yılında ise en yüksek S_{100} konusunda 1868 kg da^{-1} , en düşük ise S_{20} konusunda 11371 kg da^{-1} olarak çıkmıştır.

Bitki verim tepki etmeni 2018 ve 2019 yılında, silajlık mısır bitkisinde 1.96 ve 2.3, silajlık sorgum bitkisinde ise sırasıyla 2.03 ve 1.97 olarak elde edilmiştir.

Su kullanım etkinliği (WUE) her iki yılda da en yüksek M_{100} ve S_{100} konularından elde edilmiştir. Bu değerler, 2018 ve 2019 yılında, silajlık mısır bitkisinde 7.72 ve 6.79 kg m^{-3} , silajlık sorgum bitkisinde ise 6.92 ve 5.76 kg m^{-3} olarak elde edilmiştir. Diğer konularda ölçülen bitki su tüketimi değerleri ise uygulanan sulama suyu miktarına göre değişmiş, silajlık mısır bitkisinde M_{80} konusunda 6.84 ve 6.43 kg m^{-3} , M_{60} konusunda 6.99 ve 6.07 kg m^{-3} , M_{40} konusunda 5.14 ve 4.35 kg m^{-3} , M_{20} konusunda 5.43 ve 3.12 kg m^{-3} bulunmuştur. Silajlık sorgum bitkisinde bu değerler S_{80} konusunda 6.13 ve 5.31 kg m^{-3} , S_{60} konusunda 5.99 ve 4.71 kg m^{-3} , S_{40} konusunda 5.23 ve 4.67 kg m^{-3} S_{20} konusunda 4.35 ve 4.15 kg m^{-3} belirlenmiştir.

Su kullanım etkinliği (IWUE) her iki yılda da en yüksek M_{100} ve S_{100} konularından elde edilmiştir. Bu değerler, 2018 ve 2019 yılında, silajlık mısır bitkisinde 9.94 ve 7.43 kg m^{-3} , silajlık sorgum bitkisinde ise 9.09 ve 6.51 kg m^{-3} olarak elde edilmiştir. Diğer konularda ölçülen bitki su tüketimi değerleri ise uygulanan sulama suyu miktarına göre değişmiş, silajlık mısır bitkisinde M_{80} konusunda 9.21 ve 7.34 kg m^{-3} , M_{60} konusunda 9.88 ve 7.15 kg m^{-3} , M_{40} konusunda 7.74 ve 5.27 kg m^{-3} , M_{20} konusunda 8.79 ve 3.93 kg m^{-3} bulunmuştur. Silajlık sorgum bitkisinde bu değerler S_{80} konusunda 8.49 ve 6.17 kg m^{-3} , S_{60} konusunda 8.71 ve 5.60 kg m^{-3} , S_{40} konusunda 8.07 ve 5.79 kg m^{-3} S_{20} konusunda 7.23 ve 5.30 kg m^{-3} belirlenmiştir.

Ortalama WDI değerleri her iki yılda da en düşük M_{100} ve S_{100} konularından elde edilmiştir. Bu değerler, 2018 ve 2019 yılında, silajlık mısır bitkisinde 0.18 ve 0.21 , silajlık sorgum bitkisinde ise 0.14 ve 0.20 olarak elde edilmiştir. Diğer konularda ölçülen bitki su tüketimi değerleri ise uygulanan sulama suyu miktarına göre değişmiş, silajlık mısır bitkisinde M_{80} konusunda 0.25 ve 0.26 , M_{60} konusunda 0.31 ve 0.33 , M_{40} konusunda 0.36 ve 0.38 , M_{20} konusunda 0.45 ve 0.47 olarak bulunmuştur. Silajlık sorgum bitkisinde bu değerler S_{80} konusunda 0.19 ve 0.22 , S_{60} konusunda 0.28 ve 0.31 , S_{40} konusunda 0.37 ve 0.39 , S_{20} konusunda 0.42 ve 0.46 olarak bulunmuştur.

Son sulama öncesi ve sonrasında yapılan klorofilmetre içeriği her iki yılda da en yüksek M_{100} ve S_{100} konularından elde edilmiştir. Bu değerler, 2018 ve 2019 yılında, sulamadan önce ve sulamadan sonra silajlık mısır bitkisinde sırasıyla 54.47 ve 54.63; 43.05 ve 42.57, silajlık sorgum bitkisinde ise 57.55 ve 51.27; 33.60 ve 32.33 olarak elde edilmiştir. Diğer konularda ölçülen bitki su tüketimi değerleri ise uygulanan sulama suyu miktarına göre değişmiş, silajlık mısır bitkisinde M_{80} konusunda 51.77 ve 51.95; 39.63 ve 39.37, M_{60} konusunda 51.33 ve 47.33; 34.60 ve 34, M_{40} konusunda 48.97 ve 47.27; 30.07 ve 30.20, M_{20} konusunda 45.33 ve 46.03; 30.13 ve 26.70 cm olarak bulunmuştur. Silajlık sorgum bitkisinde bu değerler S_{80} konusunda 55.40 ve 50.27; 34.57 ve 34.63, S_{60} konusunda 53.03 ve 49.70; 35.17 ve 33, S_{40} konusunda 52.27 ve 49.10; 32.95 ve 32.85, S_{20} konusunda 47 ve 46.07; 30.47 ve 29.93 olarak belirlenmiştir.

Hasattan önce elde edilen bitki boy değerleri her iki yılda da en yüksek M_{100} ve S_{100} konularından elde edilmiştir. Bu değerler, 2018 ve 2019 yılında, silajlık mısır bitkisinde 218 ve 237 cm, silajlık sorgum bitkisinde ise 240 ve 246 cm olarak elde edilmiştir. Diğer konularda ölçülen bitki su tüketimi değerleri ise uygulanan sulama suyu miktarına göre değişmiş, silajlık mısır bitkisinde M_{80} konusunda 213 ve 227 cm, M_{60} konusunda 2019.67 ve 212 cm, M_{40} konusunda 194.11 ve 204 cm, M_{20} konusunda 190.11 ve 192 cm olarak bulunmuştur. Silajlık sorgum bitkisinde bu değerler S_{80} konusunda 228.90 ve 231 cm, S_{60} konusunda 219.10 ve 222 cm, S_{40} konusunda 199.11 ve 207 cm, S_{20} konusunda 185.69 ve 187 cm olarak belirlenmiştir.

Hasattan önce elde edilen gövde çapı değerleri her iki yılda da en yüksek M_{100} ve S_{100} konularından elde edilmiştir. Bu değerler, 2018 ve 2019 yılında, silajlık mısır bitkisinde 22.98 ve 23.18 mm, silajlık sorgum bitkisinde ise 22.51 ve 21.02 mm olarak elde edilmiştir. Diğer konularda ölçülen bitki su tüketimi değerleri ise uygulanan sulama suyu miktarına göre değişmiş, silajlık mısır bitkisinde M_{80} konusunda 22.97 ve 22.47 mm, M_{60} konusunda 22.53 ve 21.06 mm, M_{40} konusunda 22.13 ve 19.39 mm, M_{20} konusunda 21.11 ve 18.40 mm olarak bulunmuştur. Silajlık sorgum bitkisinde bu değerler S_{80} konusunda 21.52 ve 20 mm, S_{60} konusunda 21.11 ve 19.34 mm S_{40} konusunda 19.18 ve 18.41 mm, S_{20} konusunda 18.12 ve 17.55 mm olarak belirlenmiştir.

Hasattan önce elde edilen yaprak sayısı değerleri her iki yılda da en yüksek M_{100} ve S_{100} konularından elde edilmiştir. Bu değerler, 2018 ve 2019 yılında, silajlık mısır bitkisinde 13.78 ve 13.44 bitki adet⁻¹, silajlık sorgum bitkisinde ise 13.44 ve 12.22 bitki

adet⁻¹ olarak elde edilmiştir. Diğer konularda ölçülen bitki su tüketimi değerleri ise uygulanan sulama suyu miktarına göre değişmiş, silajlık mısır bitkisinde M₈₀ konusunda 13.22 ve 12.78 bitki adet⁻¹, M₆₀ konusunda 12.33 ve 12.11 bitki adet⁻¹, M₄₀ konusunda 11.78 ve 12 bitki adet⁻¹, M₂₀ konusunda 11 ve 11.33 bitki adet⁻¹ olarak bulunmuştur. Silajlık sorgum bitkisinde bu değerler S₈₀ konusunda 13.22 ve 11.89 bitki adet⁻¹, S₆₀ konusunda 12.89 ve 11.78 bitki adet⁻¹, S₄₀ konusunda 11.22 ve 11.44 bitki adet⁻¹, S₂₀ konusunda 10.33 ve 11.22 bitki adet⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Hasatta bitkilerden alınan örneklerin ADF değerleri 2018 yılında silajlık mısır bitkisinde en yüksek M₂₀ konusunda %26.86 çıkarken bu durumu sırasıyla M₆₀, M₄₀, M₈₀ ve M₁₀₀ takip etmiştir. Bu değerler sırasıyla %24.98, %24.32, %23.44 ve %22.87 olarak çıkmıştır. 2019 yılında en yüksek M₆₀ konusunda %27.48 çıkarken bu durumu sırasıyla M₂₀, M₈₀, M₄₀ ve M₁₀₀ takip etmiştir. Bu değerler sırasıyla %26.41, %26.13, %25.01 ve %23.62 olarak çıkmıştır. 2018 ve 2019 yılında silajlık sorgumda en yüksek S₈₀ konusunda %28.12 ve %26.48 olarak çıkarken bu durumu S₄₀, S₆₀, S₂₀ ve S₁₀₀ konuları takip etmiştir. Bu değerler sırasıyla %27.47 ve %24.43, %27.07 ve %24.56, %26.86 ve %26.18 ve %25.18 olarak bulunmuştur.

Hasatta bitkilerden alınan örneklerin NDF değerleri 2018 yılında silajlık mısır bitkisinde en yüksek M₂₀ konusunda %54.31 çıkarken bu durumu sırasıyla M₄₀, M₆₀, M₈₀ ve M₁₀₀ takip etmiştir. Bu değerler sırasıyla %50.24, %49.74, %49.08 ve %46.81 olarak çıkmıştır. 2019 yılında en yüksek M₆₀ konusunda %54.39 çıkarken bu durumu sırasıyla M₂₀, M₈₀, M₄₀ ve M₁₀₀ takip etmiştir. Bu değerler sırasıyla %53.72, %52.59, %51.10 ve %50.50 olarak çıkmıştır. 2018 yılında silajlık sorgumda en yüksek S₂₀ konusunda %55.41 çıkarken bu durumu S₈₀, S₆₀, S₄₀, ve S₁₀₀ konuları takip etmiştir. Bu değerler sırasıyla %54.38, %53.84, %52.97 ve %51.85 olarak bulunmuştur. 2019 yılında en yüksek NDF değeri S₈₀ konusunda %51.51 olarak çıkarken bu durumu S₁₀₀, S₄₀, S₆₀ ve S₂₀ konularını takip etmiştir. Bu değerler sırasıyla %49.73, %49.61, %49.49 ve %48.54 olarak bulunmuştur.

Hasatta bitkilerden alınan örneklerin protein içeriği değerleri 2018 yılında silajlık mısır bitkisinde en yüksek M₈₀ konusunda %8.35 çıkarken bu durumu sırasıyla M₁₀₀, M₆₀, M₄₀ ve M₂₀₀ takip etmiştir. Bu değerler sırasıyla %8.19, %8.10, %8.10 ve %7.75 olarak çıkmıştır. 2019 yılında en yüksek M₁₀₀ konusunda %9.95 çıkarken bu durumu sırasıyla M₈₀, M₆₀, M₄₀ ve M₂₀ takip etmiştir. Bu değerler sırasıyla %8.97, %8.82, %8.02 ve %8.46 olarak çıkmıştır. 2018 yılında silajlık sorgumda en yüksek S₁₀₀ konusunda %9.78 çıkarken bu

durumu S₈₀, S₆₀, S₄₀, ve S₂₀ konuları takip etmiştir. Bu değerler sırasıyla %8.81, %8.11, %7.53 ve %7.36 olarak bulunmuştur.2019 yılında en yüksek protein içeriği değeri S₁₀₀ konusunda %9.34 olarak çıkarken bu durumu S₆₀,S₈₀,S₄₀ ve S₂₀konularıtakip etmiştir. Bu değerler dırasıyla %8.25, %8.10, %8 ve %7.85 olarak bulunmuştur.

İki yıllık çalışmanın sonuçlarına göre Kahramanmaraş koşullarında hem %100 sulanan hem de kısıntılı sulama ile sulanan silajlık mısır bitkisinden silajlık sorgum bitkisine göre daha yüksek verim ve net gelir elde edilmiştir. Her iki bitkidende yüksek verim sağlamak için %100 sulama önerilirken su kaynağının yetersiz olduğu yerlerde kısıntılı sulama yapılması önerilmiştir. %100 sulanan koşullarda silajlık sorgum bitkisinin verim, kalite ve net gelir açısından silajlık mısır bitkisine alternatif olarak yetiştirilmesinin beklenilenin aksine avantajlı olmadığı görülmüştür. Ancak %60 ve daha fazla su kısıtının olduğu yerlerde sorgum bitkisinin yetiştirilmesi önerilmiştir. Bitki stres belirteçlerinden WDI'nin daha doğru sonuçlar verdiği anlaşılmıştır. Bitki stresinin belirlenmesinde WDI'nin kullanılması önerilmiştir.

KAYNAKLAR

- Abunyewa, A.A., Ferguson, R.B., Wortmann, C.S., Mason, S.C. 2016. Grain Sorghum Leaf Reflectance and Nitrogen Status. *African Journal of Agricultural*, Vol. 11(10), pp. 825-836.
- Acar, R., Akbudak, M.A. ve Sade, B. 2002. Konya Ekolojik Şartlarında Sorgum X Sudan Otu Melezlerinin Verimleri ile Verimi Etkileyen Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi, Selçuk Üniversitesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (29), 88-95.
- Açıkgöz, E. 2001. *Yem Bitkileri Kitabı*. Bursa Uludağ Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Tarla Bitkileri Bölümü. S:204.
- Ahmed, S. E., El Naim, A. M. and Dagash, Yasin M. 2017. Agronomic Performance of Forage Sorghum Genotypes as Affected by Watering Interval in Semi-arid Environment. *World Journal of Agricultural Research*, 5:1(1-4).
- Akgün, N ve Acar, R. 2008. Şeker Koca Darısı (Sorghum Bicolor (L.) Moench Var. Saccharatum)'nın Dane Verim ve Verim Öğelerine Farklı Azot Dozlarının Etkisi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22 (46) 36-42.
- Akgün, R. 2016. Çukurova Koşullarında Yetiştirilen Ana ve II. Ürün Dane Mısır Çeşitlerinde Fenolojik Dönemlerin, Uyum Oranı ve Verim Unsurları ile Tane Verimi Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. S:77.
- Akıllı, H., Çığ, F., Pakyürek, M. 2019. Hassas Tarım Uygulamalarına Bir Örnek: Mısır Yetiştiriciliği. *UBAK Uluslararası Bilimler Akademisi*.
- Ali, K.H., Dagash, Y.M.I., Hamid, S.A.M. 2017. Screening of Some Sudanese Sorghum Cultivars for Better Phosphorus Use Efficiency. *Universal Journal of Plant Science* 7(1): 1-8.
- Allen, R.G., Pereira, L.S, Raes, D., Smith, M. 1998. *Crop evapotranspiration*, FAO, 300, Rome.
- Almodares, A, Taheri, R., Chung, M. ve Fathi, M. 2008. The Effect of Nitrogen and Potassium Fertilizers on Growth Parameters and Carbohydrate Contents of Sweet Sorghum Cultivars. *J. Environ. Biol.*, 29(6):849-852.
- Almodares, A., Hadi, M.R. 2009. Production Of Bioethanol From Sweet Sorghum: A Review. *African Journal Of Agricultural Research*, 4(9): 772- 780.

- Al-Shaheen, M.R., Al-Shaheen, M.A. ve Al-Shaheen, M.R. 2018. Effect of Biological Treatment under Water Stress Conditions on Maize (*Zea mays* L.). *Enz Eng*, Volume 7, Issue 1. ISSN: 2329-6674.
- Amodu J.T. Akpensuen, T.T. Dung, D.D.; Tanko, R.J. Musa, A. Abubakar, S.A. Hassan, M.R. Jegede, J.O. Sani, I. 2014. Evaluation of Maize Accessions for Nutrients Composition, Forage and Silage Yields. *Journal Agricultural Science* 6(4): 178-187.
- Anđın, N., Koç, M. 2007. İkinci Ürün Mısırdaki Farklı Sulama Zamanlarının Fotosentetik Su Kullanım Etkinliği Üzerine Etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü yayınları Cilt: 16-4.
- Anonim, 2011. Gıdalarda Ham Protein Tayini 541g10087. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Gıda Teknolojisi.
- Anonim, 2015. Toprak Numunesini Analize Hazırlama. Milli Eğitim Bakanlığı, Laboratuvar Hizmetleri, Ankara.
- Anonim, 2020a. <http://www.mku.edu.tr/files/898-184a5d0b-2a7b-4419-843f-9d2a8b682805.pdf>.
- Anonim, 2020b. (<https://www.tarimtedarik.com/colonia>).
- Anonim, 2020c. (<https://www.kite.hu/vetomag-palanta-oltvany/cirokfelek/es-foehn-cirok/32/599>),
- Aras, İ. 2017. Silajlık Sorgum (*Sorghum* sp.)'un Verim ve Kalitesi Üzerine Farklı Sulama Suyu Tuzluluk Seviyelerinin Etkileri. Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. S:56.
- Araya, A., Kisekka, I., Holman, J. 2016. Evaluating Deficit Irrigation Management Strategies for Grain Sorghum Using AquaCrop. *Irrig Sci* (2016) 34:465–48.
- Argenta, G., Silva, P.D, Bortolini, C.G., Forsthofer, E.L., Strieder, M.L. 2001. Relação Da Leitura Do Clorofilômetro Com Os Teores De Clorofila Extraível E De Nitrogênio Na Folha De Milho. *Rev Bras Fisiol Veg.* 13(2): 158-167.
- Argenta, G., Silva, P.R.F. Da., Sangoi, L. 2004. Leaf Relative Chlorophyll Content as an Indicator Parameter to Predict Nitrogen Fertilization in Maize. *Ciência Rural*, v.34, n.5.
- Arıtürk, M.E.2008. İkinci Ürün Silajlık Mısırın Sulama Zamanının Planlanması ve Su-Verim-Kalite İlişkilerinin Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi.Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.s:80.

- Asar, M., Yalçın, S., Yücel, G., Nadaroğlu, Y., Erciyas, H. 2008. Zirai Meteoroloji. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü yayınları.
- Ashraf, U., Salim, M.N., Sher, A., Sabır, S.U.S., Khan, A., Pan, S., Tang, X. 2016. Maize Growth, Yield Formation and Water-Nitrogen Usage in Response to Varied Irrigation and Nitrogen Supply Under Semi-Arid Climat. Turk J Field Crops. 21(1) 87-95.
- Atçeken, T. 2010. Fertigasyon Yöntemiyle Farklı Miktarlarda Azot ve Su Uygulamalarının Silajlık Mısır Verimi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi s:81.
- Ayaz, M., Özpınar, H., Yaman, S., Acar, A.A., Aksu, Y., Yavrutürk, Y., İnal, F.N., Aksu, S., Aygün, Y. 2013. İkinci Ürün Tarımında Yaygın Olarak Kullanılan ve Kullanılabilecek Olan Silajlık Mısır Çeşitlerinde Verim ve Kalite Özelliklerinin İncelenmesi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(3):1-11.
- Ayub, M., Nadeem, M.A., Tanveer, A. ve Husnain, A. 2002. Effect of Different Levels of Nitrogen and Harvesting Time on the Growth, Yield and Quality of Sorghum Fodder. Asian Journal of Plant Sciences. 1(4) 304-307.
- Ayyıldız, M. 1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1196, Ders kitabı: 344, 1-282 s., Ankara.
- Ball, J. 2001. Soil and Water Relationships. Noble Research Institute. September 1.
- Balmuk, Y. 2012. Konya ili Yunak ilçesi ekolojik koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek silajlık mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinin verim ve verim özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi. G. O Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı.
- Başaran, R. 2011. Bartın'da Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Çeşitlerinin İkinci Ürün Silajlık Olarak Yetiştirilmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. S:47.
- Bayraklı, F. 1986. Toprak ve Bitki Analizleri (Çeviri). 19 Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi S:77-79, Samsun
- Bean, B., Marsalis, M. 2012. Corn and Sorghum Silage Production Considerations. The High Plains Dairy Conference.
- Bilen, Y. 2018. Banaz Şartlarında 2. Ürün Sorgum X Sudanotu Yetiştirilmesi Olanakları Üzerine Bir Araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. S:28.

- Blake, G.R. 1965. Bulk Density. Agronomy Monographs. Chapter 30.
- Blake, G.R. ve Hartge, K.H. 1986. Bulk density. In: Klute, A., Ed., Methods of Soil Analysis, Part 1—Physical and Mineralogical Methods, 2nd Edition, Agronomy Monograph 9, American Society of Agronomy—Soil Science Society of America, Madison, 363-382.
- Borell, A.K., Hammer, G.L., Douglas, A.C.L. 2000. Does Maintaining Green Leaf Area in Sorghum Improve Yield under Drought? I. Leaf Growth and Senescence. Crop Sci. 40:1026–1037.
- Bouazzama, B., Xanthoulis, D., Bouaziz, A., Ruelle, P., Mailhol, J.C. 2012. Effect of water stress on growth, water consumption and yield of silage maize under flood irrigation in semi-arid climate of Tadla (Morocco).Hal Archives. Submitted on 18 Dec 2012.
- Bouyoucos, G.J., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils. Agronomy J. Vol: 43, p.434-438.
- Bozkurt, Y. 2005. Çukurova Koşullarında Damla Yöntemiyle Sulanan İkinci Ürün Mısır Bitkisinde Optimum Lateral Aralığının Belirlenmesi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst., Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 70s., Adana.
- Bronson, K.F., Chua, T.T., Booker, J.D., Keeling, J.W., Lascano, R.J. 2003. In-season Nitrogen Status Sensing in Irrigated Cotton: II. Leaf Nitrogen and Biomass. Soil Sci. Soc. Am. J. 67:1439–1448.
- Budak., B, Soya, H. 2003. İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Farklı Mısır (zea mays L.) Çeşitlerinin Hasıl Verimleri Üzerinde Bir Araştırma. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 13-17 Ekim 2003, Cilt:I, Isbn: 975-7635-19-7, S: 529-539.
- Bulut, M.E.2016.Farklı Sulama Yöntemleri Ve Seviyelerinin İkinci Ürün Silajlık Mısır (*Zea Mays L.*)’ın Verim Ve Verim Öğelerine Etkileri.İğdır Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.s:61.
- Camacho, R., Malavolta, E., Guerrero-Alves, J., Camacho, T. 2002. Vegetative Growth of Grain Sorghum in Response To Phosphorus Nutrition. Scientia Agricola, v.59, n.4, p.771-776.
- Campbell, G.S. 1977 An Introduction to Environmental Biophysics. Springer, Newyork.
- Campbell, P. 1985. Soil Physics with Basic. Elsevier Press., Amsterdam.

- Carmi, A., Umiel, N., Hagiladi, A., Yosef, E., Ben-Ghedalia, D ve Miron, J. 2005. Field Performance and Nutritive Value of Forage Sorghum Variety Pnina Recently Developed in Israel. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85:2567-2573.
- Carol, D.A., Hensen, N.C., Hopkins, B.G., DeJonge, K.C. 2017. Leaf Temperature of Maize and Crop Water Stress Index with Variable Irrigation and Nitrogen Supply. *Irrig Sci* 35:549–560.
- Cattani, M., Guzzo, N., Mantovani, R., ve Bailoni, L. 2017. Effects of Total Replacement of Corn Silage with Sorghum Silage on Milk Yield, Composition, and Quality. Cattani et al. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 8:15.
- Cerit, İ., Turkey, M. A., Sarihan, H, Şen, H.M., 2001. “Mısır Yetiştiriciliği”. www.tarimsalbilgi.org
- Cetin, M. 2017. Bazı İç Mekan Süs Bitkilerinde Klorofil Miktarının Değişimi. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 3(1):11-19.
- Chakravarthi, M.K., Reddy, Y.R., Rao, K.S., Ravi, A., Punyakumari, B ve Ekambaram, B. 2017. A Study on Nutritive Value and Chemical Composition of Sorghum Fodder. *International Journal of Science, Environment and Technology*, Vol. 6, No 1, 104–109.
- Colaizzi, P.D., C.Y. Choi, P.M. Waller, E.M. Barnes, T.R. Clarke. 2000. Determining Irrigation Management Zones in Precision Agriculture Using the Water Deficit Index at High Spatial Resolutions. 2000. ASAE Annual International Meeting. Pp. 1-19.
- Colaizzi, P.D., Barnes, E.M., Clarke, T.R., Choi, C.Y., Waller, P.M. 2003. Estimating soil moisture under low frequency surface irrigation using crop water stress index. *J Irrigation Drainage Eng* 129(1):27–35.
- Colombo, D., Crovetto, G.M., Colombini, S., Galassi, G., Rapetti, L. 2007. Nutritive Value of Different Hybrids of Sorghum Forage Determined in Vitro. *Ital. J. Anim. Sci.* Vol. 6 (Suppl. 1), 289-291.
- Coşkun, Y., Coşkun, A., Koşar, İ. 2013. Bazı At dişi Mısır Çeşitlerinin Yarı Kurak İklim Koşullarında Verim Performansları. *Ulusal KOP Bölgesel Kalkınma Sempozyumu*, 14-16 Kasım, Niğde, Türkiye, s: 1-4.
- Cruz, S.C.S., F.R.S. Pereira, J.R. Santos, A.W. Albuquerque, and E.T. Silva. 2008. Split Application of Nitrogen in Irrigated Maize Crop under No-Tillage System. (In

- Portuguese, with English abstract.) R. Bras. Eng. Agrí. AMB (Sao Paulo) 12:370–375. doi:10.1590/ S1415-43662008000400006.
- Curt, M.D., Fernández, J., Martínez, M. 1995. Productivity and water Use Efficiency of Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Monech) cv. “Keller” in Relation to Water Regime. *Biomass Bioenerg* 8:401-409.
- Çakır, R. 2004. Effect of Water Stress at Different Development Stages on Vegetative and Reproductive Growth of Corn. *Field Crops Research* 89: 1–16.
- Çakmak, B., Yalçın, H., Bilgen, H. 2013. Hasıl ve Fermente Mısır Silajlarının Ham Besin Maddesi İçeriği ve Kalitesine Paketleme Basıncı ve Depolama Süresinin Etkileri. *Tram Bilimleri Dergisi*. 19 (2013) 22-32.
- Çakmakçı, S., Gündüz, İ., Çeçen, S., Aydınlioğlu, B., Tüysüz, M.A. 1999. Sorgum (*Sorghum bicolor* L.)’un Silajlık Kullanımında Farklı Biçim Devrelerinin Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, Ek Sayı 3, 23: 603-611.
- Çamoğlu, G., Genç, L., Aşık, Ş. 2011. Tatlı Mısırdaki (*Zea mays saccharata Sturt*) Su Stresinin Fizyolojik ve Morfolojik Parametreler Üzerine Etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48 (2) :141-149.
- Çarpıcı, E.B., Kuşçu, H., Karasu, A., Öz, M. 2017. Effect Of Drip Irrigation Levels On Dry Matter Yield And Silage Quality Of Maize (*Zea Mays* L.). *Romanian Agricultural Research*, No. 34.
- Çetin, Ö., 1996. Harran Ovası Koşullarında İkinci Ürün Mısır Su Gereksinimi. Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları No: 90/63, Şanlıurfa.
- Çetin, Ö. 2020. Pamuk Bitkisinde Yüzey ve Yüzeyaltı Damla Sulamanın Toprak Sıcaklığı ve Toplam Kuru Madde (Biomass) Miktarına Etkisi. *Toprak Su Dergisi*, 9 (1) 45-54.
- Dağdelen, N., Yılmaz, E., Sezgin, F. and Gürbüz, T. 2006. Water–yield Relation and Water Use Efficiency of Cotton (*Gossypium Hirsutum* L.) and Second Crop Corn (*Zea mays* L.) in Western Turkey. *Agricultural Water Management*, 82 (1–2), 63–85.
- Dağdelen, N., Akçay, H., Sezgin, F., Ünay, A., Gürbüz, T. 2009. Farklı Sulama Rejimleri Altında Silajlık Mısırın Su Üretim Fonksiyonlarının Belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1): 55-64.

- Değirmenci, R. 2000. Ana Ürün Olarak Yetiştirilen Farklı Mısır Çeşitlerinin Hasıl ve Tane Verimleri Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Değirmenci, H. 2008. Sulama Yönetimi ve Sorunları. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, 20-22 Mart, Ankara.
- Demirhan, F. 2007. Silajlık Olarak Kullanılabilecek İkinci Ürün Bazı Yem Bitkisi Türlerinin Morfolojik Özellikleri ve Ot Verimi Üzerine Araştırmalar. Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Ana bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. s:35.
- Demirtaş, M.N. ve Kırnak, H. 2009. Kayısıda Farklı Sulama Yöntemleri ve Aralıklarının Fizyolojik Parametrelere Etkisi. YYÜ Tar. Bil. Derg., 19:79-83.
- Djaman, K., Irmak, S., Rathje, W.R., Martin, D.J., Eisenhauer, D.E. 2013. Maize Evapotranspiration, Yield Production Functions, Biomass, Grain Yield, Harvest Index, and Yield Response Factors under Full and Limited Irrigation. Transactions of the ASABE, Vol. 56(2): 273-293.
- Doorenbos, J. ve Kassam, A.H. 1979. Yield response to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 33. Rome, FAO
- Doorenbos, J., Kassam, A. H. 1986. Yield Response to Water. Irrigation and Drainage Paper No: 33 FAO, Rome, 1-193.
- Dunham, J.R. 1998. Relative Feed Value Measures Forage Quality. Forage Facts. 41. Kansas State AES and CES.
- Dündar, M., Ünlü, M., Yücel, C. 2019. The Effects of Different Water Levels on Biomass and Bioethanol Yield of Second Crop Sorghum in Çukurova Conditions. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi. 24 (Özel Sayı):211-221.
- Ekinci, M. 2017. Kahramanmaraş Koşullarında İkinci Ürün Mısır Çeşitlerinde Agromorfolojik Özelliklerinin, Su Stresi Ve Stoma İndekslerinin Araştırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. S:88.
- Erdal, Ş., Pamukçu, M., Ekiz, H., Soysal, M., Savur, O., Toros, A. 2009. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(1), 75–81.
- Ergül, Y. 2008. Silajlık Mısır Çeşitlerinin Önemli Tarımsal Ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. S:65.

- Erice, G., S. Louahlia, J.J. Irigoyen, M. Sanchez-Diaz, I.T. Alami, and J.C. Avice, 2011. Water use efficiency, transpiration and net CO₂ exchange of four alfalfa genotypes submitted to progressive drought and subsequent recovery. *Environmental and Experimental Botany* 72 (2011) 123–130pp.
- Ertek, A., Kara, B. 2013. Yield and Quality of Sweet Corn under Deficit Irrigation. *Agricultural Water Management* 129 :138– 144.
- Farré, I., 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(2006) s:135-143.
- Fereres, E., Soriano, M.A. 2007. Deficit Irrigation for Reducing Agricultural Water Use. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 58, No. 2, pp. 147–159.
- Galindo, F.S., Teixeira Filho, M.C.M., Buzetti, S., Pagliari, P.H., Santini, J.M.K., Alves, C.J., Megda, M.M., Nogueira, T.A.R., Andreotti, M. ve Arf, O. 2019. Maize Yield Response to Nitrogen Rates and Sources Associated with *Azospirillum brasilense*. *Agronomy Journal*, Volume 111, Issue 4.
- Garcia, N.M., Prom, L.K., Alanis, H.W ve Isakeit T. 2009. Effect of Temperature and Relative Humidity on Sorghum Ergot Development in Northern Mexico. *Australasian Plant Pathology*, 38, 632–637.
- Garofalo, P ve Rinaldi, M. 2013. Water-Use Efficiency of Irrigated Biomass Sorghum in a Mediterranean Environment. *Spanish Journal of Agricultural Research* 2013 11(4): 1153-1169.
- Gençel, B. 2009. İkinci Ürün Mısır Bitkisinde Bitki Su Stresi İndeksini (CWSI)Kullanarak Uygulanacak Sulama Suyu MiktarınınKestirimi. Çukurova Üniversitesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi. S:86.
- Geren, H., Kavut, Y.T. 2008. İkinci Ürün Koşullarında Yetiştirilen Bazı Sorgum (*Sorghum sp.*) Türlerinin Mısır (*Zea mays* L.) ile Verim ve Silaj KalitesiYönünden Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 46 (1): 9-16.
- Getachew, G., Putnam D.H., Ben C.M.D, Peters, E.J.D.2016. Potential of Sorghum as an Alternative to Corn Forage. *American Journal of Plant Sciences*. 2016. 7: 1106-1121.
- Gheysari, M., Sadeghi, S.H., Loescher, H.W., Amiri, S., Zareian, M.J., Majidi, M.M., Asgarinia, P., Payero, J.O. 2017. Comparison of Deficit Irrigation Management

- Strategies on Root, Plant growth and Biomass Productivity of Silage Maize. *Agricultural Water Management*. 182 :126–138.
- Golec, A.D., Szarejko, I. 2013. Open or Close Gate–Stomata Action under the Control of Phytohormones in Drought Stress Conditions. *Frontiers in Plant Science*. Volume 4. Article 138.
- Goshadrou, A., Karimi, K., Taherzadeh, M.J. 2011. Bioethanol Production From Sweet Sorghum Bagasse By *Mucir Hiemalis*. *Industrial Crops And Products*, 34: 1219-1225.
- Gökçel, F. 2008.Çukurova Koşullarında Yarı Islatmalı (Prd) Ve KısıntılıDamla Sulama Programlarının II. Ürün Mısır Verimi ve SuKullanma Randımanına Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. s:68.
- Gönen, E., Çolak, Y.B., Yazar, A., Tanriverdi, Ç., Sesveren, S. 2018. Bitkiye Dayalı Ölçümler Kullanılarak Gün İçerisinde En Uygun Sulama Zamanının Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı:281-289.
- Gönülal, E., Güngör, H., Soylu, S. 2015. Mısırdaki (Zea mays L.) Kısıtlı Sulama ile Farklı Tane Şekil ve İriliklerinin Verim ve Bazı Verim Unsurları Üzerine Etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 32 (2)24-31.
- Gönülal, E., Soylu, S. 2019. Mısır (Zea mays L.) Bitkisinde Farklı Fenolojik Dönemlerdeki Su Kısıntılarının Bazı Tarımsal Özellikler Üzerine Etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(4): 753–758.
- Greweling T and Peech M. 1960. Chemical Soil Tests. Cornell Univ. Agric. Exp. Stn. Bull. No.960. USA.
- Gu, Z., Qi, Z., Ma, L., Yuan, S. 2017. Water stress based deficit irrigation scheduling using RZWQM2 model for maize in Colorado. In 2017 ASABE Annual International Meeting, pp. 1. American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Gungula, D.T., Togun, A.O., Kling, J.G. 2005. The Influence of N Rates on Maize Leaf Number and Senescence in Nigeria. *World Journal of Agricultural Sciences* 1 (1): 01-05.
- Guoyan, P., Zhu, O., Quying, L., Qiang, Y.U, and Jishun, W. 2011. Water Consumption of Seven Forage Cultivars under Different Climatic Conditions in the North China Plain. *Journal of Resources and Ecology*, 2(1) 74-82.

- Gül, İ. ve Başbağ, M. 2005. Diyarbakır Koşullarında Silaj Sorgum Çeşitlerinde Verim ve Bazı Tarımsal Karakterlerin Belirlenmesi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 9 (1):15-21.
- Gündoğan, R., 1998. Land Use Interpretations at Taxonomic Categories Level for Kahramanmaraş Province, Turkey. M. Şefik Yeşilçay. International Symposium on Arid Region Soil, S:613-619, 21-24 Eylül, İzmir
- Güneş, A. 2004. Karaman Ekolojik Koşullarında Silajlık Hibrit Mısır Çeşitleri ve Sorgum –Sudan Otu Melezlerinin İkinci Ürün Olarak Yetiştirme İmkanlarının Belirlenmesi. S.Ü Fen Bilimleri Enst. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Y. Lisans Tezi, Konya.
- Güneş, A ve Acar, R. 2005. Karaman Ekolojik Koşullarında Silajlık Sorgum Sudanotu Melezinin İkinci Ürün Olarak Yetiştirme İmkanlarının Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(35):8-15.
- Güngör, Y., Erözel, Z., Yıldırım, O. 2012. Sulama Kitabı. Ankara Üniversitesi.Ziraat Fakültesi. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü.Yayın No:1592.s:28.
- Hajjibabaei, M. ve Azizi, A. 2012.Evaluation of New Maize Hybrids Based on Irrigation Efficiency and Water Use Efficiency and Kernel and Forage Yield. Int. J. Agric. Crop Sci., 4: 652-657.
- Hao B., Xue, Q., Marek, T.H., Jessup, K.E., Becker, J.D., Hou, X, Xu, W., Bynum, E.D., Bean, B.W., Colaizzi, P.C., Howell, T.A. 2018. Grain Yield, Evapotranspiration, and Water-Use Efficiency of Maize Hybrids Differing in Drought Tolerance. Irrigation Science,<https://doi.org/10.1007/s00271-018-0597-5>.
- Hoek, G.V.D. 2009. The Impact of Deficit Irrigation on the Productivity and Nutritive Quality of Forage Corn and Sorghum. University of California, Master of Science in Horticulture and Agronomy. S:32.
- Hokmalipour, S. Darbandi, M.H. 2011. Effects of Nitrogen Fertilizer on Chlorophyll Content and Other Leaf Indicate in Three Cultivars of Maize (*Zea mays* L.). World Applied Sciences Journal, 15(12): 1806-1811.
- Howell, T.A. Musick. J. T.. Tolck. J.A. 1986. Canopy Temperature of Irrigated Winter Wheat. Transaction of ASAE Vol. 29 (6):1692–1699.
- Hussein, M., Alva, K. 2014. Growth, Yield and Water Use Efficiency of Forage Sorghum as Affected by Npk Fertilizer and Deficit Irrigation Sorghum-Forage-Omitting of Irrigation-NPK Fertilizer-Growth, Yield-Water Use Efficiency. 5. 2134-2140. 10.13140/2.1.3557.0881.

- Igbadun, H.E., Salim, B.A., Tarimo, A.K.P.R. and Mahoo, H.F. 2008. Effects of Deficit Irrigation Scheduling on Yields and Soil Water Balance of Irrigated Maize. *Irrigation Science*, 27: 11–23.
- Istanbulluoglu, A., Kocaman, I. ve Konukcu, F. 2002. Water Use–Production Relationship of Maize under Tekirdag Conditions in Turkey. *Pakistan Journal of Biological Science*, 5 (3): 287–291.
- Jabereldar, A.A., El Naim, A.M., Dagash, Y.M., Abdalla, A.A., Ahmed, S.E. 2017. Effect of Water Stress on Drought Tolerance Index of Sorghum (*Sorghum Bicolor* L. Moench) in North Kordofan State. *University of Kordofan Journal of Natural Resources and Environmental Studies*, pp:11-20.
- Jackson, R. D. ve Pinter, P. J., Jr. 1981. Detection of water stress in wheat by measurement of reflected solar and emitted thermal IR radiation, in *Spectral Signatures of Objects in Remote Sensing*, Institut National de la Recherche Agronomique, Versailles, France, pp. 399-406.
- Jahansouz, R.M., Afshar, R.K., Heidari, A., 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*, Volume 10, No.4.
- James, L.G. 1988. Principles of Farm Irrigation System Design. John Wiley and Sons. Inc. New York. 543s.
- Jangpromma, N., Songsri, P.,Thammasirirak,S. ve Jaisil, P. 2010. Rapid Assessment of Chlorophyll Content in Sugarcane using a SPAD Chlorophyll Meter across Different Water Stress Conditions.*Asian Journal of Plant Sciences*, 9: 368-374.
- Kabay, T ve Şensoy, S. 2016. Kuraklık Stresinin Bazı Fasulye Genotiplerinde Oluşturduğu Enzim, Klorofil ve İyon Değişimleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(3): 380-395.
- Kadayıfçı, A., Yıldırım. O., 2000. Ayçiçeğinin Su-Verim İlişkileri. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. *Turk J Agric For* 137–145 Tübitak.
- Kaman, H. 2007. Çukurova Koşullarında Geleneksel Kısıntılı ve Yarı İslatmalı Sulama Uygulamalarına bazı Mısır Çeşitlerinin Verim Tepkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Doktora Tezi, Adana. S: 127.

- Kanber, R., Kırdar, C., Tekinel, O. 1992. Sulama Suyu niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yay. No. 21, Ders kitapları. Yayın No. 6, Adana, 341
- Kanber, R. 2002. Sulama. Çukurova Üniversitesi, Yayın No:174, Ders Kitapları Yayın No:A-52, Adana, 530 s.
- Kanemasu, E.T., Stone, L.R. ve Powers, W.L. 1976. Evapotranspiration Model Tested for Soybean and Sorghum. *Agron. J.* 68:569-572
- Kang, S., Shi, W., Zhang, J. 2000. An Improved Water-Use Efficiency for Maize Grown under Regulated Deficit Irrigation. *Field Crops Research*, 67: 207-214.
- Kaplan, M. ve Kara, R. 2015. Silaj Sorgum'da Bazı Fizyolojik Özelliklerin Verim Üzerine Etkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(3)20-31.
- Kaplan, M., Arslan, M., Kale, H., Kara, K. Ve Kokten, K. 2016. GT Biplot Analysis for Silage Potential, Nutritive Value, Gas and Methane Production of Stay-Green Grain Sorghum Shoots. *Cien. Inv. Agr.* 44(3):230-238.
- Kaplan, M., Baran, O., Unlukara, A., Kale, H., Arslan, M., Kara, K., Beyzi, S.B., Konca, Y., Ulas, A. 2017. The Effects of Different Nitrogen Doses and Irrigation Levels on Yield, Nutritive Value, Fermentation and Gas Production of Corn Silage. *Turk J.Field Crops*, 21(1) 100-108.
- Kaplan, M., Kara, K., Unlukara, A., Kale, H., Beyzi Buyukkilic, S., Varol, I.S., Kizilsimsek, M., Kamalak, A. 2019. Water Deficit and Nitrogen Affects Yield and Feed Value of Sorghum Sudangrass Silage. *Agricultural Water Management*, 218 (2019) 30-36.
- Kappes, C., Arf, O., Arf, M.V., Ferreira, J.P., Dal Bem E.A., Portugal, J.R. ve Vilela, R.G. 2013. Seeds Inoculation with Diazotrophic Bacteria and Nitrogen Application in Side-Dressing and Leaf in Maize. (In Portuguese, with English abstract.) *Semina: Ci. Agrár.* 34:527-538. doi:10.5433/1679-0359.2013v34n2p527.
- Kappes, C., Arf, O. Dal Bem, E.A., Portugal, J.R. veGonzaga, A.R. 2014. Nitrogen Management in Maize Crop under No-Tillage System. (In Portuguese, with English abstract.) *Rev. Bras. Milho Sorgo* 13:201- 217. doi:10.18512/1980-6477/rbms.v13n2p201-217
- Kara, S. 2011. Konya Ekolojik Koşullarında Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Mısır Bitkisinde Su-Verim İlişkileri. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi. S:51.

- Karadağ, Y., Özkurt, M. 2013. İkinci Ürün Olarak Yetiştirilebilecek Silajlık Sorgum (Sorgum bicolor (L.) Moench) Çeşitlerinde Farklı Sıra Aralıklarının Verim ve Kalite Üzerine Etkisi. Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Derg. 31 (1) 19-24.
- Karadaş, S. 2008. Farklı Ekim Sıklıklarında İkinci Ürün Olarak Ekilen Sorgum x Sudan Otu Melezinin Verim ve Bazı Verim Unsurlarının Belirlenmesi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Konya, 18-42.
- Karam, F., Breidy, J., C. Stephan And Roupael., J. 2003. Evapotranspiration, Yield and Water Use Efficiency of Drip Irrigated Corn in the Bekaa Valley of Lebanon. Agricultural Water Management, 63(2): 125- 137.
- Karaman, M.R., Brohi, A.R., Müftüoğlu, N.M., Öztaş, T., Zengin, M. 2012. Sürdürülebilir Toprak Verimliliği Kitabı. Güncellenmiş 3. Baskı. S:42-43.
- Karasu, A., Kuşçu H., Öz, M., Bayram, M. 2015. The Effect of Different Irrigation Water Levels on Grain Yield, Yield Components and Some Quality Parameters of Silage Maize (*Zea mays indentata* Sturt.) in Marmara Region of Turkey. Not Bot Horti Agrobo, 43(1):138-145.
- Karayığit, İ. 2005. Farklı olgunluk dönemlerindeki bazı melez mısır çeşitlerinin silaj kalitesi üzerine araştırmaları. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.
- Kassahun, B., Bidinger, F.R., Hash, C.T., Kuruvinashetti, M.S. 2010. Stay-Green Expression in Early Generation Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] QTL Introgression Lines. Euphytica 172:351–362.
- Keleş, G. ve Çıbık, M. 2014. Mısır Silajının Besin ve Besleme Değerini Etkileyen Faktörler. Hayvansal Üretim, 55(2): 27-37.
- Keskin, B., Akdeniz, H., Temel, S., Eren, B. 2018a. Farklı Tane Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinin Besleme Değerinin Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 49 (1): 15-19.
- Keskin, B., Akdeniz, H., Temel, S., Eren, B. 2018b. Determination of Agricultural Characteristics of Some Silage Sorghum and Sudan Grass Varieties Grown as Second Product. YYU J Agr Sci. 28(4): 412-418.
- Kılıç, A. 1986. Silo Yemi (Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Önerileri). Bilgehan Basımevi, İzmir.

- Kır, H., Şahan, B.D. 2019. Yield and Quality Feature of Some Silage Sorghum and Sorghum-Sudangrass Hybrid Cultivars in Ecological Conditions of Kırşehir Province. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 6(3): 388-395.
- Kırnak, H. ve Demirtaş, M.N. 2003. Su Stresi Altındaki Kiraz Fidanlarında Fizyolojik ve Morfolojik Değişimlerin Belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33:265-270.
- Kırtok, Y. 1998. Mısır Üretimi ve Kullanımı, Kocaelik Basım ve Yayınevi, İstanbul. 118s.
- Kızıloğlu, F.M., Şahin, Ü., Kuşlu, Y., Tunç, T. 2009. Determining Water–Yield Relationship, Water Use Efficiency, Crop and Pan Coefficients for Silage Maize in A Semiarid Region. *Irrig. Sci.* s 271.
- Kızılışımşek, M, Mokhtari, N., Erol, A, Öztürk, Ç, Gürkan, L. 2016. Laktik Asit Üretme Yeteneklerinin Yüksek Olduğu Bilinen İzolatların Mısır Silajının In Vitro Gaz Üretim Değerleri Ve Yem Kalitesi Özelliklerine Etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* , 25 (Özel Sayı-2) , 285-288.
- Kiran, B. O., Karabhantal, S. S., Katageri, I.S. ve Boranayaka, M.B. 2018. Morpho-Physiological Characterization of Rabi Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Genotypes for Drought Adaptive Traits under Medium Soils. *Int. J. Pure App. Biosci.* 6 (5): 985-989.
- Kisekka, I., Holman, J.D., Waggoner, J.W., Aguilar, J. 2016. Forage Sorghum and Corn Silage Response to Fulland Deficit Irrigation. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*. Volume:2, Issue:7.
- Klocke, N., Currie, R. 2009. Corn And Grain Sorghum Production with Limited Irrigation. *Proceedings of the 21st Annual Central Plains Irrigation Conference, Colby Kansas, February 24-25.*
- Klocke, N., Currie, R., Kisekka, I., Stone, L.R. 2014. Corn and Grain Sorghum Response to Limited Irrigation, Drought, and Hail. *American Society of Agricultural and Biological Engineers.* 30(6): 915-924.
- Koca, Y.O. 2009. Aydın Bölgesinde, Birinci ve İkinci Ürün Mısırdaki (*Zea mays*) Verim, Verim Ögeleri, Fizyolojik ve Diğer Bazı Özellikler Arasındaki Farklılıklar. *Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.* s:122.
- Korukçu, A., Kanber, R. 1981. Water-Yield Relationship. *Soil-Water Main Project*, 435-1, Tarsus.

- Kumari, P., Arya, S., Pahuja, S.K., Joshi, U.N. ve Sharma, S.K. 2016. Evaluation of Forage Sorghum Genotypes for Chlorophyll Content under Salt Stress. International Journal of Science, Environment and Technology, Vol. 5, No 3, 1200–1207.
- Kustas, W.P. ve Daughtry, C.S.T. 1990. Estimation of the Soil Heat Flux/Net Radiation Ratio from Spectral Data. Agric. for Meteorol. 49:205-223.
- Kuşaksız, T. ve Kuşaksız, E. 2005. A study on the Herbage Yield and its Components of Different Maize (*zea mays* L.) Cultivars under Irrigated Conditions of Manisa. Turkish Journal of Field Crops, Volume:10, Number:1, Issn:1301-1111, İzmir, 8-15
- Kuşçu, 2010. Bursa Koşullarında Yetiştirilen Mısır Bitkisinde Kısımlı Sulamanın Verim ve Kalite Üzerine Etkisi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. S:191.
- Kuşvuran, A., Kaplan, M., Nazlı, R.I., Saruhan, V., Karadağ, Y. 2015. Orta Kızılırmak Havzası Ekolojik Koşullarında Bazı Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinin Silajlık Olarak Yetiştirilme Olanaklarının Belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 32 (1), 57-67.
- Kutlu, H.R. 2008. Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri Ders Notu. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü.
- Küçük, B. 2009. Bazı silajlık mısır çeşitlerinde morfolojik özelliklerin ve yem verimlerinin belirlenmesi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Ling, Q., Weihua, H., Jarvis, P. 2011. Use of a SPAD-502 Meter to Measure Leaf Chlorophyll Concentration in Arabidopsis Thaliana. Photosynthesis research. 107. 209-14. 10.1007/s11120-010-9606-0.
- Liu, L., Maier, A., Klocke, N., Yan, S., Rogers, D., Tesso, T., Wang, D. 2013. Impact of Deficit Irrigation on Sorghum Physical and Chemical Properties and Ethanol Yield. American Society of Agricultural and Biological Engineers. Vol. 56(4): 1541-1549.
- Mahama, G.Y., Prasad, P.V.V., Mengel, D.B. ve Tesso, T.T. 2014. Influence of Nitrogen Fertilizer on Growth and Yield of Grain Sorghum Hybrids and Inbred Lines. Agronomy Journal • Volume 106, Issue 5.
- Mahama, S., Doka, F.L. 2019. Effect of Water Deficiency on Physiological Traits, Grain Nutrition Quality and Yield of Three Maize (*Zea mays* L) Genotypes. International Journal of Environmental, Agriculture and Biotechnology (IJEAB), Vol-4 Sept-Oct.

- Mahmud, K., Ahmad, I. ve Ayub, M. 2003. Effect of Nitrogen and Phosphorus on the Fodder Yield and Quality of Two Sorghum Cultivars (*Sorghum bicolor* L.). *International Journal of Agriculture & Biology*. 1560–8530/2003/05–1–61–63.
- Mangena, P., Shimelis, H. ve Laing, M. 2017. Characterisation of Sweet Stem Sorghum Genotypes for Bio-Ethanol Production. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*. ISSN: 0906-4710.
- Mansouri-Far, C., Sanavy, S.A.M.M. and Saberai, S.F. 2010. Maize Yield Response to Deficit Irrigation during Low-sensitive Growth Stages and Nitrogen Rate under Semi-arid Climatic Conditions. *Agricultural Water Management*, 97: 12–2.
- Marsalis, M.A., R.E. Kirksey, P.E. Contreras-Govea, L. Carrasco, M.K. O'Neill, L.M. Lauriault, and M. Place. 2010. New Mexico 2009 corn and sorghum performance tests. Unnumbered Online http://aces.nmsu.edu/pubs/variety_trials/09cornsorghum.pdf (Posted: January 2010; 61 pp). New Mexico St. Univ. Agric. Exp. Stn., Las Cruces.
- McDonald, P., Henderson, A.R. ve Heron, S.J.E. 1991. *The Biochemistry of Silage* 2nd ed. Chalcombe Publications 81-151.
- Meeske, R. 2005. Silage Additives: Do They Make a Difference? *S. Afr. J. Anim. Sci.* 6: 49-55.
- Mengü, G.P. and Özgürel, M. 2008. An Evaluation Water–Yield Relations in Maize (*Zea mays* L.) in Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11(4): 517–524.
- Meral, R., Kanberoğlu, G.S. 2012. Tahıllardan Etanol Üretimi, Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der./ Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech. 2(3): 61-68.
- Miko, S ve Manga, A.A. 2008. Effect Of Intra- Spacing and Nitrogen Rates on Growth and Yield of Sorghum (*Sorghum Bicolor* L.) Production. *ICSV 400*.
- Minolta, 1989. Chlorophyll meter SPAD-502. Instruction manual. Minolta Co., Ltd., Radiometric Instruments Operations, Osaka, Japan.
- Mohammadi, S.A., Khazaei, H.R. ve Nezami, A. 2017. Effects N Management on Maize Grain Yield and its Component under Deficit Irrigation. *Iranian J of Field Crops Res* 15(1): 24-33.
- Monteith, J.L. 1973. *Principles of Environmental Physics*. Arnold, London.
- Monteith, J.L., Unsworth, M.H. 1990. *Principles of Environmental Physics*, 2nd edition. 291 p.

- Moralan, E. 2011. Tekirdağ İlinde Yetiştirilen Bazı Silajlık Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinde Gelişme Sürecinin Belirlenmesi ve Verimliliklerinin Tespiti. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Moran, M.S., Clarke, T.R., Inoue, Y., Vidal, A. 1994. Estimating Crop Water Deficit Using the Relation Between Surface-Air Temperature and Spectral Vegetation Index. *Remote Sens Environ.* 49:246–263.
- Mostafa, H., Derbala, A. 2013. Performance of Maize Crop for Silage Production Using Three Different Irrigation Systems. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. Vol. 13, Issue 2.
- Mülayim, M., Malhatun, S., Acar, R. 2002. İkinci Ürün Silajlık Melez Mısır Çeşitlerinde Farklı Gübre Çeşit ve Dozlarının Verim ve Bazı Verim Unsurları Üzerine Etkisi. *Ziraat Mühendisliği Dergisi*. 338/339:30–39.
- Neale, C.M.U. 1987. Development of Reflectance Based Crop Coefficients for Corn. Ph.D. Dissertation, Department of Agricultural and Chemical Engineering, Colorado State University, Ft. Collins, CO. 170 pp.
- Nejad, M.M., Nejad, T.S., Shokohfar, A.R. 2014. The Effects of Deficit Irrigation and Auxin on the Yield of Forage Sorghum. *International Journal of Biosciences*. Vol. 4, No: 1, p. 167-176.
- Nelson, D.W. ve Sommer, L.E. 1982. Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter. *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, 2nd Edition. ASA-SSSA, Madison, 595-579.
- Nocek, J.E., Russell, J.B. 1988. Protein and Energy as an Integrated System. Relationship of Ruminant Protein and Carbohydrate Availability to Microbial Synthesis and Milk Production. *J. Dairy Sci.* 71:2070.
- Okan, M. 2015. Diyarbakır Bismil Koşullarında Bazı Silajlık Mısır Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. S:77.
- Okay, D. 2006. Bursa Koşullarında Mısır Bitkisi Su-Verim ilişkisinin Ceres-Maize Bitki Gelişme Modeliyle Belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. 159 s.

- Okursoy, H.2009.Trakya Koşullarında Farklı Sulama Yöntemleri Altında İkinci Ürün Silajlık Mısırın Su Üretim Fonksiyonlarının Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi.s:160.
- Olgun, F. 2011. Silajlık melez mısır çeşitlerinin farklı hasat zamanının verim, verim unsurları ve kalite üzerine etkisi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Konya
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean, L.A. 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate.USDA Circular 939. US Government Printing Office, WashingtonDC.
- Orak, A. ve İptaş S. 1999. Silo Yem Bitkileri ve Silaj.Çayır Mera Amenajmanı ve Islahı Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü. 49-69. Ankara.
- Oral E, 2001. Van Kosullarında Ana ve ikinci Ürün Olarak Yetiştirilen Bazı Silajlık Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) ve Sorgum x Sudan otu Melezi (*Sorghum sudanense* Stapf.) Çeşitlerinin Hasıl ve Bazı Verim Unsurlarının Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- O'Shaughnessy, S.A., Evett, S.R., Colaizzi, P.D., Howell, T.A. 2011. A Crop Water Stress Index and Time Threshold for Automatic A Crop Water Stress Index and Time Threshold for Automatic Irrigation Scheduling of Grain Sorghum. *Agricultural Water Management*. 107:122-132.
- Otegui, M.E., F.H. Andrade and Suero, E.E. 1995. Growth, Water Use and Kernel Abortion of Maize Subjected to Drought at Silking. *Field Crops Research*, 40 (2): 87–94.
- Owen, G. F., Moline, W.J.1970 *Sorghum Production and Utilization* The Avi. Publishing Company 395, NC.
- Öktem, A. 2008. Effect of Water Shortage on Yield, and Protein and Mineral Compositions of Drip-irrigated Sweet Corn in Sustainable Agricultural Systems. *Agricultural Water Management*, 95: 1003–1010.
- Öten, M., Kiremitçi, S., Çınar, O. 2016. Bazı Yem Bitkileri ve Karışımlarıyla Hazırlanan Silajların Silaj Kalitelerinin Farklı Yöntemlerle Belirlenmesi. *Anadolu, J. of AARI* 26 (2) 33 - 43
- Özata, E., Öz, A., Kapar, H. 2012. Silajlık Hibrit Mısır Çeşit Adaylarının Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5(1): 37-4.

- Özdüven, L., Koç, F., Polat, C., Coşkuntuna, L., Başkavak, S. ve Şamlı, H.E. 2009. Bazı Mısır Çeşitlerinde Vejetasyon Döneminin Silolamada Fermantasyon Özellikleri ve Yem Değeri Üzerine Etkileri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 6(2): 121-129.
- Özgöz, M., Arabacı, T., Sümbüllü, M.A., Demir, T. 2010. Relationship Between Handedness and Toothbrush-Related Cervical Dental Abrasion in Left- and Right-Handed Individuals. Journal of Dental Sciences, 5:177-182.
- Özköse, A., Mülayim, M., Acar, R. 2015. Konya Koşullarında Silajlık Sorgum Çeşitlerinde Farklı Ekim Sıklıklarının Bazı Verim ve Verim Özelliklerine Etkisi. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi. 2. 10-18.
- Özkurt, M. 2013. Tokat Ekolojik Koşullarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilebilecek Silajlık Sorgum (*Sorghum Bicolor* (L). Moench) Çeşitlerinde Farklı Sıra Aralıklarının Bazı Morfolojik ve Tarımsal Özellikleri Üzerine Etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. S:57.
- Özsisli, B. 2010. Kahramanmaraş Koşullarında Birinci Ve İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Farklı Mısır Çeşitlerinde Verim Ve Kalite Özelliklerinin İncelenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. S:113.
- Öztürk, Y. ve Çarpıcı, B.Ç. 2019. Bazı Silajlık Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinin Silaj Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University. 33(2), s. 227-233.
- Pandey, R.K., J.W. Maranville and Admou, A. 2000. Deficit Irrigation and Nitrogen Effects on Maize in a Sahelian Environment. II. Shoot Growth. Agricultural Water Management, 46 (1): 15–27.
- Payero, J.O., Tarkalson D.D., Irmak, S., Davison, D., Petersen, J.L. 2008. Effect of Irrigation Amounts Applied with Subsurface Drip Irrigation on Corn Evapotranspiration, Yield, Water Use Efficiency and Dry Matter Production in a Semiarid Climate. Agricultural Water Management, 95 :895 – 908.
- Perniola, M., Rivelli, A.R., Tarantino, E. 1992. Influenza del Regime Irriguo Sulla Produzione del Sorgho Zuccherino (*Sorghum vulgare* L. var. *saccharatum*) Coltivato in Ambiente Meridionale. Riv Agron 26:517-523 (in Italian).
- Poudel, M.S. 2013. Responses of Air Humidity and Light Quality on Growth and Stomata function of Greenhouse Grown Rosa × Hybrida. Norwegian University of Life Sciences, Master Thesis. S:51.

- Promkhambut, A., Polthanee, A., Akkasaeng, C., Younger, A. 2011. Growth, Yield and Aerenchyma Formation of Sweet and Multipurpose Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) as Affected by Flooding at Different Growth Stages. *Australian Journal of Crop Science*. 5. 954-965.
- Reséndez, A.M, Brito, J.E.C., Reyes-Carrillo, J.L., Contreras-Villarreal, V. 2017. Forage Maize Nutritional Quality According to Organic and Inorganic Fertilization. *Scientia Agropecuaria* 8(2): 127– 135.
- Rhenals, A.E. and Bras, R.L. 1981. The Irrigation Scheduling Problem and Evapotranspiration Uncertainty. *Water Resources Research*, 17 (5): 1328–1339.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and Improvements of Saline and Alkali Soils. U.S. Dept. Agri. Handbook, No:60, 160s.
- Rosenthal, W. ve Vanderlip, R. 2004. Simulation of Individual Leaf Areas in Grain Sorghum. *Agronomie* 24 : 493–501.
- Sade, B., 2002. Mısır Tarımı. Konya Ticaret Borsası Yayın No: 1. Konya.
- Saghafi, A.A., Zand, Nasri, B. M., Jaberiyghdam, M. 2013. Study of Water Use Efficiency on Yield and Yield Components nn Cultivars of Corn, Sorghum and Millet in Varamin Region.
- Sağlam, M.T. 2008. Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:2 S:154. Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Saki, A.A., Matin, H.R.H., Tabatabai, M.M., Zamani, P., Harsini, R.N. 2010. Microflora Population, Intestinal Condition and Performance Of Broilers in Response to Various Rates of Pectin and Cellulose in the Diet. *Arch. Geflügelk.*, 74: 183– 188.
- Salazar-Sosa, E.; Trejo-Escareño, H.I.; Vázquez-Vázquez, C.; López-Martínez, J.D. 2007. Corn Production under Subsurface Drip Irrigation and Application of Cow Manure. *International Journal of Experimental Botany* 76: 169-185.
- Salemi, Hamidreza., Soom, M.O.M., Mousavi, S.F., Ganji, A., Lee, T.S., Yusoff, M.K., Verdinejad, V.R. 2011. Irrigated Silage Maize Yield and Water Productivity Response to Deficit Irrigation in an Arid Region. *Pol. J. Environ. Stud.* Vol. 20:1295-1303.
- Salman, A., Budak, B. 2015. Farklı Sorghum X Sudanotu Melezi (*Sorghum Bicolor X Sorghum Sudanense Stapf.*) Çeşitlerinin Verim Ve Verim Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(2):93-100.

- Sani, B.M., Danmowa, N.M, Sani, Y.A. and Jaliya, M.M. 2011. Growth, Yield and Water Use Efficiency of Maize-Sorghum Intercrop at Samaru, Northern Guinea Savannah, Nigeria. Nigerian Journal of Basic and Applied Science. 19 (2): 253-259.
- Sarıyerli, Ş., Soylu, S. 2016. Sivas Koşullarında Farklı Bitki Sıklıklarında Silajlık Mısır Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi, 5 (2): 77-88.
- Seif, F., Paknejat, F., Azizi, F., Kashani, A., Shahabifar, M. 2016. Effect of Different Irrigation Regimes and Zeolite Application on Yield and Quality of Silage Corn Hybrids. Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences, Volume – 4(VIS).
- Sezen, S. M., Yazar, A., Özer, S., Akça, H., Yıldız, M., Günaçtı, H., Bozkurt Çolak, Y. Madanoğlu, O. 2017. Çizgi Kaynaklı Yağmurlama Sulama Sistemi İle Uygulanan Drenaj ve Kanal Suyunun Quinoa Bitkisinin Verim, Verim Bileşenleri İle Su Kullanım Randımanı Üzerine Etkileri. TAGEM TSK/13/A13/P-02/05 No’lu Proje Sonuç Raporu. s: 39-40.
- Sezgin, F., Yılmaz, E., Bozer, S., Dağdelen, N. 1998. Mısır Bitkisinde Farklı Sulama Aralıklarının Bitki Su Tüketimi ve Verime Etkisi, Ege Bölgesi 1.Tarım Kongresi 7-11 Eylül 1998, s.102-109, Aydın.
- Sher, A., Barbanti, L., Ansar, M. ve Malik, M.A. 2013. Growth Response and Plant Water Status in Forage Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] Cultivars Subjected to Decreasing Levels of Soil Moisture. Australian Journal of Crop Science. 7(6):801-808.
- Simsek, M., Can, A., Denek, N., and Tonkaz, T. 2011. The Effects of Different Irrigation Regimes on Yield and Silage Quality of Corn Under Semi-Arid Conditions. African Journal of Biotechnology, 10: 5689-5877.
- Singh, S., Prasad, S.V.S ve Katiyar, D.S. 2003. Genetic Variability in Fodder Yield, Chemical Composition and Disappearance of Nutrients in Brown Midrib and White Midrib Sorghum Genotypes. Asian Australasian Journal of Animal Sciences 16:1303-1308.
- Singh, S ve Shukla, G.P. 2010. Genetic Diversity in the Nutritive Value of Dual Purpose Sorghum Hybrids. Animal. Nutrition and Feed Technology: 80-87.

- Snider, J.L., Raper, R.L. ve Schwab, E.B. 2012. The Effect of Row Spacing and Seeding Rate on Biomass Production and Plant Stand Characteristics of Non-Irrigated Photoperiod-Sensitive Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Industrial Crops and Products*. 37(1): 527-535.
- Sory, S., Gaoussou, D.A., Mory, C.M., Niaba, T., Gracen, V., Eric, D. 2017. Genetic Analysis of Various Traits of Hybrids Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), Correlated with Drought Tolerance. *J Plant Biol Soil Health*, Vol.:4, Issue:1.
- Spahr, S.L., Ormiston, E.E. 1968. Effect of Maturity on the Composition and Feeding Value of SX-11 Sorghum Sudan Hybrid. *J. Dairy Sci.*, 51,973-974.
- Steduto, P., Albrizio, R. 2005. Resource-Use Efficiency of Field Grown Sun- Flower, Sorghum, Wheat and Chickpea. II Water Use Efficiency and Comparison With Radiation Use Efficiency. *Agr. Forest Meteorol.* 130:269- 281.
- Stegman, E.C. 1986. Efficient Irrigation Timing Methods for Corn Production. *Transactions of the ASAE*, 29 (1): 203–210.
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I.M., Murphy, A. 2019. *Bitki Fizyolojisi ve Gelişimi Kitabı*. Palme Yayınevi, 6. Baskıdan çeviri. s:761.
- Tan, Sibel. 2005. *Sürdürülebilir Tarım*. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, T.E.A.EBakı. Sayı 5.
- Tanner, C.B. 1963. Plant temperature, *Agron. J.* 55:210- 211.
- Tanriverdi, C. 2003. Available Water Effects On Water Stress Indices for Irrigated Corn Grown in Sandy Soils. Bioresource and Agricultural Engineering Program. Department of Civil Engineering.p:110.
- Tansı, V. 1987. Çukurova Bölgesinde Mısır ve Soyanın İkinci Ürün Olarak Değişik Ekim Sistemlerinde Birlikte Yetiştirilmesinin Tane ve Hasıl Yem Verimine Etkisi Üzerinde Araştırmalar. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi. s:239.
- Teixeira, A.D.M., Junior, G.D.O.R.,Velasco, F.O., Júnior, F., Rodriguez, W.G.D.F., Rodrigues, N.M., Rodrigues, J.A.S., Tim, M.,Gonçalves, L.C. 2014. Intake and Digestibility of Sorghum (*Sorghum bicolor*, L. Moench) Silages with Different Tannin Contents in Sheep. *Revista Brasileira de Zootecnia*,43(1), 14-19.
- Tekin, S., 2011. Tuzlu Sulama Sularının Buğdayda Verim ve Kaliteye Etkisi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tar. Yap. ve Sul. Anabilim DalıDoktora Tezi, Adana, 123 s

- Tolk, J.A., Howell, T.A., 2003. Water Use Efficiencies of Grain Sorghum Grown in Three USA Southern Great Plains Soils. *Agr. Water Manage.* 59:97- 111.
- Torreillas, M., Cantamutto, M. A ve Bertoia, L. M. 2011. Head and Stover Contribution to Digestible Dry Matter Yield on Grain and Dual- Purpose Sorghum Crop. *Australian Journal of Crop Science*, 5 (2), 116-122.
- Tsuchihashi, N ve Goto, Y. 2005. Internode Characteristics of Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) during Dry and Rainy Seasons in Indonesia. *Plant Prod. Sci.* 8(5): 601-607.
- TTSM, 2004. Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı, Sorgum (*Sorghum* spp.). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü, 17 Ankara.
- Tuğay, M. 2009. Toprak İşlemeli ve İşlemesiz Uygulamaların İkinci Ürün Sorgumun (*Sorghum* spp.) Verim ve Kalitesine Etkisi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. S:62.
- Tunalı, M.M. 2012. Farklı Gelişme Dönemlerinde Mısırın Mevsimiçi Azotlu Gübre İhtiyacının Klorofil Metre (Spad-502) Aletiyle Kalibre Edilmesi Konusunda Bir Araştırma. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. s:76.
- Türkyılmaz, A. 2010. Su Yönetimi Mevzuatı Dünyada ve Ülkemizde Su. Türkiye Belediyeler Birliği. Ankara.
- Tüzüner, A.1990. Toprak ve Su Analizleri El Kitabı. T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Tyagi, N.K., D.K. Sharma ve Luthra, S. K. 2000. Evapotranspiration and Crop Coefficients of Wheat and Sorghum. *J. of Irr. and Drain. Eng.*, Vol. 126, No. 4:215-222.
- USSL, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, *Agriculture Handbook*, No:60, 160s., USA.
- Uzun, F, Garipoğlu, A, Ocak, N.2017. Water use efficiency, yield, and nutritional quality of maize and sorghum cultivars as influenced by irrigation in a shallow soil. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32 (3), 358-366. DOI: 10.7161/omuanajas.293642.
- Van Soest, P.J. 1963 The Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds: II. A Rapid Method for the Determination of Fiber and Lignin. *Official Agriculture Chemistry*, 46, 829.

- Van Soest, P.J. 1994. Fiber and Physicochemical Properties of Feeds in: Nutritional Ecology of the Ruminant. Second Edition. Cornell University Press. 140-155.
- Van Horn., J.W. ve Alphen, J.G. 1991. Salinity Control, Salt Balance and Leaching of Irrigated Soils. Int. Center for Advanced Mediterranean Agronomic Studies of Bari, Italy,
- Vendramini, J., Newman, Y., Erickson, J., Vermerris, W. ve Wright, D. 2010. Forage Sorghum. This document is SS-AGR-333, one of a series of the Agronomy Department. <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Vinodhana, N.K. ve Ganesamurthy,K. 2010. Evaluation of Morpho-Physiological Characters in Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Genotypes Under Post-Flowering Drought Stress. Electronic Journal of Plant Breeding, 1(4):585-589.
- Vural, Ç., Dağdelen, N. 2008. Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Cin Mısırdaki Farklı Sulama Programlarının Verim ve Bazı Agronomik Özellikler Üzerine Etkisi. ADÜ Ziraat Dergisi. 5(2):97-104.
- Workneh, F., Rush, C.M. 2002. Evaluation of Relationships between Weather Patterns and Prevalence of Sorghum Ergot in the Texas Panhandle. Phytopathology 92, 659–666. doi: 10.1094/PHYTO.2002.92.6.659.
- Yamamoto, A., Nakamura, T., Adu-Gyamfi, Saigusa, M.J.J. 2006. Relationship Between Chlorophyll Content in Leaves of Sorghum and Pigeonpea Determined by Extraction Method And ByChlorophyll Meter (Spad-502). Journal of Plant Nutrition, Vol. 25, No. 10, pp. 2295–2301.
- Yatapanage, K.G ve So, H.B. 2001. The Relationship between Leaf Water Potential and Stem Diameter in Sorghum. Agron. J. 93:1341–1343.
- Yavuz, M., 2005. Deterjan Lif Sistemi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat fakültesi Dergisi 22 (1), 93-96. Tokat.
- Yıldırım, Y.E., Kodal, S. 1998. Ankara Koşullarında Sulamanın Mısır Verimine Etkisi. Tr. J. of Agriculture and Forestry. 22 : 65-70.
- Yılmaz, M., Acar, N., Kara, R. 2017. Kahramanmaraş Koşullarına Uygun Silajlık Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinin Belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi. 20: 68-72. 10.
- Yılmaz, H.Ş. 2019. Farklı Ağır Metal Uygulamalarının Tane Sorgum Çeşitlerinde Ağır Metal Birikimi, Morfolojik ve Yem Kalite Özelliklerine Etkisi. Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. S:222.

- Yolcu, R. 2014. DiyarbakırKoşullarında Damla Sulama ile Sulanan Silajlık Mısırdaki Farklı Sulama Düzeylerinin ve Farklı Dönemlerde Uygulanan Azotlu Gübrenin Verim ve Verim Özelliklerine Etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. s:147.
- Zhang, Y., Kendy, E., Qiang, Y., Changming, L., Yanjun, S., Hongyong, S. 2004. Effect of Soil Water Deficit on Evapotranspiration, Crop Yield, and Water Use Efficiency in the North China Plain. *Agric Water Manage*, 64: 107–122.
- Zotarelli, L., Cardoso, E.G., Piccinin, J.L., Urquiaga, S., Boddey, R.M., Torres, E., Alves, B.J.R. 2003. Calibração Do Medidor De Clorofila Minolta SPAD-502 Para Avaliação Do Conteúdo De Nitrogênio Do Milho. *Pesqui Agropecu Brasi*. 38(9):1117-1122.