

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

Ramazan YOLCU

**DİYARBAKIR KOŞULLARINDA DAMLA SULAMA İLE SULANAN
SİLAJLIK MISIRDA FARKLI SULAMA DÜZEYLERİNİN VE FARKLI
DÖNEMLERDE UYGULANAN AZOTLU GÜBRENİN VERİM VE VERİM
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2014

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DİYARBAKIR KOŞULLARINDA DAMLA SULAMA İLE SULANAN
SİLAJLIK MISIRDA FARKLI SULAMA DÜZEYLERİNİN VE FARKLI
DÖNEMLERDE UYGULANAN AZOTLU GÜBRENİN VERİM VE VERİM
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

Ramazan YOLCU

DOKTORA TEZİ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 19/06/2014 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Prof. Dr. Hasan GÜLCAN
DANIŞMAN

.....
Doç. Dr. Mehmet YILDIRIM
DANIŞMAN

.....
Prof. Dr. Veyis TANSI
ÜYE

.....
Prof. Dr. A.Emin ANLARSAL
ÜYE

.....
Prof. Dr. Öner ÇETİN
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Tarla Bitkileri Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

**Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

**Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.
Proje No:ZF2011026**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların
kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere
tabidir.

ÖZ

DOKTORA TEZİ

DİYARBAKIR KOŞULLARINDA DAMLA SULAMA İLE SULANAN SİLAJLIK MISIRDA FARKLI SULAMA DÜZEYLERİNİN VE FARKLI DÖNEMLERDE UYGULANAN AZOTLU GÜBRENİN VERİM VE VERİM ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Ramazan YOLCU

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Prof. Dr. Hasan GÜLCAN
Danışman II. : Doç. Dr. Mehmet YILDIRIM
Yıl: 2014, Sayfa: 147
Jüri : Prof. Dr. Hasan GÜLCAN
: Doç. Dr. Mehmet YILDIRIM
: Prof. Dr. Veyis TANSI
: Prof. Dr. A.Emin ANLARSAL
: Prof. Dr. Öner ÇETİN

Bu çalışma; Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde (Diyarbakır İli) damla sulama ile sulanarak yetiştirilen ikinci ürün silajlık mısırdaki farklı sulama suyu düzeylerinin ve sulama ile birlikte azotlu gübrenin farklı uygulama (fertilizasyon) sıklığında verim ve verim özelliklerine etkisinin belirlenmesi amacıyla, 2011 ve 2012 yıllarında yapılmıştır. Deneme tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre yürütülmüştür. Denemede, ana konuları 5 günlük açık su yüzeyi buharlaşmasından elde edilen buharlaşma miktarına göre farklı sulama suyu düzeyleri ($I_1:0.50$, $I_2:0.75$, $I_3:1.00$ ve $I_4:1.25$), alt konuları ise fertilizasyonda azotlu gübrenin farklı uygulama sıklığı (N_1 :azotlu gübrenin %20'si ekimde, %40'ı bitki 6-7 yapraklı olduğu dönemde diğer %40'ı ise tepe püskülü döneminden önce, N_2 : azotlu gübrenin %20'si ekimde, %80'i her iki sulamada bir eşit dozda tepe püskülü dönemine kadar, N_3 :azotlu gübrenin %20'si ekimde %80'i her sulamada eşit dozda tepe püskülü dönemine kadar) oluşturmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, her iki yılda da uygulanan sulama suyu ve azot uygulama sıklığı arttıkça verim de artmıştır. Buna göre, en yüksek sulama suyu düzeyi ($I_{4(1.25)}:529$ mm) ile azotun eşit dozlarda her sulamada uygulanması maksimum yeşil ot verimini (8960 kg/da) sağlamıştır. Ancak, pan buharlaşmanın 1.0 katı olan sulama suyu ($I_{3(1.00)}:447$ mm) uygulaması ile I_4 uygulaması arasında verim bakımından önemli bir fark olmamıştır. Bu nedenle, optimum verim göz önüne alındığında önerilen bu uygulamada yeşil ot verimi 8782 kg/da, kuru ot verimi 2986 kg/da protein oranı %7.7 ve kuru ottaki protein verimi ise 227.2 kg/da olarak gerçekleşmiştir. Sonuç olarak önceki çalışmalara göre damla sulamada hem önemli su tasarrufu sağlanmış hem de silajlık mısır verimi çok daha yüksek elde edilmiştir. Ayrıca, fertilizasyon uygulamasında azotun her sulamada eşit dozlarda tepe püskülüne kadar verilmesi hem verimi hem de toplam protein verimini maksimize etmiştir.

Anahtar Kelimeler: Silajlık mısır, Sulama, Fertilizasyon, Azot, Verim, Protein

ABSTRACT

PhD THESIS

EFFECTS OF DIFFERENT IRRIGATION REGIMES AND DIFFERENT APPLICATION FREQUENCIES OF NITROGEN ON YIELD AND QUALITY OF DRIP-IRRIGATED SILAGE CORN UNDER DIYARBAKIR CONDITION

Ramazan YOLCU

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION

Supervisor : Prof. Dr. Hasan GÜLCAN
Supervisor II. : Doç. Dr. Mehmet YILDIRIM
Year: 2014, Page: 147
Jury : Prof. Dr. Hasan GÜLCAN
: Doç. Dr. Mehmet YILDIRIM
: Prof. Dr. Veyis TANSI
: Prof. Dr. A.Emin ANLARSAL
: Prof. Dr. Öner ÇETİN

This study investigated the effect of different irrigation regimes and nitrogen (N) fertigation frequency on drip-irrigated silage corn. Experiments were conducted in the Southeastern Anatolia Region of Turkey (Diyarbakır) in 2011 and 2012. A split-plot experimental design was applied in randomized blocks and 3 replications. The main plots contained 4 different irrigation levels. These are different ratios of evaporation from Class A Pan for 5 days interval : $I_1:0.50$, $I_2:0.75$, $I_3:1.00$ ve $I_4:1.25$. Sub-plots were designed with different frequencies of N- fertigation as follows: N_1 , the application of one-fifth of the total N at the sowing, two-fifths at the beginning of 6-7 leaves of plants, and two-fifth at the beginning of tasseling stage; N_2 , the application of one-fifth of the total N at the sowing, the application of four-fifth of the total N at equal doses every two irrigation cycles (10 days); N_3 , the application of one-fifth of the total N at the sowing, the application of four-fifth of the total N at equal doses each irrigation cycles (5 days). The green hay yield increased significantly depending on amount of irrigation water applied and increasing of N fertigation frequency in both experimental years. The maximum amount of irrigation water ($I_{4(1.25)}:529$ mm) and N_3 resulted in the maximum green hay yield (8960 kg/da). However, there were no significantly differences between I_4 (529 mm) and I_3 (447 mm) treatments in terms of green hay yield. Considering optimum hay yield and amount of irrigation water, 1.0 ratio of evaporation from Class A Pan for 5 days interval and the application of one-fifth of the total N at the sowing, the application of four-fifth of the total N at equal doses each irrigation cycle (5 days) might be recommended. The green hay, dry matter and total protein content of the hay for this treatment were yield 8782 kg/da, 2986 kg/da and 7.7 %, respectively. The total protein yield in dry hay was 227.2 kg/da. As a result, the study resulted in considerably water saving and the maximum silage hay yield compared to previous studies carried out in surface irrigation and conventional fertilization. Thus, application of equal doses of nitrogen for each irrigation cycle up to tasselling provide the maximum hay and protein yield.

Key Words: Silage corn, Irrigation, Fertigation, Nitrogen, Dry Matter, Yield, Protein

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, konusunun belirlenmesinde ve bu çalışmanın yürütölüp sonuçlanmasında, danışman hocam sayın Prof. Dr. Hasan GÜLCAN'a, denemenin her aşamasında fikirlerinden faydalandığım ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen Doktora Tez İzleme Komitesi üyesi sayın hocalarım Prof. Dr. Öner ÇETİN ve A. Emin ANLARSAL, ikinci danışmanım Doç. Dr. Mehmet YILDIRIM'a olumlu katkılarından dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, bana her türlü destek ve yardımı sağlayan, yol gösteren, projenin yönlendirilmesi, sulama sonuçların değerlendirilmesi, analizler, tezin yazım aşamasında hiç bir zaman yardımını esirgemeyen Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölüm Başkanı Prof. Dr. Öner ÇETİN'e, projemi yürütmek için Devegeçidi Barajı deneme alanını tahsis eden DSİ 10. Bölge Müdürlüğü 101. Şube Müdürü Erol TAŞ'a, denemenin kurulması ve parselasyon çalışmalarında bana yardımı esirgemeyen Dr. Ferhat KIZILGECİ'ye, denemenin yürütölmesi safhalarında sağladığı her türlü destek ve kolaylıktan dolayı Devegeçidi Barajında görev yapan İbrahim ERDEM'e, araştırma çalışması içerisinde toprak ve su analizleri için DSİ 10. Bölge Müdürlüğü'ne, ayrıca arazide bitki üzerinde ölçümler ile gözlemlerin yapılması, ekim ve diğer arazi çalışmalarında desteğini esirgemeyen sevgili eşim Zinet YOLCU'ya içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XII
RESİMLER DİZİNİ.....	XIV
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XVI
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	9
2.1. Mısırdaki Sulama-Verim İlişkisi.....	9
2.2. Mısırdaki Azotlu Gübre Miktarı ve Uygulama Zamanı.....	24
3. MATERYAL VE METOD	31
3.1. Materyal	31
3.1.1.Araştırma Yeri	31
3.1.2. Deneme Alanının Toprak Özellikleri	31
3.1.3. Deneme Alanının İklim Özellikleri.....	33
3.1.4. Araştırmada Kullanılan Mısır Çeşidi	35
3.1.5. Denemede Kullanılan Sulama Sistemi.....	35
3.1.6. Araştırmada Kullanılan Sulama Suyunun Özellikleri.....	38
3.2. Metod	39
3.2.1. Denemenin Yöntemi	39
3.2.2. Deneme Konuları	41
3.2.3. Günlük Buharlaşma Miktarının Ölçülmesi	41
3.2.4. Sulama Suyunun Hesaplanması ve Uygulanması	43
3.2.5. Bitki Su Tüketimi.....	44
3.2.6. Sulama Suyu Kullanım Etkinliği ve Toplam Su Kullanım Etkinliği	45
3.2.7. Tarımsal İşlemler	45

3.2.7.1. Toprak Hazırlığı ve Ekim.....	45
3.2.7.2. Fertigasyon (Sulama ile Birlikte Gübreleme)	47
3.2.7.3. Seyreltme ve Çapalama.....	48
3.2.7.4. Tarımsal Mücadele	48
3.2.7.5. Hasat.....	49
3.2.8. Analiz ve Ölçmeler	50
3.2.8.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analizleri	50
3.2.8.2. Sulama Suyu Analizleri	51
3.2.9. Agronomik Özellikler	52
3.2.9.1. Bitki Boyu	52
3.2.9.2. Koçan Yüksekliği.....	52
3.2.9.3. Yaş Koçan Ağırlığı	52
3.2.9.4. Yaş Bitki Ağırlığı.....	52
3.2.9.5. Yaş Sap Ağırlığı.....	53
3.2.9.6. Sap Kalınlığı	53
3.2.10. Azot Kullanma Etkinliği	53
3.2.11. Bitki Analizleri.....	53
3.2.12. Kuru Madde Oranı	55
3.2.13. Kuru Madde Verimi	55
3.2.14. Protein Oranı	55
3.2.15. Toplam Protein Verimi	55
3.2.16. Yeşil Ot Verimi	55
3.2.17. Ekonomik Analiz	56
3.2.18. İstatistiki Analiz ve Değerlendirmeler	57
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	59
4.1. Argonomik Özellikler	59
4.1.1. Bitki Boyu	59
4.1.2. Koçan Yüksekliği.....	64
4.1.3. Yaş Koçan Ağırlığı	67
4.1.4. Yaş Bitki Ağırlığı	70
4.1.5. Yaş Sap Ağırlığı	73

4.1.6. Sap Kalınlığı	76
4.2. Azot Kullanma Etkinliği	79
4.3. Protein Oranı	83
4.4. Protein Verimi	85
4.5. SPAD-Klorofil İçeriği.....	88
4.6. Yeşil Ot ve Kuru Madde Verimleri.....	93
4.7. Bitki Besin Elementleri Sonuçları.....	100
4.8. Sulama Bulguları.....	103
4.8.1. Sulama Suyu ve Bitki Su Tüketimi Sonuçları.....	103
4.8.2. Su-Verim İlişkisi	111
4.8.3. Sulama Suyu Kullanım Etkinliği ve Toplam Su Kullanım Etkinliği.....	115
4.9. Ekonomik Analiz	118
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	121
KAYNAKLAR	123
ÖZGEÇMİŞ.	141
EKLER	142

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1.	Denemede Kullanılan Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	32
Çizelge 3.2.	Diyarbakır İlinde Denemenin Yürütüldüğü Yıllara İlişkin İklimsel Veriler ve Uzun Yıllık Ortalama Değerler	34
Çizelge 3.3.	Denemede Kullanılan Sulama Suyunun Kimi Kimyasal Özellikler	39
Çizelge 3.4.	Deneme Konuları.....	41
Çizelge 3.5.	Deneme Konularına Fertigasyonun Uygulandığı Tarihler	47
Çizelge 3.6.	Denemede Uygulanan Tarımsal İşlemler	49
Çizelge 4.1.	Denemede Saptanan Bitki Boyuna İlişkin Varyans Analiz Sonuçları, (2011 ve 2012)	59
Çizelge 4.2.	Deneme Konularına Göre Bitki Boyuna Ait Ortalamalar ve Oluşan EGF Grupları, (2011 ve 2012)	60
Çizelge 4.3.	Deneme Konularına Göre Bitki Boyunun Vejetasyon Süresince Değişimi, (2011).....	61
Çizelge 4.4.	Deneme Konularına Göre Boyunun Vejetasyon Süresince Değişimi, (2012).....	62
Çizelge 4.5.	Denemede Saptanan Koçan Yüksekliğine (cm) İlişkin Varyans Analiz Sonuçları, (2011 ve 2012).....	64
Çizelge 4.6.	Deneme Konularına Göre Koçan Yüksekliğine Ait Ortalamalar ve Oluşan EGF Grupları, (2011 ve 2012)	65
Çizelge 4.7.	Denemede Saptanan Koçan Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları, (2011 ve 2012)	67
Çizelge 4.8.	Deneme Konularına Göre Koçan Ağırlığına Ait Ortalamalar, (2011 ve 2012).....	68
Çizelge 4.9.	Denemede Saptanan Bitki Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları, (2011 ve 2012)	70
Çizelge 4.10.	Deneme Konularına Göre Bitki Ağırlığına Ait Ortalamalar, (2011ve 2012).....	71

Çizelge 4.11. Denemede Saptanan Sap Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları, (2011 ve 2012)	73
Çizelge 4.12. Deneme Konularına Göre Sap Ağırlığına Ait Ortalamalar	74
Çizelge 4.13. Denemede Saptanan Sap Kalınlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları, (2011 ve 2012)	76
Çizelge 4.14. Deneme Konularına Göre Sap Kalınlığına Ait Ortalamalar.....	77
Çizelge 4.15. Denemede Saptanan Azot Kullanma Etkinliğine İlişkin Varyans Analiz Sonuçları, (2011 ve 2012).....	79
Çizelge 4.16. Deneme Konularına Göre Azot Kullanma Etkinliğine Ait Ortalamalar, (2011 ve 2012).....	80
Çizelge 4.17. Denemede Saptanan Protein Oranına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları, (2011 ve 2012)	83
Çizelge 4.18. Deneme Konularına Göre Protein Oranına Ait Ortalamalar, (2011 ve 2012).....	83
Çizelge 4.19. Denemede Saptanan Protein Verimine İlişkin Varyans Analiz Sonuçları, (2011 ve 2012)	85
Çizelge 4.20. Deneme Konularına Göre Protein Verimine Ait Ortalamalar, (2011 ve 2012).....	86
Çizelge 4.21. Denemede Saptanan Klorofil İçeriğine (spad) Ait Varyans Analiz Sonuçları, (2011 ve 2012).....	88
Çizelge 4.22. Deneme Konularına Göre Klorofil İçeriğine (spad) Ait Ortalamalar, (2011 ve 2012)	89
Çizelge 4.23. Denemede Saptanan Yeşil Ot Verimine İlişkin Varyans Analiz Sonuçları, (2011 ve 2012)	93
Çizelge 4.24. Denemede Saptanan Kuru Madde Verimine (kg/da) İlişkin Varyans Analiz Sonuçları, (2011 ve 2012)	93
Çizelge 4.25. Deneme Konularına Göre Yeşil Ot Ve Kuru Madde Verimine (kg/da) Ait Ortalamalar, (2011 ve 2012).....	94
Çizelge 4.26. Mısır Bitkisinin Tüm Aksamında Tespit Edilen Makro ve Mikro Elementleri Sonuçları, (2011)	100

Çizelge 4.27. Mısır Bitkisinin Tüm Aksamında Tespit Edilen Makro ve Mikro Elementleri Sonuçları, (2012)	101
Çizelge 4.28. Deneme Konularına Göre Sulama Suyu ve Bitki Su Tüketim Miktarı Sonuçları, (2011 ve 2012)	103
Çizelge 4.29. Bitkiye Uygulanan Sulama Suyu Miktarları (2011)	104
Çizelge 4.30. Bitkiye Uygulanan Sulama Suyu Miktarları, (2012)	104
Çizelge 4.31. Deneme Konularına Göre Uygulanan Sulama Suyu Miktarlarına Karşılık Elde Edilen Yeşil Ot-Kuru Madde Verimleri, (2011 ve 2012).....	111
Çizelge 4.32. Deneme Konularına Göre Sulama Suyu Kullanım Etkinliği ve Toplam Su Kullanma Etkinliğine Ait Sonuçlar, (2011).....	115
Çizelge 4.33. Deneme Konularına Göre Sulama Suyu Kullanım Etkinliği ve Toplam Su Kullanma Etkinliğine Ait Sonuçlar, (2012).....	116
Çizelge 4.34. Slajlık Mısırdaki Damla Sulamanın Alan Büyüklüğüne Göre Net Gelir (TL/da) ve Çıktı/Girdi Oranları Sonuçları	119

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. Laterallerin Deneme Alanında Bir Parseldeki Yerleşik Planı.....	36
Şekil 3.2. Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Planı	40
Şekil 4.1. Deneme Konularına Göre Bitki Boyunun Değişimi, (2011).....	62
Şekil 4.2. Vejetasyon Süresince Bitki Boyunun Değişimi, (2012)	63
Şekil 4.3. Deneme Konularına Göre Koçan Yüksekliğinin Değişimi, (2011).....	66
Şekil 4.4. Sulama Suyu Seviyelerine Göre Koçan Yüksekliğinin Değişim, (2012)	66
Şekil 4.5. Deneme Konularına Göre Koçan Ağırlığının Değişimi, (2011).....	68
Şekil 4.6. Deneme Konularına Göre Koçan Ağırlığının Değişimi, (2012).....	69
Şekil 4.7. Deneme Konularına Göre Bitki Ağırlığının Değişimi, (2011)	72
Şekil 4.8. Deneme Konularına Göre Bitki Ağırlığının Değişimi, (2012)	72
Şekil 4.9. Deneme Konularına Göre Sap Ağırlığının Değişimi, (2011)	75
Şekil 4.10. Deneme Konularına Göre Sap Ağırlığının Değişimi, (2012)	75
Şekil 4.11. Deneme Konularına Göre Sap Kalınlığının Değişimi, (2011).....	77
Şekil 4.12. Deneme Konularına Göre Sap Kalınlığının Değişimi, (2012).....	78
Şekil 4.13. Sulama Suyu Miktarı-Azot Uygulama Etkinliği İlişkisi, (2011)	81
Şekil 4.14. Sulama Suyu Miktarı-Azot Uygulama Etkinliği İlişkisi, (2012)	81
Şekil 4.15. Deneme Konularına Göre Protein Veriminin Değişimi, (2011).	87
Şekil 4.16. Deneme Konularına Göre Klorofil İçeriklerinin (spad) Değişimi, (2011)	90
Şekil 4.17. Deneme Konularına Göre Klorofil İçeriklerinin (spad) Değişimi, (2012)	91
Şekil 4.18. Farklı Sulama Suyu Düzeylerinin Yeşil Ot Verimine Etkisi	106
Şekil 4.19. Farklı Sulama Suyu Düzeylerinin Kuru Madde Verimine Etkisi	106
Şekil 4.20. Deneme Yıllarında Uygulanan Sulama Suyu ile Elde Edilen Yeşil Ot Verimi Arasındaki Regresyon İlişkisi, (2011-2012).....	112
Şekil 4.21. Deneme Yıllarında Uygulanan Sulama Suyu ile Elde Edilen Kuru Madde Verimi Arasındaki Regresyon İlişkisi, (2011-2012).....	113

RESİMLER DİZİNİ**SAYFA**

Resim 3.1.	Deneme Yeri	31
Resim 3.2.	Su Kaynağından Sulama Suyunun Sisteme Alınması ve Sistem Kontrol Ünitesi	37
Resim 3.3.	Damla Sulama Sisteminde Kontrol Ünitesi ve Manifold Boruların Yerleştirilmesi.....	37
Resim 3.4.	Sulama Sisteminde Laterallerin Deneme Parsellere Yerleştirilmesi	38
Resim 3.5.	Denemede Kullanılan Sulama Suyu Kaynağı.....	39
Resim 3.6.	Sulama Suyu Miktarının Hesaplanmasında Kullanılan Class-A Pan	42
Resim 3.7.	Sulama Suyunun Su Sayacından Ölçülü Olarak Geçirilmesi	43
Resim 3.8.	Ekim İşleminin Yapılması	45
Resim 3.9.	Deneme Konularına Göre Fertigasyon Uygulama Sistemi.....	46
Resim 3.10.	Traktör Çapasının Çekilmesi	48
Resim 3.11.	Hasat İşleminin Yapılması.....	49
Resim 3.12.	Klorofilmetreyle Ölçüm Yapılması	54

SİMGELER VE KISALTMALAR

da	: Dekar
°C	: Santigrat derece
%	: Yüzde
ha	: Hektar
PE	: Proetilen
t	: Ton
kg	: Kilogram
m	: Metre
mm	: Milimetre
km	: Kilometre
cm	: Santimetre
g	: Gram
I	: Parsele uygulanacak sulama suyu (L),
A	: Parsel alanı (m ²),
EP	: Sulama aralığındaki birikimli Class A Pan buharlaşma miktarı (mm),
K	: Deneme gereği esas alınan katsayısı
P	: Islatma alanı oranı (0.65 alınmıştır)
ET	: Bitki su tüketimi
P	: Yağış
D	: Derine süzülme
R	: Yüzey akış
ΔS	: Bitki kök bölgesindeki su depolama farkı
GZ	: Gübre Zamanı
Y	: Yeşil Ot ve Kuru madde Verimi
SSD	: Sulama Suyu Düzeyi
PRD	: Yarı ıslatmalı sulama
KS	: Kısıntılı su
TS	: Tam su

FAO	: Food and Agriculture Organization of the United Nations
TÜİK	: Türkiye istatistik kurumu
Ca ⁺⁺	: Kalsiyum
Cl ⁻	: Klor
Cu	: Bakır
Cm ³	: Santimetrekül
EC	: Elektriksel İletkenlik
ET	: Bitki su tüketimi
Fe	: Demir
CO ₃ ⁻	: Karbonat
NO ₃ ⁻	: Nitrat
SO ₄ ⁼	: Sülfat
K	: Potasyum
P	: Fosfor
L	: Litre
m ²	: Metrekare
m ³	: Metrekül
Mg ⁺⁺	: Magnezyum
N	: Azot
Na ⁺	: Sodyum
Ph	: Hidrojen iyonu konsantrasyonu negatif logaritması
SAR	: Sodyum absorpsiyon oranı
Biomass	: Kuru madde verimi
Ky	: Verim Tepki Etkisi
EGF	: En küçük güvenilir farklılık (Çoklu karşılaştırma testi)
AS	: Hacim ağırlığı
TK	: Tarla kapasitesi
SN	: Solma noktası

1. GİRİŞ

Mısır, gerek doğrudan insan beslenmesinde gerekse nişasta, glikoz, yağ ve yem sanayinde hammadde olarak kullanılmaktadır. Dünya nüfusunun, enerji ve protein ihtiyacının büyük bir kısmını karşılayan tahıllar içerisinde mısırın ayrı bir önemi vardır. Bir sıcak iklim bitkisi olan mısır, sahip olduğu çeşit zenginliği ve yüksek adaptasyon kabiliyeti nedeni ile dünyanın hemen her yerinde tarımı yapılabilen bir kültür bitkisidir (Koçak, 1987).

Ülkemizde hayvancılığın gelişmesine paralel olarak artan yem talebine bağlı olarak mısır talebi de artmaktadır. Mısır tanesi çok iyi bir enerji kaynağı olup, nişasta yönünden zengin olması ve nişastanın hazmolabilirlik derecesinin yüksekliği beslenme değerini artırmaktadır. Mısır ayrıca, yeşil olarak ve silaj olarak da hayvan beslenmesinde kullanılan önemli bir kaba yemdir. Başka bir anlatımla, mısır üretiminin büyük bölümü hayvan yemi olarak kullanılmaktadır (Kırtok, 1998).

Dünyada mısır üreten 166 ülke arasında Türkiye, mısır ekim alanı bakımından 41. toplam üretim bakımından 26. ve birim alandan alınan verim açısından 21. ülke durumundadır (FAO, 2013). Türkiye 2013 yılı tarım istatistiklerine göre mısır, toplam tahıllar içerisinde 660 bin hektarlık ekim alanı (% 5.7), 5.9 milyon tonluk üretimi (% 15.7) ile buğday ve arpadan sonra 3.sırada yer almaktadır ve ortalama mısır verimi 895 kg/da'dır (TUİK 2013).

Ülkemizde mısır, 2013 yılı itibari ile 3.885.092 da alanda ekilmiş, silajlık toplam üretim ise 17.8 milyon ton civarında gerçekleşmiştir (TUİK, 2013). Mısır silajı, dünyada üretilen en ekonomik ve en yaygın kaba yem olup, Amerika Birleşik Devletleri, Hollanda, Almanya ve Fransa gibi ülkelerde proteince zenginleştirilerek sığır besiciliğinde çok yoğun olarak kullanılmaktadır (Alçıçek ve Karaayvaz, 2003). Ülkemizin Karadeniz, Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde sulanabilen alanlarda başarı ile yetiştirilen silajlık mısır, Doğu Anadolu ve Marmara Bölgesinin bazı kesimlerinde de yetiştirilmektedir.

Ülkemiz hayvancılığının en önemli sorunu, hayvan varlığımızın yüksek olmasına karşılık kaliteli kaba yem açığımızın fazla olmasıdır. Kaba yemler, çiftlik

hayvanlarına taze olarak, kurutulmuş ve silaj yapılarak yedirilen bitkisel materyallerdir (Bahtiyarca ve Cufadar 2003). Bu nedenle ülkemiz hayvanlarının kaliteli silaj yem ihtiyacını karşılamada silaj yapımının çok büyük bir önemi bulunmaktadır. Süt ineklerinin kuru madde tüketimlerinin en az % 40'ı kaba yemlerden sağlanmalıdır. Üreticilerimiz kaba yem sıkıntısının yaşandığı dönemlerde genelde hayvanlarını zorunlu olarak, besin maddesi içeriği düşük tahıl samanı ile beslemektedir. Fakat son yıllarda üreticilerin bilinçlenmesi ile taze ve su bakımından zengin, karbonhidrat içeriği yüksek bitkilerinin parçalanması ile elde edilen ve silaj adı verilen kaba yemler tercih edilmeye başlanmıştır (Orak ve İptaş 1999).

Ülkemizin ekolojik koşulları, silaj yapımına uygun bir çok yem bitkisinin yetiştirilmesine olanak vermektedir. Silo yemi üretiminde birçok bitki kullanılmasına rağmen, bu amaçla en fazla mısır ile sorgum tür ve melezleri kullanılmaktadır (Sağlamtimur ve ark. 1998). Sindirilme oranı ve birim alandan alınan verimi yüksek olan mısır, tüm dünyada mükemmel bir silaj bitkisi olarak kabul edilmektedir (Açıkgöz, 1995). Özellikle ülkemizde mısır silajı son 15-20 yılda yaygınlaşmaya başlamıştır. Bölgelere göre değişmekle beraber mısırdan dekara 5-10 ton/da silaj verimi alınmaktadır. Çiftçilerimizin silajlık mısır yetiştirmesi ile hayvanlarımızın kışlık kaba yem gereksinimine önemli katkı sağlanmıştır (Yolcu ve Tan, 2008).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi illeri 2013 yılı toplam hasıl ve silaj amaçlı mısır ekim alanı 176.403 da olup, bu ekim alanı aynı yıldaki Türkiye hasıl ve silaj amaçlı mısır ekim alanının % 5.12'dir. Yine aynı yılda bölge illerinin toplamında elde edilen 698.956 ton mısır hasılı ve mısır silaj üretimi Türkiye üretiminin % 5.95'ünü oluşturmaktadır. Bölgede en yüksek hasıl ve silajlık mısır ekim alanına sahip iller sırasıyla 1. Gaziantep (45230 da), 2. Şanlıurfa (44.329 da), 3. Diyarbakır (24.696 da) iken, en yüksek hasıl ve silajlık mısır üretimlerine sahip iller ise sırasıyla 1. Şanlıurfa (205.635 ton, 2. Gaziantep (193.450 ton)) ve 3. Diyarbakır (72.852 ton) olmuştur (TUİK, 2013).

Mısır, ışığı çok iyi değerlendiren bir C₄ bitkisi olup, kısa zamanda yüksek miktarda kuru madde oluşturabilme yeteneğine sahiptir. Bu özelliğinden dolayı sıcak iklimlerde ve sulu koşullarda ekim nöbeti sistemlerinde yer alabilecek bir bitkidir. Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) tamamlandıktan sonra bölgede 1.7 milyon hektar

tarım alanı sulamaya açılacaktır. GAP ile sulanabilen alanlarda mısırın ekim nöbeti sistemleri içerisinde yer alması kaçınılmazdır. Mısır bölgede verim potansiyeli yüksek olan, gerek ana ürün olarak gerekse serin iklim tahılları ve mercimekten sonra ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek bir bitkidir. Nitekim GAP master planında mısır için toplam sulanabilir arazi içinde % 5.1 oranında bir alan öngörülmektedir (Anonim, 1992).

Günümüzde küresel bazda suyun % 73'ü sulama, % 21'i endüstri ve kalan % 6'sı ise insan ihtiyaçları amacıyla tüketilmektedir. Uluslar arası bazda en önemli kriter olması beklenen bir zirai girdi konumunu almaktadır (Gonzalez, 1998). Bitki gelişimi en sık iki önemli çevresel faktör tarafından etkilenmektedir; bunlar su ve sıcaklıktır (Kanemasu et al. 1985). GAP bölgesinde sulama projesinin hayata geçirilmesi ile mısır ekiminde yıllar itibari ile büyük mesafe kat etmiştir.

Su kıtlığı olan bölgelerde tarımsal üretim için suyun etkin kullanımı, yenilikçi ve sürdürülebilir yaklaşımların kullanımını gerektirmektedir (Panda ve ark. 2004). Su, tarımsal üretim için en önemli kaynaklardan birisidir. Ancak, dünyanın birçok yerinde suyun kullanılabilirlik durumu, ekonomik ve teknik yönden sınırlıdır (Feres ve Soriano, 2007). Kurak ve yarı kurak iklim kuşağında yer alan bölgelerde optimum bitki gelişimi yönünden yağışın yetersiz ve dağılışın düzensiz oluşu, mısır tarımında büyük bir risk oluşturmakta ve sulamayı en önemli verim etmeni durumuna getirmektedir. Ancak, sulamanın önemi her geçen gün biraz daha artmasına karşılık, dünyanın birçok bölgesinde, tarımsal amaçla kullanılan su kaynaklarının giderek azalması sorunu yaşanmaktadır. Artan dünya nüfusunun su kullanımı ve endüstriyel gereksinimleri de bu azalmayı belirli ölçüde hızlandırmaktadır (Guitjens, 1982).

Son yıllarda ülkemizin önemli bir bölümünde çok büyük boyutlara ulaşan kuraklık, hem yeraltı hem de yerüstü su kaynaklarını olumsuz yönde etkilemiştir. Diğer taraftan bu bölgelerde endüstriyel kullanım ve kentsel içme-kullanma suyu gereksinimleri, sulama suyu kaynakları üzerinde büyük bir rekabete yol açmıştır. Tüm bunlara ek olarak, sürekli artış gösteren enerji ve işçilik giderleri de su kaynaklarının daha etkin kullanımını zorunlu kılmaktadır (Anaç ve ark., 1993). Bazı durumlarda, sulanan bitkilerin kârlılığı, suyu etkin kullanan sulama yöntemlerinin

seçimi, kullanılan suyun miktarının azaltılması ve uygulama zamanının optimizasyonu ile iyileştirilebilir (Bergez ve ark., 2002) ve böylece dağıtılan sulama suyunun kullanım etkinliği arttırılabilir (Kırda ve ark., 1999a).

Ülkemiz, halen mevcut toplam su kaynakları yönüyle ciddi bir su sıkıntısı içerisinde bulunmamakla birlikte gelecekte aynı durumda olmayacağı ortadadır. Su kaynaklarımızın 2030 yılında kritik düzeye düşeceği tahmin edilmektedir. Dolayısıyla gelecekte, su sıkıntısı çeken veya kısmen sıkıntı çeken ülkeler kategorisine düşmemiz beklenmektedir (Önder ve ark., 2002).

Sulama suyu yönetiminde modern teknolojilerin kullanılarak girdilerin en uygun biçimde yönetimi, bitkisel üretimi ve geri dönüşümleri en üst düzeye çıkarma yönüyle esastır (Panda ve ark., 2004). Sulamanın amacı, bitki gelişimi süresince su stresine neden olan zararı en az düzeye indirerek verimi optimize etmektir (Stone ve ark., 2001). Çünkü su sınırlı bir kaynak olup, su sağlama maliyetleri gittikçe artmaktadır.

Mevcut geleneksel sulama yöntemlerinin kullanılabilirliği devam ettiği sürece, uzun zaman periyotları içerisinde su kıtlığı ve tarım arazilerinde meydana gelen tuzluluk gibi ortaya çıkacak olan sorunlar ile karşı karşıya kalacağımız açık bir gerçektir. Bu nedenlerden dolayı, su kaynaklarının daha etkin kullanılması, aynı zamanda gübrenin su ile birlikte verilmesine (fertigasyon) olanak sağlayan yeni sulama tekniklerinden olan damla sulama sistemlerinin tarım alanlarında özendirilmesi gerekmektedir (Yazar ve ark., 2002).

Mısır; suya gereksinimi fazla olmasına karşın, suyu ekonomik olarak kullanan bir bitkidir. Mısırın su isteği, özellikle vejetatif gelişmesinin tamamlandığı tepe püskülünün çıktığı dönemde en üst düzeye çıkmaktadır. Bu dönemde bir dekarlık mısır tarlasındaki günlük su tüketimi yaklaşık 10 tona kadar çıkabilmektedir. Mısırdan yüksek verim ve kaliteli ürün alınabilmesi için vejetasyon boyunca iklim ve toprak özelliklerine bağlı olarak yarı kurak bölgelerde 3-4 kez sulanması gerekmektedir. Ancak sıcaklığın çok yüksek ve nispi nemin çok düşük olduğu (% 30) bölgelerde daha sık sulama gerekmektedir. Mısırdaki sulama açısından kritik dönemler; tepe püskülü çıkışı ve dane dolumu dönemleridir. Tepe püskülü çıkışından bir hafta önce yapılacak sulamalar, döllenmeyi güvence altına almaktadır.

Bu devrede sulamanın gecikmesi, verimde büyük düşüslere neden olmaktadır. Danelerin süt olum döneminde yapılacak sulamalar ise, dane iriliğini artırarak verim artışı sağlamaktadır. Bu iki kritik dönemde mısır bitkisinin su isteğinin tam olarak karşılanması dane verimi açısından çok önemlidir.

Yurdumuzda mısır yetiştiriciliğinde; yaygın olarak karık, tava ve salma şeklindeki yüzey sulama yöntemleri uygulanmaktadır. Küresel ısınma ve ortaya çıkan kuraklık sonucu suyun kısıtlı olduğu günümüzde, mısır yetiştiriciliğinde suyun daha etkin olarak kullanıldığı yağmurlama ve damla şeklindeki basınçlı sulama yöntemlerinin kullanımının yaygınlaştırılması gerekir. Özellikle damla sulama yönteminin mısır bitkisinde kullanımı ile büyük oranda su tasarrufu sağlandığı çeşitli bilimsel araştırmalar ile ortaya koymuştur.

Damla sulama sistemi gibi su ve enerji tasarrufu sağlayan modern teknolojilerin kullanılması ile mevcut su kaynaklarının optimum kullanımı sağlanabilir. Damla sulama sistemlerinde su uygulama randımanlarının % 90-95'e varması, bitkilerin su kullanım etkinliğini arttırması sürdürülebilir, tarım için temel koşullardan biri olarak ele alınması gerekliliğini ortaya koymaktadır (Bozkurt, 2005).

Mısır bitkisi mevsimlik su gereksinimi fazla olan ve sulu koşullarda yetiştirilen bir bitkidir (Musick vd., 1990). Mısır bitkisinde verimin artması veya azalmasının çeşide, yağış ve buharlaşma miktarına, toprağın hidrolik iletkenliğine bağlı olduğunu, özellikle suyun kıt olduğu bölgelerde mısır bitkisinde kısıntılı sulamanın verimde düşüşe neden olmadığını bilakis su kullanım randımanının arttığını belirlenmiştir (Shaozhong ve ark., 2000). Bu amaçla, su tasarrufu konusunda bir çok çalışma yürütülmüştür. Geleneksel sulamalar modifiye edilerek bitki kök bölgesinin farklı kısımlarının sulanmasını öneren yeni fikirler ortaya atılmıştır (Kang ve ark., 2000). Damla sulama da bu yöntemlerden birisidir. Damla sulama yöntemi su tasarrufu sağladığı gibi, verimde de artışa neden olmaktadır.

Öte yandan mısır bitkisinin birim alanda kısa sürede ürettiği kuru madde miktarı, küçük taneli hububatlarla göre fazla olduğundan, topraktan daha fazla miktarda N, P ve K almaktadır. Bu nedenle, mısır gübrelemesinde ilk sırayı azot elementi almaktadır. Bitkinin azottan yararlanmasını toprak tekstürü, toprak nemi,

toprak profilinden yıkanması, organik madde içeriği, diğer bitki besin elementlerinin topraktaki düzeyleri etkilemektedir.

Azotlu gübreler, bitkisel üretimi artırıcı en önemli bir girdi olarak kullanılmasının yanı sıra, fazla kullanımının da çevre ve özellikle de su kirlenmesinde etkili olduğu güncel bir konu olup, araştırmacılar tarafından izlenmekte ve araştırılmaktadır

Azotlu gübrelerin çevreyi ve içme suyunu kirleterek potansiyel toksik etki yaratmasına neden olmaktadır; bunlar (1) uygulanan azotlu gübrenin formu, (2) bitkiler tarafından kullanılan azotun etkinliği, (3) su kaynaklarının kendi hareket ve yapıları, (4) toprakların su kaynakları ile olan ilişkileri ve (5) yöresel iklim koşulları ve sulama yöntemleridir. Tek ve çok yıllık bitkilerin aşırı düzeyde azotla gübrenmeleri ve azotun bitki kök bölgesinde taşınıp yer altı ve içme sularına karışması sonucunda, nitratin zararlı etkileri ortaya çıkmaktadır (Lorenz, 1978).

Mısır yetiştiriciliğinde gerek uygun sulama ve gerekse doğru gübreleme teknikleri yapıldığı takdirde yeni melez çeşitlerin de kullanılması ile yüksek verim potansiyeline ulaşılabilmektedir. Ancak su kıtlığının yaygın olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde, sulu tarıma ayrılan su miktarında kısıtlama yapmak kaçınılmaz bir hale gelmiştir. Bu amaçla sudan en yüksek geliri sağlayacak sulama programlarına gereksinim duyulmaktadır. Öyle ki seçilen programlarda su artırımını en başta gelen amaçlardan biri olmuştur. Bu uygulama "kısıntılı sulama" diye adlandırılan sulama tekniklerinin kullanılmasını gündeme getirmiştir. Bu amaçla uygulanan kısıntılı sulama; genellikle su kaynaklarının yetersiz olduğu, kurak ve yarı kurak bölgelerde yaygın bir uygulamadır ve amacı mevsim içi sulamalarda optimum ürünü sağlamak amacıyla, gerekenden daha az su uygulayarak, mevcut su kaynağı ile daha fazla tarım alanının sulanmasına olanak sağlamaktır. Bu uygulamanın başarısı büyük oranda bitkilerin su eksikliğine dayanıklı olduğu dönemlerin (kritik dönemler) bilinmesine bağlıdır. Kısıntılı sulama uygulamalarında sulama suyunun azaltılması ile yeşil aksamın büyümesi, dolayısıyla da su kullanımının sınırlandırılması mümkün olabilmekte, ancak bu genellikle ürün verimi ve kalitesinde önemli oranda düşmeleri beraberinde getirmektedir (Kırda ve ark., 1999b).

Son yıllarda, GAP bölgesinde ikliminde uygun olması nedeniyle ikinci ürün dane ve silajlık mısır yetiştiriciliği artamaya başlamıştır. GAP Bölgesi'nde ikinci ürün mısır sulama suyu gereksinimi yüzey sulama için (800-1000 mm) oldukça yüksektir (Çetin, 1996). Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın 2007 yılından beri basınçlı sulama sistemleri kullanımına verdiği hibe desteğinin etkisiyle özellikle sıraya ekilen mısır ve pamuk gibi bitkilerde damla sulama uygulamaları hızla artmıştır. Çünkü damla sulama yüzey sulamalara göre % 30-50 arasında bir su tasarrufu sağlamaktadır.

Gelişen sulama teknolojilerine bağlı olarak, sulama suyu ile birlikte gübrelerin uygulanması (fertigasyon) bitki besin maddelerinin etkin kullanımı, gübrelerin çevresel olumsuz etkisinin azaltılması, zaman ve iş gücü tasarrufu gibi temel avantajlar sağlamıştır (Çetin ve Tolay, 2009). Bu nedenlerle güneşlenme süresinin uzun olduğu Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde modern sulama yöntemlerinden biri olan damla sulama ile sulanan ikinci ürün silajlık mısırdaki, hem uygun bir sulama programlaması ve buna bağlı olarak sulama suyu miktarının tespit edilmesi ve sulama suyu-verim ilişkisinin ortaya konulması son derece önemli olacaktır. Ayrıca, bitki gelişimi ve protein içeriği yönünden mutlak etkili olan azotlu gübrenin fertigasyonla uygulama sıklığının bitki gelişimi, yaş ve kuru ot verimi ile protein içeriğine etkisinin araştırılması sulama suyu ve azotun optimum kullanımıyla rantabl bir işletmecilik için gereklidir.

Bu çalışma ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi Diyarbakır koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen silajlık mısır bitkisinde, damla sulama ile farklı sulama suyu düzeylerinin ve fertigasyonla azotlu gübrenin bitkilerin farklı dönemlerinde ve farklı uygulama sıklığında silaj verim ve kalite özelliklerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Mısırdaki Sulama-Verim İlişkisi

Bitkilerin büyüme periyotlarında, strese duyarlı belirli kritik dönemlerinin olduğu bilinmektedir. Bitki, söz konusu dönemlerde su eksikliği ile karşılaştığında, fizyolojik olarak olumsuz etkilenmekte ve bunun bir sonucu olarak da verimde önemli azalmalar meydana gelmektedir. Etkili sulama yönetiminin amacı, sınırlı su ve enerji kullanımıyla ekonomik geliri artırmaktır. Bilinçli yapılan kısıtlı sulama, verim üzerindeki olumsuz etkileri en aza indirirken, su tüketimini de azaltır. Su kaynaklarından en iyi şekilde yararlanmanın temel koşulu toprak, iklim ve bitki etmenlerine bağlı olan sulama zamanı ve miktarı arasındaki ilişkinin bilinmesidir (James ve ark., 1982). Su kaynaklarından sulamaya ayrılan su miktarı, endüstriyel ve kentsel kullanımın yanında, çevre kirliliği nedeniyle giderek azalmaktadır.

Mısır bitkisinin suya en fazla tepki gösterdiği dönemlerin vejetatif, püskül çıkarma ve dane oluşum dönemi olduğu belirlenmiş, anılan dönemlerde yapılan su kısıntısının verimde önemli düşmelere neden olacağı belirtilmiştir (Yıldırım ve ark., 1995). Mısır bitkisinde su-verim interaksyonu ile ilintili olarak verimin artması veya azalmasının çeşide, yağış ve buharlaşma miktarına, toprağın hidrolik iletkenliğine bağlı olduğunu, özellikle suyun kıt olduğu bölgelerde mısır bitkisinde kısıntılı sulamanın verimde düşüşe neden olmadığını aksine su kullanım randımanının arttığını bildirilmiştir. Bu amaçla, su tasarrufu konusunda bir çok çalışma yürütülmüştür (Shaozhong ve ark., 2000). Bunun sonucu olarak, sulama şebekelerinin kısıntılı su kullanma koşullarına göre planlanması ve işletilmesi için öncelikle verim ile sulama suyu arasındaki ilişkilere gereksinim duyulmaktadır (Hanks, 1983; Smith, 1984; Kanber ve ark., 1994)

Bitki, kritik dönemlerde su eksikliği ile karşılaştığında, fizyolojik olarak olumsuz etkilenmekte ve bunun bir sonucu olarak da verimde önemli azalmalar meydana gelmektedir. Özellikle, suyun kısıntılı olduğu yerlerde, strese en fazla etkilenen dönemlerin bilinmesi, sulama işletmeciliği açısından son derece önemlidir (Yazar ve ark., 1990).

Derviş (1986), Çukurova koşullarında buğdaydan sonra ikinci ürün olarak yetiştirilen melez mısırın, 3 değişik sulama konusu ile ağır bünyeli topraklarda en yüksek verimi sağlayabilecek toplam su tüketim miktarını 578 mm, sulama sayısını 3 (Tepe püskülü+Koçan püskülü+Süt olum devresi) olarak tespit etmiştir. Buna göre ilk sulama suyu miktarı yaklaşık 190 mm ve ondan sonraki sulamalarda ortalama 120 mm sulama suyu olarak tespit etmiştir.

Braunwovth ve Mack (1989), Kısıntılı sulama uygulamalarının mısır bitkisinin su-verim ilişkilerine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 50'si tüketildiğinde mevcut toprak nemini tarla kapasitesine getirecek şekilde sulama suyu uygulamışlardır. Diğer konulara kontrol parseline uygulanan sulama suyu miktarının % 70, % 50, % 24 ve % 0'ı uygulanmıştır. Mısır bitkisinin su tüketiminin 407-418 mm arasında değiştiğini, kontrol parseline uygulanan sulama suyunda % 15 oranında yapılacak bir kısıntı ile en yüksek verimi elde edilebileceğini ve yalnız doğal yağışa bağlı bulunan sulama yapılmayan konuya ait verimin ise maksimum verimin % 44'ü kadar olduğunu belirlemişlerdir.

Howell ve ark. (1994), ABD'de LEPA (low energy precision application) yöntemini kullanarak farklı düzeylerde uygulanan sulama suyunun mısır verimine olan etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada tanık konuya (% 100), 1.5 m'lik toprak profilinden 7 günde tüketilen suyun % 80, % 60, % 40, % 20 ve % 0'ı uygulanmıştır. Sulama konularına, çıkıştan sonra uygulanan azot ise sulama suyu ile orantılı olarak verilmiştir. Anılan çalışmada mevsim ortalamasından daha fazla yağışın düştüğü yılda dane verimi 600-1200 kg/da arasında değişmiş ve mevsimi ortalamasından daha az yağışın olduğu yılda ise, 400-1500 kg/da verim alınmıştır. Sulama suyu miktarı yetiştirme mevsimi boyunca düşen yağışa bağlı olarak farklılık göstermiş ve yağışın fazla olduğu yılda 640 mm su uygulanmıştır. Dane verimi (Y) ile su tüketimi (ET) arasında önemli bir ilişki bulunmuştur ($Y = 0.00169 [ET - 147]$; $r^2 = 0.88$). LEPA sistemiyle mısır bitkisine kısıntılı su uygulandığında, kısıntının teksele dane ağırlığını etkileyerek verimi düşürdüğü gözlenmiştir. Hasat indeksinin, farklı su düzeylerinde fazla değişmemesine karşın, uygulanan su miktarı azaldıkça hasat indeksinin de azaldığı belirlenmiştir. Aşırı su kısıntısı yaprak alanı indeksini

azaltırken, daha az düzeydeki su kısıntısı ise kuru maddeyi azaltmıştır. Mısır bitkisinin en yüksek kuru madde üretim hızı, $25 \text{ g/m}^2/\text{gün}$ ile tepe püskülü çıkmadan hemen önce gözlenmiş ve bu hızın dane doldurma döneminin sonunu dek sürdüğü belirlenmiştir.

Yıldırım ve Kodal (1995), Ankara koşullarında mısır bitkisinin farklı sulama suyu miktarındaki verimini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada 9 konulu 4 tekrarlı bir deneme kurulmuştur. Kontrol parsellerine, bitki kök bölgesindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 50'si (S_0) tüketildiğinde mevcut nemi tarla kapasitesine çıkaracak şekilde sulama suyu uygulanırken, diğer parsellere kontrol parseline uygulanan suyun % 0 (S_1), % 25 (S_2), % 50 (S_3), % 75 (S_4), % 125 (S_5), % 150 (S_6), % 175 (S_7), ve % 200'ü (S_8), kadar sulama suyu uygulanmıştır. Sonuçta aşırı miktarda su uygulamasının verimi önemli düzeyde artırmadığı saptanmıştır. Büyüme mevsimi boyunca deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları 1991 yılında 79.3-1237 mm, 1992 yılında 139-1673. mm, 1993 yılında ise 90-1236 mm arasında değişmiştir.

Çetin (1996), Harran Ovası koşullarında ikinci ürün mısırdan en yüksek verim almak için 5 günde bir sulamayı, su yetersiz ise haftada bir veya en fazla 10 günde bir sulamayı önermiştir. Araştırmada verim, 5 ve 10 gün arayla yapılan sulamalarda sırasıyla 1015 kg/da ve 771 kg/da olarak tespit edilmiştir. Mevsimlik su tüketimi ve uygulanan sulama suyu miktarları ise sırasıyla 5 günlük konuda 1371 mm ve 1303 mm, 10 günlük sulamada ise sırasıyla 1037 mm ve 970 mm olarak ölçülmüştür. Bu veriler, bu araştırmanın yapıldığı aynı bölgede ikinci ürün mısırdan sulama suyunun nedenli yüksek olduğunu göstermektedir.

Stan ve Naescu (1997), Romanya koşullarında yağmurlama sulama yöntemi altında 6 farklı hibrit mısır çeşidi üzerindeki su stresinin etkilerini araştırmışlardır. Bitkinin 80 cm'lik kök bölgesindeki yarayışlı suyun % 50'si tüketildiğinde suyun tam olarak karşılandığı ve % 40 kısıntı uygulanan iki konuyu incelemişlerdir. Bitki su tüketiminin kısıntılı sulama koşulları altında 259-389 mm arasında değiştiğini saptamışlardır. Kısıntılı sulama konularında dane verimlerinin 895-1325 kg/da arasında değiştiğini tespit edilmiştir.

Gençoğlu ve ark. (1999), Çukurova koşullarında, toplam büyüme mevsimi boyunca farklı düzeylerdeki su kısıntısının ana ürün mısır tane verimine ve toplam su kullanım etkinliği (WUE) etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışmada sulama konuları, her 10 günde bir 120 cm'lik toprak profilinde tüketilen suyun % 100 (I_{100}), % 80 (I_{80}), % 60 (I_{60}), % 40 (I_{40}), % 20 (I_{20}) ve % 0'ı (I_0) uygulanması şeklinde oluşturulmuştur. Araştırmada, toprak profilindeki eksik nemin tamamının verildiği I_{100} konusunda denemenin birinci yılında 6, ikinci yılında ise 7 kez olmak üzere, sırasıyla toplam 752 ve 823 mm sulama suyu uygulanmıştır. Anılan konuya ilişkin su tüketimi birinci yıl 999 mm, ikinci yıl ise 1052 mm olarak belirlenmiştir. Söz konusu deneme konusunda tane verimi 1993 yılında 1002 kg/da, 1994 yılında ise 1004 kg/da olmuştur. I_{100} deneme konusuna göre % 20 su kısıntısı uygulanan I_{80} konusunda alınan verim istatistiksel olarak I_{100} konusundan farklı çıkmamıştır. Bu düzeyden sonra yapılan kısıntılar verimde önemli azalmalara neden olmuştur.

Lamm ve Trooien (2001), ABD koşullarında 1997-2000 yıllarında mısır üretiminde toprak altı damla sulama yöntemi ile bitki sıklığı ve kısıntılı sulama uygulamalarının etkilerini inceledikleri çalışmada, 1998 yılında, 6 farklı sulama suyu miktarı (0, 2.54, 3.30, 4.31, 5.08 ve 6.35 mm/gün) ve 4 farklı bitki sıklığını (5851, 6617, 7382, 8712 bitki/da) incelemişlerdir. Araştırmada 6.35 mm/gün sulamanın yapıldığı uygulamada düşük sıklıktan yükseğe doğru sırasıyla 2055, 2150, 2150 ve 2389 kg/da dane verimi elde edilmiştir. Ayrıca 5.08 mm/gün sulamanın yapıldığı parsellerden elde edilen dane verimleri düşük sıklıktan yükseğe doğru sırasıyla 2006, 2170, 2270 ve 2320 kg/da olmuş, 4.31 mm/gün sulamanın yapıldığı parsellerden ise sıklık sıralamasına göre 2080, 2080, 2175 ve 2230 kg/da dane verimleri belirlenmiştir. Yine bu çalışmada 3.30 mm/gün sulamanın uygulandığı parsellerden elde edilen dane verimleri düşük sıklıktan yükseğe doğru sırasıyla 1935, 2030, 2040 ve 2050 kg/da olmuş ve 2.54 mm/gün su uygulanan parsellerden ise yine düşük sıklıktan yüksek sıklığa göre sırasıyla 1770, 1840, 1860 ve 1880 kg/da dane verimleri elde edilmiştir. Çalışmada elde edilen bulgulara göre bitki sıklığı ve sulama suyu miktarı arttıkça verim de artmıştır.

Gençel (2002), Harran Ovası koşullarında, damla sulama yöntemiyle sulanan ikinci ürün mısır bitkisinin su-verim ilişkilerini, su kısıntısının verime ve verim

unsurlarına etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Deneme, 2000 yılında yürütülmüş, ve çalışmada geniş aralıklarla (alternatif karıklar, 1.40 m) yüzeye yerleştirilen lateraller, iki farklı sulama aralığı (3 gün ve 6 gün) ve üç farklı sulama düzeyi (I-100, I-67, I-33) uygulanmıştır. Sulama düzeyleri sulama aralıklarında yığışimli Class A Pan buharlaşma değerinin % 100'ü (I_{100}), % 67' si (I_{67}) ve % 33' ü (I_{33}) alınarak oluşturulmuştur. Araştırmada I_{33} konusuna 314 mm, I_{67} konusuna 450 mm ve I_{100} konusuna da 581 mm su uygulanmıştır. Anılan konulara ilişkin su tüketimleri sulama aralığının 3 gün olduğu konularda 353 ile 562 mm arasında, sulama aralığının 6 gün olduğu konularda ise 358 ile 565 mm arasında değişmiştir. Dane verimleri 725 ile 1192 kg/da arasında değişmiştir. En düşük verim, sulama aralığının 6 gün ve I_{33} sulama düzeyinde (753 kg/da), en yüksek verim ise yine aynı sulama aralığında I_{100} sulama düzeyinden (1192 kg/da) elde edilmiştir.

İstanbuluoğlu ve ark. (2002), Tekirdağ koşullarında yapılan bir araştırmada, mısır bitkisinin değişik gelişme dönemleri (vejetatif, tepe püskülü ve koçan oluşumu) göz önüne alınarak sulama zamanı, mevsimlik bitki su tüketimi, su kullanım randımanı ve verim tepki etmeni araştırılmıştır. En yüksek mevsimlik bitki su tüketimi, vejetatif, çiçeklenme ve dane bağlama dönemlerinde sulamaların tam olarak yapıldığı uygulamadan 586 mm olarak hesaplanmış ve aynı uygulamadan en yüksek dane verimi (992 kg/da) elde edilmiştir. Tepe püskülü döneminin, su stresine en duyarlı dönem olduğu vurgulanmıştır. Suyun kısıntılı olduğu koşullarda, sulamaların tepe püskülü ve koçan bağlama dönemlerinde yapılmasını önerilmiş, bu koşulda % 26 sulama suyu tasarrufuyla yalnızca % 3 oranında bir verim azalmasının olabileceği bildirmişlerdir.

Öktem ve ark. (2002), Yarı kurak koşullarda damla sulamada farklı sulama aralıklarının (2, 4, 6 ve 8 gün) mısır bitkisinin su-verim ilişkilerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmada 1998 ve 1999 yıllarında sırasıyla 814-1116 mm ve 843-1206 mm arasında sulama suyu uygulanmıştır. Çalışmanın her iki yılında da en yüksek sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) 4 günde bir sulanan konuda 1.43 ve 1.22 kg/da/mm olarak belirlenmiştir. Denemenin her iki yılında da en yüksek oransal su eksilişi 8 günlük sulama konusunda (ID 8) % 29.3, buna karşın aynı konuda yıllara göre verimde oransal azalış % 27.0 ve % 28.4 olarak belirlenmiştir. Her iki

yılda da, sulama aralıklarına göre; dane verimleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Her iki yıl için de en yüksek verim, 4 günlük sulama aralığının da 1.41 ve 1.33 t/da saptanırken, en düşük verim ise 8 günlük sulama aralığının da 1.03 ve 0.95 t/da olarak belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre yarı-kurak iklim kuşağındaki Harran ovasında, damla sulama yöntemi ile 4 günlük sulama aralığının mısır bitkisi için en uygun olduğu saptanmıştır.

Nonwood ve Dumler (2002), ABD’de kısıntılı sulama ve kuru arazi koşullarında iki hibrit mısır çeşidi üzerinde 3 yıllık süre ile yaptıkları çalışmada, kısıntılı sulama uygulamalarını, yalnızca tepe püskülü oluşumunda bir kez (150 mm sulama suyu) ve bitkinin 7 yapraklı olduğu vejetatif gelişme başlangıcı ile tepe püskülü döneminde olmak üzere 2 kez (300 mm sulama suyu) sulama yapmışlardır. Kuru arazi koşullarında ise yalnız yağışı dikkate almışlardır. Araştırmacılar aynı zamanda iki farklı bitki yoğunluğunu da (1998: 40000- 65000 bitki/ha, 1999: 45000- 68000 bitki/ha, 2000: 48000-73000 bitki/ha) incelemişlerdir. Kuru arazi koşulları, bitki sıklığı ve sulamaya bağlı olarak 3.59 -8.65 ton/ha arasında değişmiştir. Her iki kısıntılı sulama uygulamasında da su kullanım etkinliği değerlerini bitki yoğunluğu fazla olan deneme konularında daha yüksek elde edilmiştir.

Kırnak ve ark. (2003), Mısır bitkisinin kısıntılı sulama uygulamalarında ortaya koyduğu tepkileri incelemek amacıyla 1999-2000 yıllarında Harran ovası koşullarında 5 konulu 3 tekrarlı bir deneme yürütmüşlerdir. Çalışmada, kontrol parseline 7 günde bir etkili kök bölgesindeki mevcut nemi tarla kapasitesine çıkaracak şekilde sulama suyu uygulanırken, diğer konulara kontrol parseline verilen sulama suyunun % 20, % 40, % 60, % 80’i damla sulama yöntemiyle uygulanmıştır. Kontrol konusuna denemenin birinci ve ikinci yılında sırasıyla toplam 1215 ve 1295 mm sulama suyu uygulanmıştır. Anılan konuya ilişkin su tüketimi birinci yıl 1320 mm, ikinci yıl 1435 mm olarak belirlenmiştir. Söz konusu sulama konusunda dekara verim, araştırmanın birinci yılında 1294 kg; ikinci yılında 1405 kg olarak belirlenmiştir. Verim-tepki etmeni (ky) toplam büyüme mevsimi için 1999 ve 2000 yılı için sırasıyla 0.77 ve 0.81 olarak hesaplanmıştır.

Karam ve ark. (2003), Lübnan koşullarında 1998 ve 1999 yıllarında yürüttükleri çalışmada, damla sulama yöntemi altında tam ve kısıntılı sulama

uygulamalarının mısırın bitki su tüketimi, verim ve su kullanım randımanı üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Sulama uygulamalarını, lizimetreden ölçülen bitki su tüketiminin tamamı (I_{100}) ve % 60 kısıntılı (I_{60}) olarak oluşturmuşlardır. Ekimden hasada kadar olan deneme yılları için sırasıyla 128 ve 120 günlük dönemler için mevsimlik bitki su tüketimini 952 ve 920 mm olarak tespit edilmiştir. Yaprak alan indeksi ve kuru madde içeriğinin I_{60} kısıntılı konusunda azalmıştır. Kuru ağırlığa göre ölçülmüş dane verimlerinin 1998 yılında lizimetre üzerinde 1500 g/m^2 elde edilirken, tam sulanan konuda 1450 g/m^2 , kısıntılı sulanan konuda ise 1080 g/m^2 azaldığını bildirmişlerdir. 2009 yılında ise lizimetre üzerinden 1340 g/m^2 , I_{100} konusundan 1280 g/m^2 ve I_{60} konusundan ise 1040 g/m^2 , verim elde edilmiştir. Toprak üstü kuru madde verimi ise su kısıntısıyla azalmıştır. Lizimetreye karşılaştırıldığında deneme yılları için sırasıyla I_{100} konusunda $130\text{-}100 \text{ g/m}^2$, I_{60} konusunda ise $800\text{-}400 \text{ g/m}^2$ toprak üstü kuru madde verimi azalması olmuştur. Dane verimine ilişkin su kullanım etkinliği (WUE), lizimetre üzerinde yetiştirilen bitkilerden $1.52\text{-}1.34 \text{ kg/m}^3$, I_{100} konusundan $1.68\text{-}1.54 \text{ kg/m}^3$ ve en yüksek ise $1\text{-}60$ konusundan $1.88\text{-}1.87 \text{ kg/m}^3$ olarak belirlenmiştir. Toprak üstü kuru madde verimine ilişkin su kullanım etkinliği (WUE) I_{100} konusunda 3.16 ve 2.46 kg/m^3 , I_{60} konusunda 3.23 ve 2.97 kg/m^3 , lizimetreden ise 3.0 ve 2.34 kg/m^3 olarak belirlenmiştir.

Çakır (2004), Mısır bitkisinin végetatif gelişimi, dane verimi ve diğer verim parametreleri üzerine farklı gelişme dönemlerinde uygulanan sulama ve su stresinin etkilerini belirlemeye yönelik olarak Trakya koşullarında üç yıl süreli bir araştırma yapmıştır. Araştırmada mısır bitkisinin bilinen dört gelişme: (1) végetatif; (2) püskül; (3) koçan oluşumu ve (4) süt olum dönemleri ele alınmıştır. En yüksek verim değeri dört gelişme döneminde de sulama uygulamalarının yapıldığı kontrol konusundan elde edilmiştir. Kontrol konusuna ortalama 495 mm sulama suyu uygulaması yapılmıştır. Sulama uygulamalarının püskül, koçan oluşumu ve süt olum dönemlerinde yapıldığı konusundan elde edilen verim değerleri de, istatistiksel olarak kontrol konusundan elde edilen verim değerlerinden farklı bulunmamıştır. Anılan konuya uygulanan sulama suyu miktarı ortalama 410 mm olarak gerçekleşmiştir. Üç yıllık araştırmada, su eksikliğine karşı verim kaybını ifade eden

verim tepki faktörü (ky) değerinin sırasıyla yıllara göre 1.22, 1.36 ve 0.81 olduğu saptanmıştır.

Şişman ve İstanbulluoğlu (2004), Tekirdağ koşullarında mısır sulaması için Haziran ve Temmuz aylarının ikinci yarılarında sırasıyla 99 ve 106 mm olmak üzere iki sulama yapılması gerektiğini bildirmiştir..

Yılmaz ve ark. (2005), Farklı sulama düzeylerinin ikinci ürün mısırdaki verim ve bazı agronomik özellikler (bitki boyu, 1000 tane ağırlığı, koçan çapı, koçan boyu, koçanda tane sayısı) üzerine etkisini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüştür. Araştırmada, toprak profilinde tüketilen suyun tamamının uygulandığı T₁ konusu ve diğer T₂, T₃, T₄, ve T₅ konularına da tam konuya uygulanan suyun % 70, % 50, % 30 ve % 0'ı karşılanacak şekilde 5 sulama konusu oluşturulmuştur. Denemede karık sulama yöntemi uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, sulama konularının verim ve agronomik özellikler üzerine etkisinin her iki yılda da önemli olduğu belirlenmiştir. Ortalama değerlere göre, konulara uygulanan sulama suyu miktarı 148-493 mm; mevsimlik bitki su tüketimi değerleri ise 174-558 mm arasında değişmiştir. Ortalama tane verimi ise 288-1134 kg/da arasında değişmiştir.

Humphreys ve ark. (2005), Avustralya'da mısır bitkisinde yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinin etkinliğini araştırmışlardır. Çalışmada topraktaki yarayışlı suyun % 40'ı tüketildiğinde sulamaya başlanmıştır. Damla sulama lateralleri mısır sıralarının merkezine ve 20 cm toprak altına yerleştirilmiştir. Yağmurlama sulamada toplam 620 mm, karık sulamada 600 mm ve damla sulamada ise 510 mm su uygulanmış, damla sulama yönteminde yağmurlama ve karık sulama yöntemlerine göre sırasıyla % 22 ve % 18 daha az su uygulanmıştır. Dane verimi damla sulamada 1150 kg/da, yağmurlama sulamada 1030 kg/da, karık sulamada ise 990 kg/da olarak elde edilmiştir.

Bozkurt (2005), Çukurova koşullarında damla sulama yöntemiyle sulanan ikinci ürün mısır bitkisinin su-verim ilişkileri, su kısıntısının ve farklı lateral aralıklarının verime ve verim unsurlarına etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Denemede üç farklı lateral aralığı (A₁: 0.70, A₂: 1.40 ve A₃: 2.10 m) ve iki farklı sulama düzeyi (I₁₀₀, I₆₇) esas alınmıştır. Bunlardan. I₁₀₀ konusuna, 90 cm profil derinliğinde 7 günlük sulama aralığında mevcut nemi tarla kapasitesine getirecek

kadar sulama suyu uygulanmıştır. Kısıntılı sulama konusunda ise (I_{67}) % 33 oranında kısıntı uygulanmıştır. En yüksek su tüketimi her mısır sırasında bir lateral olduğu tam su alan A_1I_{100} konusunda 758 mm; en düşük su tüketimi ise iki mısır sırasına bir lateral yerleştirildiği kısıntılı sulama konusunda (A_2I_{67}) 573 mm elde edilmiştir. En yüksek verim A_2I_{100} konusundan (979 kg/da), en düşük verim ise A_3I_{67} konusundan (710 kg/da) elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre mısır bitkisi için en uygun lateral aralığı 1.4 m (iki bitki sırasına bir lateral) olarak saptanmıştır.

Şimşek ve Gerçek (2005), Harran ovasında mısır bitkisinde damla sulama yöntemi ile dört farklı sulama aralığındaki (2, 4, 6 ve 8 gün) su verim ilişkisini belirlemek ve verim tepki faktörünü (ky) saptamak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Araştırmada, 1998 ve 1999 yıllarında sırasıyla 814-1116 ve 843-1206 mm arasında sulama suyu uygulanmıştır. En yüksek sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) 4 günde bir sulanan konuda sırasıyla 1.43 ve 1.22 kg/da/mm olarak belirlenmiştir. Toplam su kullanım etkinliği (WUE) her iki yılda ve tüm konularda benzer şekilde (1.02 ve 1.13 kg/da/mm arasında) gerçekleşmiştir. Oransal bitki su eksilişi ile oransal verim düşüşü arasında önemli farklılıklar saptanmıştır. Denemenin her iki yılında da en yüksek oransal su eksilişi 8 günlük sulama konusunda (ID_8) % 30 ve % 29, buna karşın aynı konuda yıllara göre verimde oransal azalış % 27.0 ve % 28.4 olarak hesaplanmıştır. Bu oranlar sulama aralığı azaldıkça düşmüştür. Oransal evapotranspirasyon azalışı ile oransal verim azalışı arasında verim tepki faktörü (ky) ilk yılda 0.72-0.95, ikinci yılda ise 0.70-0.97 arasında belirlenmiştir. Her iki yılda da, sulama aralıklarına göre; dane verimleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek verim, 4 günlük sulama aralığında 1.41 ve 1.33 t/da saptanırken, en düşük verim ise 8 günlük sulama aralığında 1.03 ve 0.95 t/da olarak belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre yarı-kurak iklim kuşağındaki Harran ovasında, damla sulama yöntemi ile 4 günlük sulama aralığının mısır bitkisi için uygun olduğu saptanmıştır.

Dağdelen ve ark. (2006), Mısır bitkisinde verim, su kullanım etkinliği, kuru madde (biomas) miktarı, yaprak alanı indeksi ve su stresinin etkisini değerlendirmeye yönelik bir çalışma yapılmıştır. Kontrol konusunda, kök bölgesinde elverişli toprak su içeriğinin yaklaşık % 50'sinin tüketilmesiyle sulama

uygulamalarına başlanmıştır. Kontrol konusu ile birlikte, kontrol konusuna verilen sulama suyu miktarının % 70, % 50, % 30 ve % 0'nın verildiği toplam beş sulama konusu incelenmiş ve tüm sulama konuları aynı gün sulanmıştır. Vejetasyon süresi boyunca incelenen sulama konuları için ortalama su kullanım değerleri mısır bitkisinde 174 mm ile 558 mm arasında değişmiştir. Buna paralel olarak mısır dane verimleri 288 kg/da ile 1134 kg/da arasında değişmiştir. En yüksek verim kontrol konusundan elde edilmiştir. Su stresi ile paralel olarak yaprak büyüklüğünün azalması sonucu yaprak alanı indeksi değerinin de azaldığı belirtilmiştir. Ayrıca % 16 verim azalmasına karşın, sulama suyu miktarının % 70'nin uygulandığı konu özellikle suyun kısıntılı olduğu yarı kurak bölgeler için önerilmiştir.

Igbadun ve ark. (2006), Mısır bitkisinde bitki-su verimliliğini belirlemeye yönelik çalışmalar yapmışlardır. Sulama konuları, mısır bitkisinin bazı gelişme dönemleri ve haftalık sulama sıklıkları şeklinde oluşturulmuştur. Bitki su-verimliği bitki su kullanımı, uygulanan su ve ekonomik kazanımlara göre hesaplanmıştır. Uygulanan suya karşılık elde edilen verim değerleri 0.40 ile 0.55 kg/mm arasında değişmiştir. Birçok gelişme döneminde sulama uygulaması yapılmayarak elde edilen en yüksek bitki su kullanım randımanı değerlerine karşın, verimde önemli azalmaların olduğu bildirilmiştir.

Kaman (2007), Çukurova koşullarında yaptığı çalışmada ikinci ürün mısır bitkisinin beş farklı çeşidinde, geleneksel kısıntılı sulama ve yarı ıslatmalı sulama işletme biçimlerini karşılaştırmıştır. Kontrol konusu olan tam su konusuna bir haftalık yığışimli buharlaşmanın tamamı uygulanırken, geleneksel kısıntılı sulama ve yarı ıslatmalı konularına % 35 kısıntı uygulanarak eşit su verilmiştir. En yüksek verim tam su konusundan elde edilirken yarı ıslatmalı sulama konularından elde ettiği verimler geleneksel kısıntılı sulamaya göre daha yüksek çıkmıştır.

Sarımehmetoğlu (2007), Çukurova koşullarında farklı kısıntılı sulama uygulamaları altında mısır çeşitlerinin sulama suyu ve gübre kullanım etkinliğini belirlemek için bir çalışma yapılmıştır. Tüm çeşitler için kısıntılı sulama konuları arasında istatistiksel anlamda bir fark belirlenmemesine karşın yarı ıslatmalı sulama uygulaması (PRD) konularından elde edilen verimler geleneksel kısıntılı sulama uygulamalarına kıyasla daha fazla olmuştur.

Angın ve ark. (2007), Çukurova koşullarında ikinci ürün mısırdaki farklı sulama zamanlarının yaprak alanı değişimi, büyüme ve verim üzerine etkisini saptamak amacıyla Çukurova’da yaptığı araştırmada üç farklı sulama konusu (I_{40} , I_{60} , I_{80}) ele alınmıştır. Bu konulara 100 cm profil derinliğinde kullanılabilir suyun sırayla % 40, % 60 ve % 80’i tüketildiğinde mevcut nemi tarla kapasitesine getirecek kadar sulama suyu uygulanmıştır. Bitki başına yaprak alanı yönünden uygulamalar arasındaki farklar ancak tüm yapraklar oluştuktan sonra belirginleşmiş ve ekimden sonra 49. günden itibaren sık ve orta sıklıkta sulanan uygulamalarda (I_{40} ve I_{60}) benzer değerler ölçülürken; seyrek sulanan koşulda (I_{80}) en düşük değer elde edilmiştir. Bu eğilim yaşanma sürecinde de büyük ölçüde benzer kalmıştır.

Korkmaz (2008), Güney Marmara (Balıkesir) koşullarında mısır bitkisinin su-verim ilişkilerini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada, kısıntılı sulama koşullarında mısır dane veriminde oluşabilecek azalmaları tahmine yarayan mevsimlik verim tepki etmenini (ky) 1.191 olarak elde etmiştir. En yüksek verim (882 kg/da) su eksikliği olmayan ve dört defa sulanan konudan alınmıştır. Bu konunun sulama suyu ihtiyacı 586 mm ve su tüketimi ise 761 mm olarak belirlenmiştir. Araştırma sonucuna göre; Balıkesir koşullarında mısır bitkisinin; bir bitki boyu 40-45 cm olduğunda, iki tepe püskülü, üç koçan çıkarma ve dört süt olum dönemleri olmak üzere dört defa sulanması önerilmiştir. Eğer su kısıntısına gidilmesi gerekiyorsa, tepe püskülü ve süt olum dönemlerinde olmak üzere iki defa sulanması gerektiği bildirilmiştir.

Gökçel (2008), Çukurova koşullarında yarı ıslatmalı (PRD) ve kısıntılı sulama programlarının ikinci ürün mısır verimi ve su kullanma randımanı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 2006 yılında bir çalışma yapmıştır. Denemede A sınıfı buharlaşma kabından 7 günlük sulama aralığındaki yığılımlı buharlaşma miktarları tam su % 100 (TS-100), kısıntılı su % 50 (KS-50), yarı ıslatmalı % 100 (PRD-100), % 75 (PRD- 75), % 50 (PRD-50) olarak damla sulama yöntemiyle uygulanmıştır. Tam su alan konulara 644 mm, kısıntılı su ve PRD-100 konularına 396, PRD-75 konularına 333 mm ve PRD-50 konularına 271 mm su uygulanmıştır. En fazla verim TS-100 konusundan 1040 kg/da olarak elde edilirken, KS-50 ve PRD-100 konularında elde edilen verimler 772 kg/da ve 774 kg/da olarak benzerlik

göstermiştir. Konular arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur. Dane verimi (Y) ile sulama suyu (I) arasında $Y = - 0.0006 I^2 + 1.6213 I + 296.99$ ($R^2=0.91$) şeklinde ikinci dereceden bir ilişki elde edilmiştir. Dane verimi (Y) ile su tüketimi (ET) arasında ise $Y = -0.0027 ET + 4.2591 ET - 585.65$ ($R^2=0.88^{**}$) şeklinde ikinci dereceden bir ilişki belirlenmiştir. En yüksek su kullanım randımanı PRD-75 konusunda 1.77 kg/m^3 elde edilirken, en düşük su kullanım randımanı TS-100 konusunda 1.54 kg/m^3 olarak hesaplanmıştır.

Öktem (2008a ve 2008b), Harran ovası koşullarında, damla sulama yöntemi ile sulanan mısır bitkisinde su- verim ilişkileri yönünden dane veriminde azalma olmadan çeşitlere göre değişen oranlarda % 10 ile % 20 arasında kısıntı yapılarak su tasarrufunun sağlanabileceğini belirlenmiştir.

Vural ve Dağdelen (2008), Aydın koşullarında damla sulama yöntemiyle sulanan cin mısırın sulama programının oluşturulması amacıyla, cin mısırdaki farklı sulama aralığı ve su düzeylerinin dane verimi ile su kullanım randımanı üzerine etkisini araştırmışlardır. Yürütülen çalışmada 3 ve 6 gün aralıklarında A sınıfı buharlaşma kabından oluşan birikimli buharlaşmanın % 40, % 60, % 100 ve % 0'ının karşılandığı 5 su düzeyi olmak üzere toplam 10 sulama konusu incelenmiştir. Sonuçta, sulama aralığı ve su düzeylerinin dane verimini etkilediği, en yüksek verimin 3 gün sulama aralığında ve % 100 sulama suyu alan (K_4) sulama konusundan (642 kg/da) elde edilmiştir. Önerilen (K_4) konusuna toplam 19 sulama ile sırasıyla 563 mm sulama suyu uygulanmış ve bu konudan yine 579 mm mevsimlik bitki su tüketimi hesaplanmıştır.

Kızıloğlu ve ark. (2009), yarı kurak bir iklim bölgesinde yer alan Erzurum koşullarında, silajlık mısır bitkisi için, sezonluk kısıntılı sulama uygulamalarının yeşil ot verimi, bitki boyu ve su kullanım etkinliği değerlerini belirlemek, ayrıca tam sulama uygulamaları altında silajlık mısırın kc ve kp katsayısını tespit etmek amacıyla iki yıllık çalışma yürütmüşlerdir. Tam sulama yapılan konu için sulama uygulamalarına, etkili kök derinliğindeki yarıyıllık su içeriğinin yaklaşık olarak % 50'si tüketildiği zaman başlanmıştır. Yağmurlama sulama yöntemi ile kısıntılı sulama uygulanan konulara, tam sulama yapılan konuya uygulanan suyun % 80, % 60, % 40, % 20 ve % 0 kadar su uygulamışlardır. Su kısıntısı arttıkça koçan, yaprak, gövde ve

yeşil ot verimlerinin azaldığı belirlenmiş olup, bitki su tüketimi ile toplam yeşil ot verimi arasında doğrusal bir ilişki saptanmıştır. Benzer olarak WUE değerini, en yüksek tam sulama yapılan konudan, en düşük ise sürekli su stresi altında tutulan konudan bulmuşlardır.

Payero ve ark. (2009), Nebraska'da mısır bitkisi üzerinde, damla sulama yöntemi altında kısıntılı sulama uygulamalarının, bitki su tüketimi (ET), WUE, IWUE ve kuru madde verimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla toplam 16 farklı su kısıntısı ve uygulama zamanı konularını ele almışlardır. Uygulamalar arasında ETc % 7.2-18.8, verim % 17-33, WUE % 12-22; IWUE ise % 18-33 arasında farklılıklar belirlenmiştir. ET ile birlikte verim ve WUE değerleri arasında doğrusal bir ilişki olduğu saptanmış olup, ky değeri her iki mevsim için ortalama olarak 1.50'nin üzerinde hesaplanmıştır. Sulama zamanlaması kuru madde verimi, dane verimi ve koçan ağırlığı üzerinde etkili olmuş, ayrıca hasat indeksi ile ET arasında doğrusal bir ilişki elde edilmiştir. Araştırmacılar, 150 mm'lik su dağıtımının söz konusu aylar için iyi bir uygulama olduğunu bildirmişlerdir.

Gürbüz ve ark (2010), Aydın koşullarında kısıntılı sulama uygulamalarının mısır bitkisinin verim, su kullanım randımanı ve bazı verim komponentleri üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Kontrol parseline kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 50'si tüketildiğinde mevcut toprak nemini tarla kapasitesine getirecek şekilde sulama suyu uygulanırken diğer konulara kontrol konusuna uygulanan sulama suyu miktarının % 80, % 60, % 40, % 20 ve % 0'ı aynı günde uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, mevsimlik bitki su tüketimi ve verim 134-737 mm ile 252-1366 kg/da arasında değişmiştir. Su kısıntısı önemli düzeyde verimi etkilemiştir. En yüksek mısır verimi kontrol konusundan elde edilmiştir. Su kullanım randımanı (WUE) değerleri 1.85-2.26 kg/da/mm arasında değişmiştir. Verim azalma oranı $ky=0.92$ olarak elde edilmiştir.

Mansouri-Far ve ark. (2010), İran'da yaptıkları çalışmada, mısır bitkisinin vejetatif ve çiçeklenme dönemlerinde uygulanan kısıntılı sulama ve iki farklı azot uygulamalarının (10 ve 20 kg/da), iki farklı mısır çeşidinin fizyolojik ve agronomik özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, herhangi bir dönemde veya her ikisinde de sulama yapılmadığında danelerdeki aminoasit içeriğinin

arttığını, oransal su içeriği, yeşil yaprak alanı, 100 dane ağırlığı ve dane veriminin azaldığını belirlemişlerdir. En yüksek IWUE değerini, vejetatif gelişme döneminde sulama yapılmayan konudan elde etmişlerdir. Tam sulama yapılan konuyla karşılaştırıldığında, çiçeklenme döneminde sulama yapılmayan konudaki verim azalma oranının, vejetatif gelişme döneminde sulama yapılmayan konuya göre daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Her iki gelişme döneminde sulama yapılmadığında, en düşük 100 dane ağırlığı tespit edilmiştir. Vejetatif gelişme döneminde yalnızca bir kez sulama yapılmadığı durumda, uygulanan azot dozunun arttırılmasıyla verim ve IWUE değerlerinin arttığı, ancak çiçeklenme döneminde yalnızca bir kez ve hem vejetatif hem de çiçeklenme dönemlerinde sulama yapılmadığında ise yüksek azot dozunun mısır verimi üzerindeki etkinliğinin azaldığı belirtilmiştir.

El-Hendawy ve Schmidhalter (2010), Mısır'da 2008 ve 2009 yıllarında yürüttükleri çalışmalarda, su üretim fonksiyonları ve su kullanımı-verim ilişkilerini kullanarak damla sulama yöntemi ile sulanan mısır bitkisinde en uygun sulama aralığı ve düzeyini belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla dört sulama aralığı (1, 2, 3 ve 4 gün) ve üç farklı sulama düzeyin (hesaplanan bitki su tüketiminin % 100, % 80 ve % 60'ı) incelemişlerdir. Araştırmacıların elde ettiği sonuçlara göre, verim değişkenleri ve su kullanım etkinliği, sulama sıklığı ve düzeyi arttıkça artmış, 1 ve 2 gün sulama aralıkların'da, % 100 ve % 80 sulama uygulamalarında su kullanım etkinliği değerinde önemli bir farklılık bulunmamıştır. Bununla birlikte, bazı sulama sıklığı ve düzeyi, verim ve su kullanım etkinliği üzerinde önemli bir etkiye sahip olmuş, en yüksek değerler 1 gün sulama aralığı % 80 sulama düzeyi ve 2 gün sulama aralığı ve % 100 sulama düzeyinde, en düşük değerler ise 3 ve 4 gün sulama aralığı ile % 60 sulama düzeyinde belirlenmiştir. Mevsimlik K_y değeri deneme yılları için sırasıyla 1.81 ve 1.86 olarak bulunmuştur. Mevsimlik bitki su tüketimi ile verim arasında doğrusal ilişkilerin bulunduğu çalışmada, damla sulama yöntemi ile sulanan mısır bitkisinde en yüksek verim elde edilmesi için 2 günde bir % 100 oranında sulama yapılması önerilmiştir.

Uçak ve ark. (2010), Çukurova koşullarında 2008-2009 yılları arasında ikinci ürün mısır bitkisinin 3 farklı gelişme döneminde uygulanan su kısıntısının verime etkisini saptamak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Sulama suyu ile verim ve bazı

agronomik özelliklerinden bitki boyu, koçan yüksekliği, bin dane ağırlığı, koçan çapı, koçan boyu ve koçanda dane sayısı arasında istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli ilişkiler bulunmuştur. Mevsimlik su tüketimi 771 mm olarak belirlenmiştir. Aylık su tüketimi ise 90-195 mm/ay (3.0 - 6.5 mm/gün) arasında değişmiştir. Elde edilen bu bulgulara göre bitkinin değişik dönemlerinde çıkış suyu da dahil olmak üzere 5 kez sulanması ve özellikle tepe püskülü çıkarttığı dönemde su atlaması yapılmaması gerektiği sonucuna varılmıştır. Tozlaşma (tepe püskülü) döneminde su kısıntısı uygulamasının verimi % 9 oranında azalttığı belirlenmiştir. Çukurova’da ikinci ürün mısıra ilk su ekimden 30-35 gün sonra, ikinci su tepe püskülü çıkarmadan hemen önce, üçüncü su koçan püskülü çıkış dönemi boyunca ve dördüncü su ise dane doldurma dönemlerinde olmak üzere toplam 5 kez (çıkış suyu dahil) sulama yapılması öngörülmüştür.

Çamoğlu ve ark. (2011), Çanakkale yöresinde damla sulama ile sulanan tatlı mısırdaki su stresinin bitki su tüketimi, fizyolojik ve morfolojik parametreler üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, altı farklı sulama konusu (S_{100} , S_{80} , S_{60} , S_{40} , S_{20} ve S_0) oluşturulmuştur. Topraktaki eksik nemin tam olarak karşılandığı kontrol konusunda (S_{100}), ortalama mevsimlik bitki su tüketimi 453 mm ve uygulanan ortalama toplam sulama suyu miktarı ise 381 mm olarak bulunmuştur. Su stresine bağlı olarak bitki su tüketimi, klorofilmetre değeri, yaprak su içeriği, taze koçan verimi, yaprak alan indeksi ve kuru biyokütle miktarı istatistiksel olarak önemli düzeyde değişmiştir. Su stresinin anlık olarak belirlenmesinde, yaprak su içeriği ve klorofil değerlerinin kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Nepolean ve ark. (2011), Hindistan’ın farklı bölgelerinde, mısır bitkisinin suya duyarlılığını belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışma sonucunda çiçeklenme ve dane oluşumu dönemlerinde sadece bir ya da iki gün mısır sulamasının geciktirilmesi (su kısıtı uygulanması) durumunda dane veriminde % 22 oranında bir azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Yukarıda belirtilen literatör bilgilerinden anlaşılabileceği üzere, mısır bitkisinde sulama suyu gereksinimi ve su tüketimi, ana veya ikinci ürün olup olmadığı, coğrafi bölge, iklim özelliklerini, sulama yöntemi toprak koşulları ve çeşide bağlı olarak büyük oranda değiştiğini göstermektedir.

2.2. Mısırdaki Azotlu Gübre Miktarı ve Uygulama Zamanı

Azot bitkiler için mutlak gerekli ve en çok kullanılan makro bitki besin elementidir. Damla sulama sistemlerinin doğası gereği sulama suyu ile birlikte azotlu gübrelerin uygulanması (fertigasyon) gübre kullanım etkinliği ve verim artışı yönünden üstünlükleri vardır. Bu nedenle, bitkilerin verim artışında sulama yöntemleri ve azotlu gübreleme uygulaması anahtar faktörlerdir. Bu iki faktörün uygun yönetimi, çevresel korunum ve iyi bir üretim için aynı zamanda gereklidir (Çetin ve ark., 2013).

Jung ve ark. (1972), Ekimden 5-8 hafta sonra mısıra uygulanan N en etkili olup, tane ve doku analizlerine yansıtılabilmektedir. Sekizinci haftadan sonra uygulanan N, azot alımında ve verimde belirgin düşüşe neden olmuştur.

Jung ve ark. (1972), Mısır V8-V10 (8-10 yaprak) döneminde banda N uygulaması yüksek düzeyde bitkiye N sağlamada en iyi yol olduğunu bildirmiştir. Yapılmış araştırmalarda, ekim öncesi banda N uygulaması, tane verimi ve gübre kullanım etkinlikleri üzerinde daha iyi sonuçlar vermiştir. Azot uygulamasının çok uzun süre ertelenmesinin, verim ve gübre N'un geri alımını azalttığı da bildirilmiştir.

Stutler ve ark. (1981), Mısırın sulama suyu ve gübre gereksinimini belirlemek için El Salvador'da kumlu tınlı toprakta yürütülen çalışmada, 4 farklı su düzeyi damla ve karık sulama yöntemleri ile uygulanmıştır. Dört farklı gübre dozu ise sulama suyu miktarının ve sulama yöntemlerinin kombinasyonları şeklinde verilmiştir. Uygulanan su miktarı arttıkça ve N dozu dekara 20 kg uygulanana dek mısır veriminin arttığı saptanmıştır. Sulama suyu ile gübre dozları arasında önemli etkileşimlerin olduğu belirlenmiştir. Dane veriminin, damla sulama yöntemiyle daha az su uygulanmasına rağmen, sulama yöntemlerinden bağımsız olduğu gözlenmiştir.

Muruli ve Paulsen (1981), Mısırdaki yüksek tane veriminin, bitkide tane dolumu süresince yüksek N oranının birikimi ile paralellik gösterdiğini bildirmişlerdir. Toplam kuru madde üretiminin % 45'i koçan püskülü döneminde olmakta ve bu dönemde toplam N'un % 65'i alınabilmektedir (Dahnke ve ark., 1992) Araştırmacılar, bitki ve toprak faktörlerinin karşılıklı etkileşimleri sonucunda, N kullanım etkinliğinin arttığını ve N uygulamasının, ekimden 4-12 yaprak dönemine

kadar ertelenmesi ile bitkide daha yüksek kuru madde ve tanedeki N miktarını artırdığını saptamışlardır (Olson ve ark., 1964; Biegeriego ve ark., 1979; Ruselle ve ark., 1981)

Moll ve ark. (1982), Mısır bitkisine uygulanan düşük miktardaki azotlu gübreler, mısır genotiplerinin azot kullanım etkinliğinde de değişkenlik gösterdiğini belirtmiştir. Bu değişkenlik mısır hibritleri arasındaki farklılıklardan kaynaklanan püskülleme dönemi öncesi azot birikiminin, yine bu hibritler arasındaki azot kullanımındaki varyasyonlara bağlı olarak geniş farklılıklar göstermiştir.

Meisinger (1984), N'lu gübre dozlarının belirlenmesinin, yetiştirme ortamına giren ve ortamdaki N miktarları ile ilgili denge ilkelerine bağlı olduğunu bildirmiştir. Bunların,

- a) Gübrelemede uygulanacak N miktarının, doğrudan doğruya yetiştirilen bitkinin N gereksinimi ile ilgili olduğunu,
- b) Gübrelemede uygulanacak dozun dolaylı olarak N kullanım randımanı ile ilgili olduğunu,
- c) Gübreleme öncesinde mineralizasyon ve artık N nedenleriyle toprakta bulunan N miktarının genelde göz önüne alınmasının zorunlu olduğunu belirtmiştir.

Jones (1985), Ekimden 2-6 hafta sonraki süre içinde N kullanılabilirliği yetersiz ise verim potansiyeli azalabilmektedir. Bu nedenle, maksimum N ihtiyacı, koçan oluşumu veya döllenme öncesinde olmaktadır. Banda N uygulaması, gereksinimi en yüksek olduğu dönemde, N'un kullanılabilirliğini güvenceye alır. Ayrıca, bu uygulama ile hızlı büyüme periyodunda, mısır bitkisinin transpirasyon ve fazla miktarda su alımından dolayı, yıkanmayla N kayıplarını da büyük oranda azaltacağı bildirilmiştir

Keeny (1986), Azot kayıplarını azaltmak için azotlu gübrenin bölünerek uygulanması önerilmektedir

Olson ve ark. (1986) ile Russelle ve ark. (1983), Sulu koşullarda ağır bünyeli topraklarda V16 (çıkıştan 7 hafta sonraki dönem veya 16 yaprak çıkardığı dönem) seviyesine kadar ertelenen gübre-N'u uygulamaları, erken uygulama yapılanlara denk veya biraz daha fazla tane verimi sağladığını bildirmiştir. Gübre-N'u

uygulamalarını erteledikleri zaman (V8, V12, V16 vs) daha yüksek tane verimi elde etmişlerdir.

Ülger ve ark. (1986), Çukurova koşullarında, buğdaydan sonra ikinci ürün mısırdaki yaptıkları çalışmada, farklı azot dozlarında uygulanan büyüme düzenleyicisinin mısır bitkisinde tane verimi ve diğer bazı bitkisel özelliklere etkisini araştırmışlardır. Üç farklı azot dozu (0, 10, 20 kg N/da) kullanmışlar ve en yüksek tane verimini en yüksek azot dozu olan 20 kg N/da uygulamasından elde etmişlerdir. Artan azot dozlarının tepe püskülü çiçeklenme süresini ve koçan yüksekliğini önemli düzeyde uzattığını, bitkideki koçan sayısı, bin tane ağırlığı ve tane verimini önemli düzeyde arttırdığını, bunun yanı sıra bitki boyuna ve somak oranına önemli düzeyde etki etmediklerini tespit etmişlerdir.

Sancar (1988), Farklı ekim sıklığı ve azot seviyelerinin (0, 7, 14, 21 ve 28 kg/da N) dört melez mısır çeşidinde (TTM-813, TTM-815, TTM-819 ve P-3377 ve) tane verimi, kalite ve diğer bazı tarımsal özelliklere etkisini araştırdığı çalışmada; azot miktarı arttıkça, parselde koçan sayısı, koçanda tane verimi, protein oranı ve protein verimi artarken tepe püskülü ve koçan çıkarma süresinin kısaldığını, tane veriminin artan azot miktarına bağlı olarak artış gösterdiğini, ancak 21 kg/da N ve 28 kg/da N uygulamaları arasında fark görülmediğini saptamıştır.

Aydın (1991), Çukurova koşullarında ikinci ürün mısır yetiştiriciliğinde üç farklı azot dozu (10, 20, 30 kg/N/da) ve dört sıra arası mesafesinin (50, 60, 70, 80 cm) verim ve verim unsurlarına olan etkilerini araştırmak amacıyla yürüttüğü bir denemede, Fransız orijinli tek melez LG 55 hibrit mısır çeşidi kullanmıştır. Denemede en yüksek tane verimini 1036 kg/da ile 30 kg/da azot dozu düzeyinde ve 50 cm sıra arası mesafesinden elde etmiştir. En düşük tane verimini ise 617 kg/da ile 10 kg/da azot dozunda ve 60 cm sıra arası mesafesinden elde etmiştir. Araştırma bulgularına göre düşük azot dozu seviyelerinde sıra arası mesafelerinin geniş tutulmasıyla verimin artabileceği, artan azot dozu seviyelerinde ise sıra arası mesafeleri azaldıkça verimin artabileceğini ifade etmiştir.

Wuest ve Cassman (1992), Ekim öncesinde uygulanacak fazla miktardaki N'un bir bölümünün vejetasyon ortalarına kaydırılarak geç uygulanması N kullanım etkinliğini ve tanede proteini artırmaktadır.

Randall ve Schmitt (1993), Azot uygulama zamanı, önemli derecede azot kullanım etkinliğini etkileyebilir ve bu durum yüzey sularında nitrat kirliliği için de bir etkidir. Tın ve killi tın tekstürlü bir toprakta N'un baharda ekim öncesi uygulanmasının ideal olduğu bildirilmiştir Bölünmüş veya tek olarak banda gübre uygulamaları daha iyi olmasına rağmen, bazen ekim öncesi uygulamalara göre uygun olmayan sonuçlar verebilmektedir. Bitkinin kullanımı için banda N, çok geç verilmişse veya banda uygulamadan sonra uzun bir dönem kuru koşullar oluşursa, bitki N'u etkili kullanamaz. Bunun yerine, N toprak profilinde kalır ve yıkanmayla yitirilir.

Kaplan ve Aktaş (1993), Bursa ekolojik koşullarında mısır bitkisinde, üre ve amonyum nitrat gübrelerinin etkinliklerinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada en uygun azot dozunun 25 kg/da olduğunu, üre ve amonyum nitrat gübrelerinin verim ve verim unsurları üzerinde benzer etkiye sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Sowers ve ark. (1994), N uygulama dozunun yüksekliğinin aşırı N kayıplarına bağlı olarak düşük N kullanım etkinliği ve az N alımı sonuçlarına neden olduğunu vurgulamışlardır. Azot kullanım etkinliğini geliştirmede ve bitkinin ihtiyacı olan N'u bünyesinde toplanmasında, optimum N dozu kritik önem taşımaktadır.

William ve Randall (1997), Mısırdaki N uygulamalarının yönetimi, N kullanma randımanı ve çevrede yarattığı olumsuzlukları önemli düzeyde etkilediğini bildirmiştir. Literatürde rapor edilen tarla denemelerinde azot, gübreden kaynaklanan N'un miktarı her durumda gübreleme dozuna paralel olarak artmıştır. Sulama başta olmak üzere diğer çevre koşullarının azota karşı alınan verim ve bitkilerin gübre azotundan yararlanmasını etkilediği vurgulanmıştır. Hasat sonrası toprakta kalan gübre N'dan yararlanma oranının, özellikle yüksek dozlarda geç N uygulamasında % 25-56 arasında bulunduğu ve yıkanma ile yitim potansiyelinin fazla olduğu bildirilmiştir

Lambert ve ark. (1998), 6 azot dozu ve 4 lokasyonda yürüttükleri denemelerde tanede protein içeriğinin kontrol parselinde (0 N kg/da) % 7.9 iken, 28 kg N uygulaması ile protein içeriğinin % 10 ve tane veriminin 11 t/da'dan 20 t/da

çıktığını ve taneye N'un taşınması 0 N'de 7.5 kg N/da, 28 kg N'da, 19 kg N olarak değiştiğini saptamışlardır.

Kara ve ark. (1999), Ordu ilinde farklı bitki sıklığı (10, 20 ve 30 cm) ve azot dozlarının (0, 6, 12, 18, 24 ve 30 kg N/da) silajlık mısırdaki yeşil ot verimi ve bazı agronomik özelliklere etkisi üzerine yapmış oldukları araştırmada, artan azot dozlarının yeşil ot verimi üzerine 24 kg N/da dozuna kadar doğrusal yönde etkisinin olduğu, ancak 24 kg/da N dozundan sonra olumlu bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Gardner ve ark. (2000), Optimum azot gübrelemesine tepkisinin de ancak yeterli sulama ile mümkün olduğunu ve mısır 300-400 mm sulama suyu ile sulandığında ve banda gübre uygulandığında N kullanımı en yüksek olmuştur.

Allen ve ark. (2001), Üç farklı toprak işleme sisteminde dört farklı N dozu (0, 56, 112 ve 168 kg N/ha) ile 3 farklı uygulama zamanında (sonbahar, ekim ve ekimden 30 gün sonra) mısırın tepkisini incelemek için yürüttükleri denemede, N gübrelemesinin 168 kg N/ha'a çıkması ile bitkinin N alımının ve tane veriminin artmış olduğunu ve sonbaharda gübre uygulamasının ekim sırasında uygulanan gübre ile karşılaştırıldığında verimin % 30 azaldığını bildirmişlerdir. Bu sonuca göre, sonbaharda yapılan gübre uygulamalarında toprakta N kaybı fazla olduğundan, verim kaybının da olduğunu bildirmişlerdir.

İbrikçi ve ark. (2001), Çukurova bölgesinde, ikinci ürün olarak, 10 hibrit mısır çeşidi ve dört azot dozu (16, 24, 32 ve 40 kg N/da) kullanarak, mısırın azotlu gübre kullanımının optimizasyonunu belirlemek için yürüttükleri çalışmada, tüm çeşitlerde azot kullanım etkinliğinin, azot miktarının artmasına paralel olarak düştüğünü, azottan yararlanma etkinliğinin, azot dozlarının artmasıyla bazı çeşitlerde düştüğü ve bazılarında ise yükseldiğini, azot alım etkinliğinin ise tüm çeşitlerde, artan azot dozlarının artmasına paralel olarak düştüğünü tespit etmişlerdir. Ayrıca, tane verimi artan azot dozlarında, tüm çeşitlerde yükseldiğini, ancak 24, 32 ve 40 kg/da azot dozlarındaki tane verimlerinin birbirine yakın çıktığını bildirmişlerdir.

Singh ve ark. (2002), Yaptıkları bir çalışmada, bitki büyümesinin başında yapılan N uygulamaları yerine, kardeşlenme ve çiçeklenme döneminde daha fazla N'a ihtiyaç duyulduğundan N uygulamalarını ve uygulama zamanları yeniden revize

edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Çıkıştan sonra 7 gün içinde (2 yaprak) mısır bitkisi kök sistemleri ile topraktan besin gereksinimlerini karşılamaya başlar.

Hernan ve ark. (2004), Azot dozunun artışıyla ve gübre uygulama zamanının geciktirilmesiyle tanede N birikimi artmaktadır. Özellikle V6 (bitkinin 6 yaprak çıkardığı dönem) döneminde yapılan gübre uygulamaları diğer uygulamalarla karşılaştırıldığında, V6 dönemindeki uygulamalarla daha yüksek tane verimi elde edildiğini bildirmişlerdir.

Manor ve ark. (1983), Fertigasyon yöntemi ile, gübrelerin farklı zaman ve konsantrasyonda uygulanabilmektedir. Bunlar, farklı fertigasyon uygulama yöntemlerinde sulama suyundaki besin elementi konsantrasyonları zamana bağlı olarak konsantrasyonun azaltılması, sulama süresince sabit konsantrasyon, sulamanın yalnız bir bölümünde gübrenin tamamının uygulanması ve sulama süresince aralıklı ve eşit dozlar halinde uygulama şeklinde olabilir. Ya da bitkinin gelişim dönemleri ve azot kullanım miktarları da göz önüne alınarak fertigasyonda sulama süresince farklı oran ve miktarlar uygulanabilir.

Çetin ve Tolay (2009), Fertigasyonda gübreler farklı yöntemlerle uygulanması, ve bu uygulama yöntemlerinin etkisi, toprak ve iklim koşulları, yetiştirme ortamı, bitki tür ve çeşidine bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Bu nedenle, her bitki için elde edilen bulgu ve sonuçlar yalnız yapıldığı yöre koşulları ve o bitkiye göredir. Bu nedenle her bitkinin ve yetiştirme ortamının kendine özgü koşulları göz önüne alınmalı ve yapılan araştırma sonuçlarına göre hareket edilmelidir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Yeri

Araştırma, Diyarbakır-Elazığ karayolunun 36. km'sinde anayolun 6 km güney tarafında DSİ 10. Bölge Müdürlüğü sorumluluk sahası içerisinde yer alan Devegeçidi Barajı deneme sahasında yürütülmüştür (Resim 3.1). Araştırma yeri, $10^{\circ} 40'$ - $11^{\circ} 15'$ boylamları ile $38^{\circ} 15'$ - $37^{\circ} 50'$ enlemleri arasında yer almakta olup, denizden yüksekliği 748 m'dir.



Resim 3.1. Deneme yeri

3.1.2. Deneme Alanının Toprak Özellikleri

Devegeçidi barajı işletme ve sulama sahası toprakları genellikle kil bünyeli olup, sınırlı alanlarda blok, çoğu sahalarda da granüler yapılıdır. Renkleri kırmızı-kahverengi ve yer yer kahve renkli olup, proje sahası toprağının ana maddesi esas itibariyle alüvyal ince bünyeli, geçirgenlikleri iyi, drenaj kabiliyetleri ise oldukça iyi olup çabuk tava gelir havadar yapıda, 1. sınıf tarım arazisi olarak sınıflandırılmış olup; taban suyu derin ve tuzluluk-alkalilik sorunu olmayan topraklardır (Anonymous, 2011). Toprakların derinliği genel olarak 150 cm veya daha derin

olmasına rağmen yer yer derinliği anakaya, taş ve çakıl ile sınırlanmıştır. Deneme alanı topraklarına ilişkin kimi fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprağın fiziksel ve kimyasal özelliği	Toprak derinliği (cm)		
	0-30	30-60	60-90
Kum (%)	16	16	4
Silt (%)	21	25	30
Kil(%)	63	59	55
Bünye Sınıfı	C	C	C
T.K. ¹ (g/100g)	34.7	33.5	34.1
S.N. ¹ (g/100g)	23.2	22.2	23.6
As (g/cm ³)	1.36	1.39	1.40
pH	7.80	7.72	7.79
Organik Madde (%)	2.3	1.9	1.1
N (%)	0.28	0.26	0.19
Kireç (%)	11.3	9.4	9.4
Tuz (%)	0.07	0.07	0.08
P ₂ O ₅ (kg/da)	4.6	4.0	3.6
K ₂ O (kg/da)	124	116	110

¹:Tarla kapasitesi, ²: Solma noktası, ³: Hacim ağırlığı

3.1.3. Deneme Alanının İklim Özellikleri

Denemenin yürütüldüğü Diyarbakır ilinde, yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık ve yağışlı bir iklim hâkimdir. Uzun yıllara ait yıllık ortalama yağış miktarı 487 mm olup, bunun genellikle büyük bir kısmı kış aylarında ve erken ilkbaharda düşmektedir. Denemenin yürütüldüğü 2011 ve 2012 yıllarında yıllık toplam yağış, sırasıyla 574 ve 626 mm olarak gerçekleşmiştir. Yıllık ortalama minimum, ortalama maksimum ve ortalama sıcaklıklar, 2011 yılı için sırasıyla, 2.7, 27.7 ve 15.5 °C, 2012 yılı için ise 3.7, 28.7 ve 16.3 °C olmuştur.

Uzun yıllar meteorolojik verilere göre ilk donlar, Kasım ayı başında, son donlar ise Nisan ayı başlarında görülmektedir. Uzun yıllar aylık ortalama oransal nem % 53'tür. Aylık oransal nem ortalamaları Temmuz ve Ağustos aylarında % 25'lere kadar düşmekte olup, Aralık ve Ocak aylarında ise % 76 civarında olmaktadır. Diyarbakır ilinin uzun yıllara ve deneme yıllarına ait iklim verileri Çizelge 3.2'de verilmiştir (Anonymous, 2012).

Çizelge 3.2. Diyarbakır ilinde denemenin yürütüldüğü yıllara ilişkin iklimsel veriler ve uzun yıllık ortalama değerler

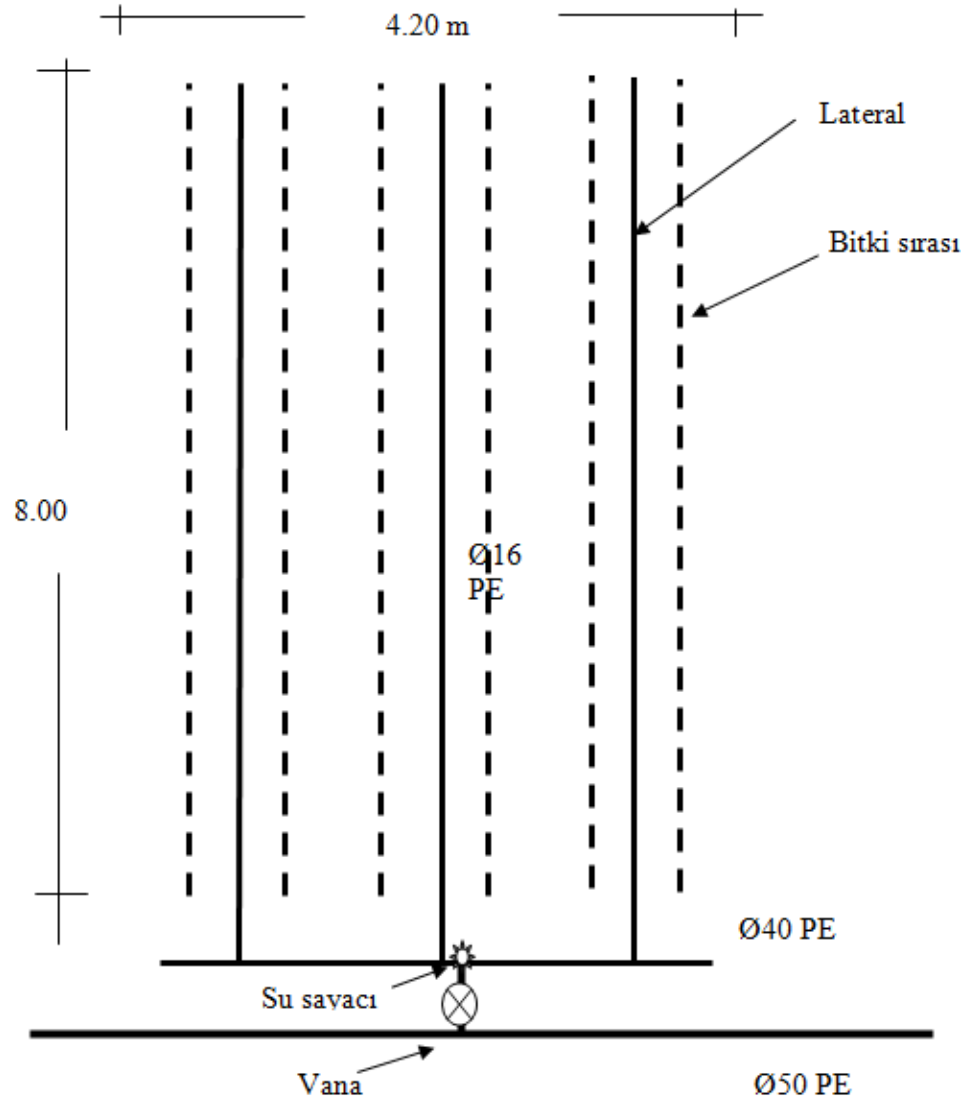
İklim ögesi	Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam veya ortalama
Ort.Sıc. (°C)	2011	3.5	4.7	9.0	12.9	17.6	25.4	31.9	30.7	25.0	16.4	6.4	2.3	15.5
	2012	2.4	1.9	5.1	15.2	19.6	27.7	31.3	31.1	26.1	18.4	12.0	5.1	16.3
	Uzun yıllar	1.7	3.6	8.2	13.8	19.2	26.1	31.1	30.4	24.8	17.1	9.5	4.1	15.8
Max. Sıc.(°C)	2011	12.2	15.5	22.4	22.0	32.2	38.9	44.7	44.3	37.0	32.4	18.4	11.9	27.7
	2012	11.0	14.8	18.1	27.8	33	41.7	43.7	41.0	37.9	35.6	23.8	16.0	28.7
	Uzun yıllar	12.1	15.4	21.5	27.3	33.2	38.7	42.3	41.8	38.1	32.1	22.9	15.2	28.4
Min. Sıc. °C)	2011	-7.0	-7.5	-4.5	-0.5	7.5	11.7	17.1	15.9	11.5	3.1	-7.1	-8.1	2.7
	2012	-8.6	-8.4	-5.8	2.0	8.6	9.4	14.5	17.1	12.8	7.3	-0.2	-4.7	3.7
	Uzun yıllar	-9.1	-8.7	-4.5	0.9	5.8	10.8	16.4	16.4	10.8	4.1	-2.6	-7.2	2.8
Yağış (mm)	2011	40.0	49.9	46.6	209.0	80.1	13.6	0.6	0.0	9.2	11.8	73.0	40.2	574.0
	2012	78.3	74.4	44.0	26.2	41.0	7.0	1.6	0.0	1.8	107.4	83.2	160.8	625.7
	Uzun yıllar	71.9	68.0	65.4	69.8	41.8	7.9	0.7	0.5	3.7	32.7	54.1	70.7	487.2
Oransal Nem (%)	2011	73.1	69.1	56.1	75.6	67.8	38.3	22.7	21.7	30.4	41.5	58.5	73.9	52.6
	2012	85.0	68.0	59.0	58.0	58.0	27.8	20.9	20.9	20.8	23.1	55.2	77.4	53.2
	Uzun yıllar	76.0	72.0	65.0	63.0	55.0	35.0	26.0	26.0	30.0	48.0	66.0	75.0	53.1
Buharlaşma (mm)	2011	43.4	44.8	80.6	87.0	127.1	309.0	423.0	465.0	300.0	158.1	66.0	65.1	2169.1
	2012	24.8	37.7	74.4	117.0	170.5	375.1	471.2	417.0	322.4	148.8	48	27.9	2234.8
	Uzun yıllar	0.0	0.0	21.1	117.0	198.0	351.0	465.0	408.0	285.0	158.1	30.0	0.0	2033.2
Ort. Rüzgar Hızı (m s ⁻¹)	2011	2.2	3.0	2.9	2.7	2.9	3.3	3.7	3.5	2.9	2.6	1.6	2.0	2.8
	2012	2.7	3.4	3.3	2.9	2.7	3.8	3.3	3.5	3.0	2.7	2.9	1.9	3.0
	Uzun yıllar	2.0	2.4	2.6	2.4	2.3	3.1	3.3	2.9	2.5	2.0	1.7	1.7	2.4

3.1.4. Araştırmada Kullanılan Mısır eşidi

Araştırmada, C-955 (Dekalb) silajlık mısır çeşidi kullanılmıştır. Anılan çeşit; orta erkenci, silaj verim potansiyeli yüksek olup güçlü sap ve kök sistemine sahiptir. Ayrıca silajın hazım edilebilirlik derecesi, enerji ve protein oranı yüksektir (Ergül, 2008).

3.1.5. Denemede Kullanılan Sulama Sistemi

Sistem planlanması, araştırma projesi kurulmadan önce, deneme yeri toprak özellikleri, bitki sıra aralığı ve sıra üzeri mesafesi ve toplam sistem kapasitesi esas alınarak yapılmıştır. Bitkiler yöntem kısmında açıklandığı şekilde ekilmiş ve ıkışlar olduktan sonra parsel planına göre damla sulama sistemi araziye yerleştirilmiştir (şekil 3.1). Sulama sistemi, sırasıyla kontrol birimi (hidrosiklon, kum-çakıl filtre, dosatron (hidrolik pompa vasıtası ile çalışan fertigasyon sistemi), ince filtre, vanalar, basınçölçerler, otomasyon ekipmanları), ana boru hattı, yan boru hatları (manifold), su sayaçları, lateral boru hatları ve damlatıcılardan oluşmuştur.



Şekil 3.1. Laterallerin deneme alanında bir parseldeki yerleşik planı



Resim 3.2. Su kaynağından sulama suyunun sisteme alınması ve sistem kontrol ünitesi

Sulama suyu, Resim 3.2’de görüldüğü gibi deneme yerinin bulunduğu Devegeçidi Barajı rezervuarından elektrik enerjisi ile çalışan bir motopomp yardımıyla sisteme verilmiş, sulama suyu deneme parsellerine f 50 mm çaplı PE boru hattı ile getirilmiştir. Deneme gereği sulama sistemi sayesinde azotlu gübre uygulaması için ise fertigasyon (sulama ile birlikte gübrenin verilmesi) tekniği kullanılmıştır. Bunun için her N, konusu için gübre tankları sisteme monte edilmiştir (Resim 3.3). Rezervuardan deneme parsellerine kadar f 50 mm çaplı PE ana borulardan, her parselin başlangıcına f 40 PE borulardan manifold boru hatları yerleştirilmiştir (Resim 3.3).



Resim 3.3. Damla sulama sisteminde kontrol ünitesi ve manifold boruların yerleştirilmesi

Resim 3.4’de görüldüğü gibi manifold boru hatlardan her parsel için ayrı ayrı vana ve digital su sayaçları olacak biçimde ana boru hattına f 16 mm lateral borular bağlanmıştır. Denemede lateral f 16 PE damla sulama lateral borularında, içten gecikli (in-line) damlatıcılar kullanılmıştır. Damla sulama yapılacak her parselde, her iki mısır bitkisi sırasına bir lateral hattı döşenmiş, deneme yeri toprak özelliklerine göre, lateral damlatıcı debileri 4 l/h ve damlatıcı aralığı ise 40 cm olarak seçilmiştir.



Resim 3.4. Sulama sisteminde laterallerin deneme parsellerine yerleştirilmesi

3.1.6. Araştırmada Kullanılan Sulama Suyunun Özellikleri

Araştırmada, sulama suyu olarak Devegeçidi baraj rezervuarında depolanan sulama suyu kullanılmıştır (Resim 3.5). Devegeçidi baraj rezervuarından alınan su örneğinin laboratuvar analiz sonucuna göre sınıfı C_2S_1 ’dir. Orta derecede tuzlu, alkalilik sorunu olmayan bu suların elektriksel iletkenliği (EC) ;0.30 dS/m, SAR değeri 0.33, anyonlardan; Cl ;0.17, CO_3 ; 0.46 me/L, katyonlardan; Na ;0.38, $Ca+Mg$ miktarı ise 2.64 me/L’dir. Devegeçidi barajı suyu ova toprakları için uygun bir sulama suyudur. Diyarbakır DSİ 10. Bölge Müdürlüğü Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü’nde analizi yapılan sulama suyuna ait kimi analiz sonuçları Çizelge 3.3.’de verilmiştir (Anonymous, 2011).



Resim 3.5. Denemede kullanılan sulama suyu kaynağı

Çizelge 3.3. Denemede kullanılan sulama suyunun kimi kimyasal özellikleri

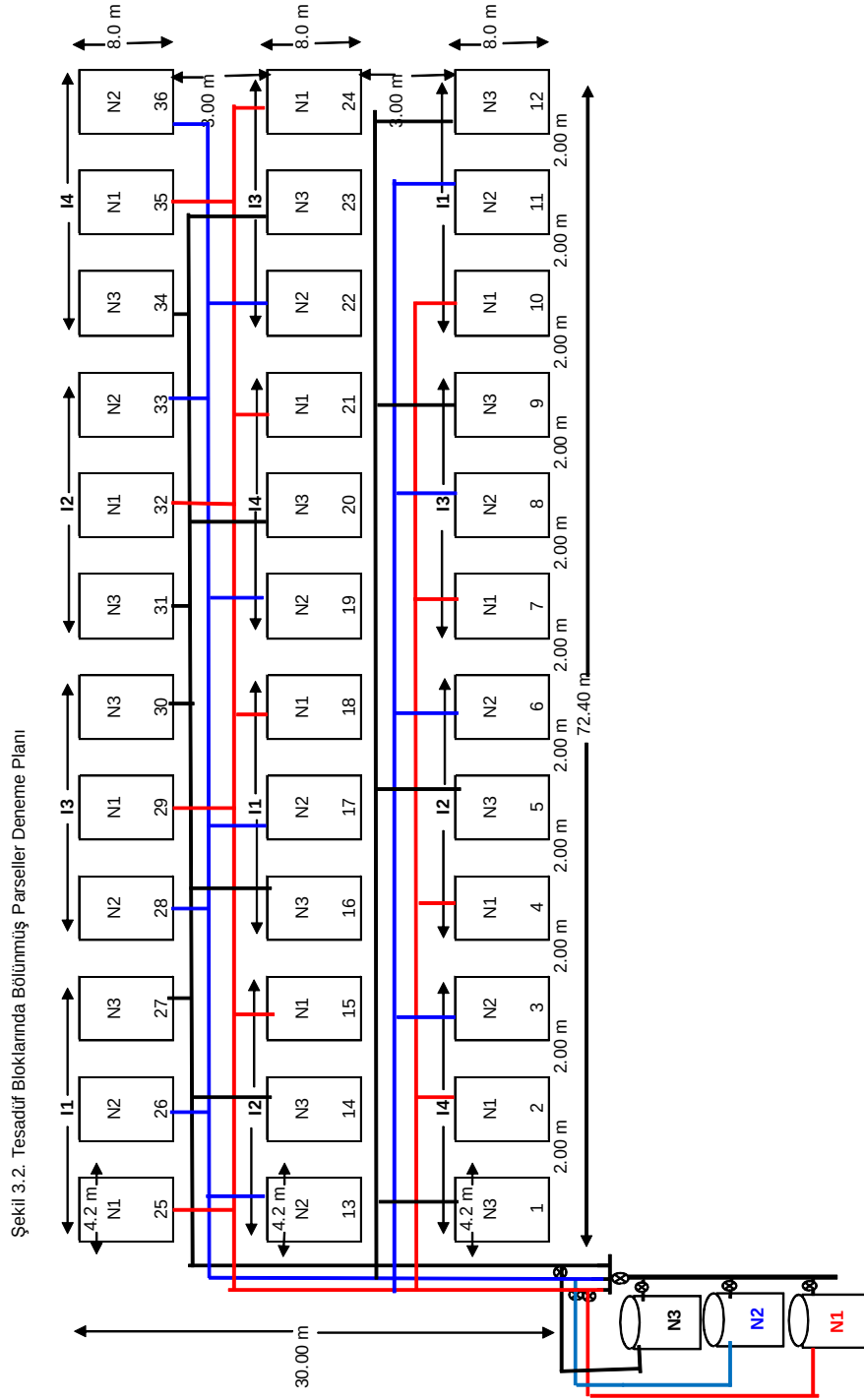
Sulama suyu sınıfı	EC _w (dS/m)	pH	Kasyonlar (me/L)				Anyonlar (me/L)			% Na	SAR
			Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	CO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼		
C ₂ S ₁	0.30	8.74	0.38	0.10	1.75	0.89	0.46	0.17	0.50	0.33	0.33

3.2. Metod

3.2.1. Deneme Yöntemi

Deneme, iki faktörlü tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Her bloktaki konular rasgele dağıtılmıştır. 2011 ve 2012 deneme yılı için, deneme parsellerinin düzeni ve konuların parsellere göre dağılımı Şekil 3.2’de gösterilmiştir. Deneme alanı 72.40 m x 30 m boyutlarında toplam 2.172 m² dir. Oluşturulan 3 bloğun her birinde 12 parsel deneme alanında toplam 36 parsel yer almıştır. Parsellerin düzenlenmesi sırasında, farklı uygulamalarından dolayı meydana gelebilecek yan etkileri önlemek amacıyla parseller arasında 2.00 m, bloklar arasında 3.00 m boşluk bırakılmıştır. Her deneme parseli 4.20 m x 8.00 m boyutlarında toplam 33.60 m²’lik alana sahip olup, her

deneme parselinde 6 bitki sırası yer almış, her iki mısır bitkisi sırasına bir lateral hattı döşenmiştir. Denemede bitki sıra aralığı 0.70 m, sıra üzeri ise 0.20 m olarak, bir parselde toplam 240 adet bitki yer almıştır.



3.2.2. Deneme Konuları

Ana konuları farklı sulama suyu düzeyleri, alt konuları ise fertigasyonla (sulama ile birlikte gübrenin verilmesi) uygulanan azot gübresinin farklı uygulama sıklığı oluşturmuştur (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Deneme konuları

Ana konular (Sulama suyu düzeyleri)	Alt konular (Azot gübresi uygulama sıklığı)
$I_{1(0.50)}$: A sınıfı buharlaşma kabından 5 günlük toplam buharlaşan miktarın %50'si	N_1 : Azot gübresinin 1/5'i ekim ile birlikte, fertigasyon yöntemi ile kalanın 2/5'i bitki boyu 6-7 yapraklı olduğunda, diğer 2/5'lik kısmı ise, tepe püskülü dönemine kadar uygulanması
$I_{2(0.75)}$: A sınıfı buharlaşma kabından 5 günlük toplam buharlaşan miktarın %75'i	N_2 : Azotlu gübrenin 1/5'i ekim ile birlikte, fertigasyon yöntemi ile kalanın 4/5'i her iki sulamada bir eşit dozlarda, tepe püskülü dönemine kadar uygulanması
$I_{3(1.00)}$: A sınıfı buharlaşma kabından 5 günlük toplam buharlaşan miktarın %100'ü	N_3 : Azotlu gübrenin 1/5'i ekim ile birlikte, fertigasyon yöntemi ile kalanın 4/5'i her sulamada eşit dozlarda, tepe püskülü dönemine kadar uygulanması
$I_{4(1.25)}$: A sınıfı buharlaşma kabından 5 günlük toplam buharlaşan miktarın %125'i	

3.2.3. Günlük Buharlaşma Miktarının Ölçülmesi

Sulama suyu uygulamasında açık su yüzeyi (Class-A Pan) buharlaşması esas alındığından, deneme alanı yakınına konulan Class-A Pan'dan günlük buharlaşma ölçümleri yapılmıştır. Bu amaçla Devegeçidi Barajı deneme alanının yakınına yerleştirilen, 120 cm çapında ve 25 cm yüksekliğinde, galvanizli saçtan yapılmış üstü açık kaptan yararlanılmıştır. Her sabah saat 9.00'da su düzeyi ölçümleri

yapılmış (Resim 3.6), ölçülen su düzeyi bir önceki su düzeyinden çıkarılarak günlük buharlaşma miktarı elde edilmiştir. Deneme uygulaması gereği 5 günlük toplam buharlaşma miktarı deneme konuları esas alınarak sulama suyu olarak uygulanmıştır. A sınıfı buharlaşma kabında su seviyesi düştükçe kapak üst kısmı seviyesinde 5 cm boşluk kalacak şekilde doldurulmuştur.



Resim 3.6. Sulama suyu miktarının hesaplanmasında kullanılan Class-A Pan

3.2.4. Sulama Suyunun Hesaplanması ve Uygulanması

Mısır bitkilerinin ekim işleminden sonra homojen bir çimlenme ve çıkış sağlanabilmesi açısından ekim sonrası yağmurlama sulama yöntemiyle can suyu uygulaması yapılmıştır. Çıkış sağladıktan sonra tüm parseller damla sulama ile 0-60 cm toprak derinliği esas alınarak tarla kapasitesine getirilmiş, daha sonra ise deneme konularına göre sulama uygulamalarına başlanmıştır. Sulama programının uygulanması için bölgede önceden yapılan araştırma sonuçları esas alınmıştır. Buna göre, Harran Ovası koşullarında yüzey sulamada ikinci ürün mısırdaki en yüksek verim almak için 5 günde bir sulamayı, su yetersiz ise haftada bir veya en fazla 10 günde bir sulama yapılması önerilmiştir (Çetin, 1996). Mısır bitkisinin yetiştirme periyodu bölgemizde buharlaşmanın en yüksek olduğu döneme denk geldiği ve denemede damla sulama yöntemi uygulandığı için sulama aralığı 5 gün olarak esas alınmıştır. Deneme alanına yerleştirilen A Sınıfı buharlaşma kabından ölçümler günlük olarak yapılmış, belirtilen sulama aralığı sonunda A sınıfı buharlaşma kabından olan

buharlaşma miktarı kullanarak deneme parsellerine, her sulama aralığında uygulanacak su miktarları aşağıda verilen eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Kanber, 1997). Parsel alanına göre hacimsel olarak hesaplanan su miktarı, plastik borularla parsel başlarına kadar getirilmiş ve Resim 3.7’de görüldüğü gibi parsel başlarındaki su sayacından ll olarak parsellere uygulanmıştır.

$$I = A \cdot E_p \cdot K \cdot P$$

Eşitlikte,

I: Parsele uygulanacak sulama suyu (L),

A:Parsel alanı (m²),

E_p: Sulama aralığındaki birikimli Class A Pan buharlaşma miktarı (mm),

K: Deneme gereği esas alınan katsayısı (izelge 3.4).

P: ıslatma alanı oranı (Deneme gereği parsel alanının tamamı ıslatılmadığından dolayı, ıslatma alanı oranı 0.65 alınmıştır)



Resim 3.7. Sulama suyunun su sayacından ll olarak geçirilmesi

3.2.5. Bitki Su Tüketimi

Deneme konularına uygulanan sulama suyu ve yağışlar kaydedilerek bitki su tüketimi (evapotranspirasyon) değerleri aşağıdaki verilen su bütçesi eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır (Doorenbos ve Kassam, 1979; Kanber, 1997).

$$ET = I + P - D - R \pm \Delta S$$

Eşitlikte; ET, bitki su tüketimi (mm); I, sulama suyu (mm); P, yağış (mm); D, derine süzülme (mm); R, yüzey akış (mm); ΔS , bitki kök bölgesindeki su depolama farkı (mm)'ni ifade etmektedir.

Deneme konularında, yetiştirme mevsimi boyunca, kök bölgesindeki toprak su içeriğinin değişimi izlenmiştir. Bu amaçla ölçümler, ekim sırasında, her sulama öncesinde yapılmış ve hasatta sona erdirilmiştir. Toprak su içeriği, 0–30, 30–60 ve 60–90 cm katmanlarda gravimetrik olarak ölçülmüştür (Tüzüner, 1990). Eşitlikteki yağış (P), deneme alanına yerleştirilen yağmurlama kabı (pülviyometre) ile ölçülürken, derine süzülme (D) gözlenmemiş olup, damla sulama sisteminden dolayı parsel alanlarından sulama suyu çıkışı olmadığı için yüzey akışı (R) sıfır (0) alınarak belirlenmiştir.

3.2.6. Sulama Suyu Kullanım Etkinliği ve Toplam Su Kullanım Etkinliği

Sulama suyu kullanım etkinliği ve toplam su kullanım etkinliği aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır (Howell ve ark., 1994).

$$WUE = Y / ET$$

$$IWUE = Y / I$$

Bu eşitlikte;

WUE: Toplam su kullanım etkinliği (kg/da/mm),

IWUE: Sulama suyu kullanım etkinliği (kg/da/mm),

ETc: Bitki su tüketimi (mm),

I: Uygulanan sulama suyu (mm),

Y: Sulanan konularda elde edilen verim (kg/da).

3.2.7. Tarımsal İşlemler

3.2.7.1. Toprak Hazırlığı ve Ekim

Deneme hazırlanmasında, önce arazi bitki artıkları ile yabancı otlardan temizlenmesi ve toprağın havalandırılması amacıyla pulluk ile sürülme işlemi yapılmıştır. Sonra, kültivatör, diskaro ve tapan çekilerek ekime hazır hale getirilmiştir. Ekimler her iki deneme yılında (2011 ve 2012) 25 Haziran'da bitki sıra arası 70 cm, sıra üzeri 20 cm ve ekim derinliği 5 cm olacak şekilde yapılmıştır (Resim 3.8).



Resim 3.8. Ekim işleminin yapılması

3.2.7.2. Fertigasyon (Sulama ile Birlikte Gübreleme)

Araştırmada deneme konularına, dekara saf olarak 10 kg Potasyum (K_2O), 10 kg Fosfor (P_2O_5) ve 24 kg Azot (N) gübresi uygulanmıştır. Dekara saf olarak verilen 24 kg azot gübresi deneme konularına bağlı olarak üç farklı aşamada uygulanmıştır ( izelge 3.5). Bunun için damla sulama ile birlikte fertigasyon tekniği kullanılmıştır.

Fertigasyonda (sulama ile birlikte gübrenin verilmesi) azotun farklı dönem ve farklı uygulama sıklığı esas alınarak Resim 3.9’da görüldüğü gibi gübreler, gübre tank sisteminden basınç-farlılığı yöntemi uygulanarak parsellere verilmiştir. Buna göre; toplam azotun 1/5’i tüm konular için temel gübreleme bakımından ekim ile birlikte doğrudan toprağa uygulanmıştır. Toplam azotun kalan miktarları ise her deneme konusuna göre uygulanmıştır. Buna göre N_1 konusu için kalan azotun 2/5’lik kısmı bitki 6-7 yapraklı olduğunda, diğer 2/5’lik kısmı ise, tepe püskülü döneminden önce, N_2 konusunda azotlu gübrenin kalan 4/5’lik kısım ise her iki sulamada bir defa eşit dozda tepe püskülü dönemine kadar, N_3 konusunda ise azotlu gübrenin kalan 4/5’lik kısım ise her sulamada eşit dozda tepe püskülü dönemine kadar sulama suyu ile birlikte (fertigasyon) uygulanmıştır (Çetin ve Tolay, 2009).



Resim 3.9. Deneme konularına göre fertigasyon uygulama sistemi

Denemede kullanılan gübre ve gübre kaynakları aşağıda verilmiştir..

Deneme alanı: 2.172 m²,

Denemede, taban gübresi olarak, granüle 15-15-15, fertigasyonla (sulama ile birlikte gübrenin verilmesi) uygulanan gübre ise (toz, özel damla sulama gübresi): 19-5-5 gübresi kullanılmıştır.

Çizelge 3.5’de görüldüğü gibi, 2012 yılında bitkilerin tepe püskülü daha erken oluştuğu için, N_3 konusuna uygulanan gübrenin son sulamada tamamı verilmek zorunda kalmıştır.

Çizelge 3.5 Deneme konularına fertigasyonun uygulandığı tarihler

Fertigasyonun uygulandığı tarih	Uyg. gübre miktarı			Fertigasyonun uygulandığı tarih	Uyg. gübre miktarı		
	N ₁ (kg/da)	N ₂ (kg/da)	N ₃ (kg/da)		N ₁ (kg/da)	N ₂ (kg/da)	N ₃ (kg/da)
25.06.2011	4.8	4.8	4.8	25.06.2012	4.8	4.8	4.8
17.07.2011	0	4.8	2.4	19.07.2012	0	4.8	2.4
22.07.2011	0	0	2.4	24.07.2012	0	0	2.4
27.07.2011	0	4.8	2.4	29.07.2012	9.6	4.8	2.4
01.08.2011	9.6	0	2.4	03.08.2012	0	0	2.4
06.08.2011	0	4.8	2.4	08.08.2012	0	4.8	2.4
11.08.2011	0	0	2.4	13.08.2012	0	0	2.4
16.08.2011	0	4.8	2.4	18.08.2012	9.6	4.8	4.8
21.08.2011	9.6	0	2.4				
Toplam	24	24	24	Toplam	24	24	24

3.2.7.3. Seyreltme ve Çapalama

Araştırmanın birinci ve ikinci yıllarında ekim işleminden 7 gün sonra mısır bitkilerinin çıkışı görülmüştür. Parselasyon işleminden önce bitki kök bölgesinin havalanması amacıyla bitki boyu 10-15 cm'ye ulaştığında, traktör çapası ile birinci çapa yapılmış, sonra sıra üzeri 0.20 m olacak şekilde el ile seyreltme yapılmıştır (Resim 3.10). Bitkiler 8-10 yapraklı olduğunda ikinci çapa ve boğaz doldurma işlemi yapılmıştır.



Resim 3.10. Traktör çapasının çekilmesi

3.2.7.4. Tarımsal Mücadele

Deneme süresince, parsellerde gelişen yabancı otlar traktör ve el çapası ile, sonraki dönemlerde parsel ve blok aralarında gelişen yabancı otlar ise el çapası ile temizlenmiş, ayrıca hastalık ve zararlıların denemenin sağlıklı yürütülmesini engelleyecek düzeyde zarar vermesi engellenmiştir. Başta koçan kurdu (*Sesamia* sp.) olmak üzere yaprak biti gibi zararlılara karşı kimyasal mücadele uygulanmıştır. Koçan kurdu (*Sesamia* sp.)'na karşı Lambda/Cyhalothrin (50 g/l EC 30 ml/da), yaprak biti (*Zyginidia sohrab*)'ne karşı Eforia 247 SC kullanılmıştır.

3.2.7.5. Hasat

Araştırmanın 2011 ve 2012 yılında ekim'den hasata kadar uygulanan tarımsal işlemler Çizelge 3.6.'da verilmiştir. Hasatta, silaj olum döneminin tespiti için koçandaki danenin süt çizgisi kesilerek kontrol edilmiş ve 2/3 olduğu dönemde, Resim 3.11'de görüldüğü gibi her parselin yanlarından birer sıra, sıraların baş ve sonlarından 1.00 m'lik kısımlar kenar tesiri olarak atıldıktan sonra kalan 6.00 x 2.80 =16.8 m²'lik hasat alanında bulunan bitkiler el ile toprak üstünden kesilerek

toplanmış ve deneme yerinde tartılmıştır. Hasat işlemi; araştırmanın birinci yılında 25 Eylül 2011, araştırmanın ikinci yılında ise 20 Eylül 2012 tarihinde gerçekleştirilmiştir.



Resim 3.11. Hasat işleminin yapılması

Çizelge 3.6. Denemede uygulanan tarımsal işlemler

Sıra no	Uygulanan tarımsal işlemler	Birinci yıl	İkinci yıl
1	Ekim	25.06.2011	25.06.2012
2	Class A Pan kurulması	25.06.2011	25.06.2012
3	Çıkış tarihi	08.07.2011	07.07.2012
4	Traktör çapası	09.07.2011	10.07.2012
5	Parselasyon ve parsel aralarının temizlenmesi	10.07.2011	10.07.2012
6	Damla sulama sistemin döşenmesi	10.07.2011	12.07.2012
7	Parsellere tanıtım levhalarının takılması	16.07.2011	14.07.2012
8	Mevcut nem tarla kapasitesine getirilmesi	12.07.2011	14.07.2012
9	Sulama programlarına başlanması	17.07.2011	19.07.2012
10	El çapası-boğaz doldurma-Seyreltme işlemi	20.07.2011	17.07.2012
11	Tepe püskülü dönemi	22.08.2011	19.08.2012
12	Koçan püskülü dönemi	24.08.2011	21.08.2012
13	Süt olum dönemi	10.09.2011	08.09.2012
14	Hamur olum dönemi	23.09.2011	20.09.2012
15	Hasat	25.09.2011	20.09.2012

3.2.8. Analiz ve Ölçümler

3.2.8.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analizleri

Deneme yeri topraklarından deneme kurulmadan önce kimi kimyasal ve fiziksel analizlerin yapılması için örnekler alınmıştır. Bu amaçla bozulmuş ve bozulmamış örneklerden 0-90 cm toprak derinliği esas alınarak her 30 cm katmandan alınarak aşağıda verilen yöntemlerinde kullanılması ile belirtilen analizler yapılmıştır.

Hacim Ağırlığı: Hacmi 100 cm³ olan çelik silindirlerle alınan bozulmamış toprak örnekleri etüvde 105 °C’de 24 saat kurutulup, fırın kuru toprağın ağırlığı toplam silindir hacmine bölünerek belirlenmiştir (Tüzüner, 1990).

Toprak Bünyesi: Denemenin yürütüldüğü alanlardaki toprakların bünye tayini Bouyoucos hidrometre yöntemi ile yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, bünye sınıfının belirlenmesinde toprak sınıflandırma üçgeninden yararlanılmıştır (Black, 1957).

Tarla Kapasitesi ve Solma Noktası: Örnekler suyla doyurulduktan sonra poroz levhalı basınçlı tencerede 1/3 atm ve 15 atm değerinde basınç uygulanarak saptanmıştır (Tüzüner, 1990).

Toplam Tuz: Soil Survey Manuel (1957)’de bildirildiği gibi, kondaktivite aleti ile çamur süzüğünde 25°C’de elektriksel iletkenliğin ölçülmesiyle belirlenmiştir.

Toprak Tepkimesi (pH): Richards (1954)’de belirtilen esaslara göre hazırlanan saturasyon çamurunda cam elektrotlu pH metre ile saptanmıştır.

Kireç: Çağlar (1949) tarafından verilen yaklaşım kullanılarak, Scheibler kalsimetresi ile (%) olarak ölçülmüştür.

Potasyum (K): Reitemeier (1951) tarafından belirtilen esaslara göre, flaymfotometre aleti ile saptanmıştır. Bu yöntemle göre, sodyum ve potasyum analizleri için farklı derişimlerde standart çözeltiler hazırlanmış; flaymfotometre aleti ayarlanmış ve standart çözeltilere ilişkin okuma değerleri kullanılarak “Standart Eğri” elde edilmiştir. Hazırlanan standart eğriler kullanılarak, örneklerin içerdiği potasyum miktarları saptanmıştır.

Alınabilir Fosfor (P_2O_5 kg/da): Olsen ve ark. (1954) tarafından verilen esaslara göre, ekstrakt eriyiği olarak 0.5 Mol sodyum bikarbonat ($pH = 8.5$) kullanılarak ve 30 dakika çalkalandıktan sonra ekstrakta geçen fosfor miktarı kolorimetrik olarak saptanmıştır.

Alınabilir Potasyum (K_2O kg/da): Richards (1954)'e göre amonyum Asetat ($pH = 7$) çözeltisinden geçen potasyum miktarının pleymfotometrede okunmasıyla kestirilmiştir.

Organik Madde (%): Richards (1954)'e göre Walckley – Black yöntemi ile belirlenmiştir.

3.2.8.2. Sulama Suyu Analizleri

Sulama suyu analizleri için, sulama öncesi, Devegeçidi baraj rezervuarından alınan örnek kullanılmıştır. Su örnekleri alınır alınmaz Diyarbakır DSİ 10. Bölge Müdürlüğü İl Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü'nde; elektriksel iletkenlik (EC), pH, karbonat, kalsiyum, magnezyum, sülfat, klorür, sodyum ve potasyum analizleri yapılmıştır.

Konu edinilen suların niteliklerinin ve sulama yönünden özelliklerinin eldeki için gerekli analizlerin seçimi, yapılması ve kimi ölçütlerin hesaplanmasında USSS (1954) tarafından verilen ilkelerden yararlanılmıştır. Su örneklerinde aşağıdaki analizler yapılmıştır (Tüzüner, 1990).

PH: Beckman PH metre belirlenmiştir.

EC ($dS m^{-1}$): Kondaktivitemetre kullanılarak ölçülmüştür.

Kalsiyum ve Magnezyum ($me L^{-1}$): Kompleksometrik yöntemle eriochrom black T ve mürexid indikatörleri ile EDTA titrasyon yöntemleri ile ölçülmüştür.

Sodyum ve Potasyum ($me L^{-1}$): Flame fotometre ile belirlenmiştir.

Karbonat ($me L^{-1}$): Sülfirik asit ile titrimetrik yöntemle, karbonat için fenolftalein kullanılarak belirlenmiştir.

Klorür ($me L^{-1}$): Gümüşnitrat kullanılarak potasyumdikromat eşliğinde titre edilmiştir.

Sülfat (me L^{-1}): Baryumklorür ile sülfat iyonları, çöktürülerek kolorimetrik olarak, spektrofotometre ile okunmuştur.

3.2.9. Agronomik Özellikler

3.2.9.1. Bitki Boyu (cm)

Hasat döneminde, her parselden rastgele seçilen 10 bitkinin toprak yüzeyinden tepe püskülü boğumuna kadar olan sap kısmı ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır (Sade, 1987).

3.2.9.2. Koçan Yüksekliği (cm)

Hasat döneminde, her parselden rastgele seçilen 10 bitkide, toprak yüzeyinden itibaren bitki üzerindeki ilk koçanın çıktığı boğuma kadar olan mesafe ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır.

3.2.9.3. Yaş Koçan Ağırlığı (g/bitki)

Hasat döneminde, her parselden rastgele seçilen 10 bitkinin, yaprakları ve sapları ayrılarak kalan koçan kısmı tartılarak bitkinin koçan ağırlığı bulunmuştur (Karayığit, 2005).

3.2.9.4. Yaş Bitki Ağırlığı (g/bitki)

Hasat döneminde, her parselden rastgele seçilen 10 bitki toprak seviyesinden 5 cm yükseklikten biçildikten sonra, ayrı ayrı yeşil olarak tartıldıktan sonra ortalaması alınmıştır (İptaş ve Avcıoğlu, 1997).

3.2.9.5. Yaş Sap Ağırlığı (g/bitki)

Hasat döneminde, her parselden rastgele seçilen 10 bitkinin, yaprakları ve koçanları ayrılarak kalan sap kısmı tartılarak bitki sap ağırlığı bulunmuştur (Karayiğit, 2005).

3.2.9.6. Sap Kalınlığı (mm)

Hasat döneminde, her parselden rastgele seçilen 10 bitkinin, sap kalınlığı toprak yüzeyinin 10 cm üzerinden kumpasla ölçülüp, ortalaması alınmıştır (Keskin, 2001).

3.2.10. Azot Kullanma Etkinliği

Azot kullanım etkinliği, her birim uygulanan azota karşı elde edilen kuru madde verimi olarak hesaplanmıştır (Moll ve ark.,1982).

$$\text{Azot Kullanma Etkinliği} = \frac{\text{Kuru Madde verimi (kg/da)}}{\text{Uygulanan azot dozu (kg/da)}}$$

3.2.11. Bitki Analizleri

Klorofilmetre Okumaları: Bitkilerdeki klorofil okumaları "Model SPAD - 502" Chlorophyll Meter aygıtı kullanılarak yapılmıştır. Klorofilmetre okumaları bitkinin 2 önemli gelişme dönemleri esas alınarak yapılmıştır. Klorofilmetreyle yapılan ölçümler yetiştirme periyodu içerisinde bitkinin tepe püskülü ile süt olum dönemi arası (I) ve süt olum dönemi ile hamur olum dönemi arası (II) dönemlerinde yapılmıştır. Ölçümler, havanın bulutlu olmadığı günlerde ve güneşin yeryüzüne geliş açısının en az değiştiği saat 12:00 ile 14:00 arasında gerçekleştirilmiştir. Klorofilmetre, ölçüm sırasında yaprak üzerinde gölge oluşturmayacak şekilde tutulmuş ve alet üzerinden

çıkan iki lazer ışığın üst üste geldiği durumda art arda üç okuma yapılarak klorofil ölçme işlemi gerçekleştirilmiştir (Resim 3.12).

Bu dönemlerde, her parseldeki bitkide klorofilmetre okumaları yapılan bitkilerden alınan yaprak örneklerinde azot analizleri yapılmıştır (Chua ve ark., 2003). Bu amaçla toplanan yaprak, sap ve koçan örnekleri, 65 °C etüvde kurutulduktan sonra, bir öğütücü ile öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir.



Resim 3.12. Klorofilmetreyle ölçüm yapılması

Toplam azot: Modifiye edilmiş Kjeldahl yöntemiyle yapılmıştır.

Toplam fosfor: Kolorimetrik yöntemle belirlenmiştir.

Toplam potasyum: Jenway PFP7 flame fotometresi ile fotometrik olarak yapılmıştır.

Kalsiyum ve magnezyum: Titrimetrik yöntemle EDTA titrasyonu ile tayin edilmiştir.

Mikro element ve ağır metaller: Cu ve Fe elementleri ICP (ICP-MS) cihazı ile okunmuştur.

3.2.12. Kuru Madde Oranı (%)

Hasat edilen parsellerden örneklenen 10 bitkinin toprak üstü tüm aksamaları kıyılıp iyice karıştırılmış ve bundan alınan örnek, 65 °C’lik sıcaklığa ayarlanmış etüvde, 24 saat süreyle kurutularak tekrar tartılmış, daha sonra başlangıç ağırlığına oranlanarak tüm bitki kuru madde oranı ‘%’ olarak saptanmıştır.

3.2.13. Kuru Madde Verimi (kg/da)

Belirlenen kuru madde oranı yeşil ot verimi ile çarpılarak hesap yoluyla kuru madde verimi elde edilmiştir.

3.2.14. Protein Oranı (%)

Hasat edilen her parselden alınan bitki örnekleri kurutularak öğütüldükten sonra Kjeldahl aygıtı kullanılarak azot içerikleri tespit edilmiştir (Kacar 1984). Analizler sonucu bulunan azot miktarı 6.25 katsayısı ile çarpılarak protein oranları “%” olarak bulunmuştur (Bremner, 1965).

3.2.15. Toplam Protein Verimi (kg/da)

Her parsele ait ham protein verimi; kuru madde verimi ile ham protein oranlarının çarpımı ile hesaplanmıştır (Sade, 1987).

3.2.16. Yeşil Ot Verimi (kg/da)

Her parselden kenar tesirleri atıldıktan sonra geriye kalan kısım toprak yüzeyinden biçilerek hasat edilmiştir. Elde edilen yeşil bitkiler hassas terazide tartılarak parsel verimi belirlenmiş ve hesap yoluyla dekara “kg” olarak bulunmuştur (Acar, 1995; Keskin, 2001).

3.2.17. Ekonomik Analiz

Tarım işletmeciliği sahasında, alternatif ürünler veya üretim sistemlerinin seçim kararlarının etkin bir biçimde alınabilmesi için bazı ekonomik prensiplerin bilinmesi ve bunların gösterdiği doğrultuda hareket edilmesi, hem kaynakların hem de zamanın iyi kullanılmasını sağlayacaktır (Erkuş ve ark., 1995).

Ekonomik prensip tarımda ve tarımsal işletmecilikte uyulması gereken bir konudur. Zira ekonomik prensibin hareket noktası belirli bir masrafa karşılık, en yüksek hasılayı elde etmektir. Bu bakımdan en karlı ürünü seçmek veya sistemi ortaya çıkarmak ancak ekonomik prensipleri göz önüne alarak mümkün olacaktır.

Proje uygulamasından sonra, ekonomik analiz yapılırken, sistemler arasında sadece mutlak kar prensibine göre kar/zarar hesabı yapılmayıp değerlendirmelerde sistemlerin nispi karı da dikkate alınarak üreticinin gelir seviyesine en fazla katkıda bulunacak sistem ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Farklı damla sulama suyu düzeyleri ile farklı dönemlerde verilecek azot gübresi uygulamalarının, denemedeki her uygulama için, yatırım maliyeti ve net gelire etkisi, Gayri Safi Üretim Değeri (GSÜD)'den üretim maliyetini çıkarılarak net gelirin bulunması ile değerlendirme yapılmıştır (Erkuş ve ark., 1995; İnan, 2001). Bu amaçla, öncelikle esas alınan yıllara ait ikinci ürün silajlık mısır'ın girdi ve maliyeti hesaplanmıştır. Bu denemede esas alınan uygulamalardan ileri gelen (örneğin farklı su miktarı, buna bağlı olarak sulama işçiliği v.b.) girdi ve maliyet farklılığı ayrı ayrı hesaplanmıştır. Sulama sistemi için ise, yine her uygulama (farklı damla sulama programları ve azot gübresinin uygulama dönemleri) için bölgede ortalama işletme büyüklüğüne göre yapılacak sistem planlamasından sonra maliyeti bulunmuş ve sistemin ekonomik ömrü esas alınarak yıla düşen masrafı tespit edilmiştir. Bunun için sulama sistemlerinde borularda ekonomik ömür 7 yıl olarak alınmıştır (Enciso ve ark., 2005).

Sonuç olarak, toprak işleme ve ekim, bakım işleri, hasat-harman, çeşitli giderler, ortak giderler (sermaye faizi, yönetim giderleri v.b.) esas alınarak, her konudaki sulama suyu miktarı, gübre ve su ücreti başta olmak o yılın ikinci ürün silajlık mısır bitkisi için tüm değişken ve sabit girdi maliyetleri birim alan (da)

üzerinden bölge koşulları için tespit edilmiştir. Buna göre, her uygulama için elde edilen verim üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

3.2.18. İstatistiki Analiz ve Değerlendirmeler

Araştırmadan elde edilen değerler Jump istatistik paket programı kullanılarak “Tesadüf Blokları’nda Bölünmüş Parseller Deneme Desenine” göre varyans analizine tabi tutulmuştur. F testi yapılmak sureti ile farklılıkları tespit edilen işlemlerin ortalama değerleri EGF (%5) önem testine göre gruplandırılmıştır.

Denemeden elde edilen verilerin istatistikî analizini yapmadan önce, sayıma dayalı veriler $\sqrt{x}$, yüzde (%) değerler ise, $\arcsin \sqrt{x}$, dönüşümleri yapılarak veriler normal şekline yaklaştırıldıktan sonra varyans analizi yapılmıştır. Ancak, ilgili çizelgelerde orijinal değerler verilmiş olup, buna göre yorumlar yapılmıştır (Yurtsever, 1984).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Agronomik Özellikler

4.1.1. Bitki Boyu (cm)

Deneme konuları ve yıllara göre ölçülen bitki boyu (cm) sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de, sulama suyu düzeyleri, azotlu gübre uygulama sıklığı ile sulama suyu düzeyleri ve azotlu gübre uygulama sıklığı etkileşimine ait oluşan gruplar ise Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Denemede saptanan bitki boyuna (cm) ilişkin varyans analiz sonuçları, (2011 ve 2012)

Varyasyon kaynağı	S.D	2011		2012		Cetvel değeri	
		K.O	F	K.O	F	0.05	0.01
Tekerrür	2	80.33	0.58	237.07	0.69		
Sulama suyu düzeyleri (SSD)	3	5566.44	40.31**	5830.51	16.95**	4.76	9.78
Hata1	6	138.10		343.89			
Gübre zamanı (GZ)	2	1923.56	28.60**	822.26	4.02*	3.63	6.23
SSDxGZ	6	282.91	4.21*	306.13	1.50	2.74	4.20
Hata2	16	67.25		204.58			
Toplam	35						
Varyasyon katsayısı		% 3.05		% 5.08			

(*) % 5 düzeyinde, (**) % 1 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, 2011 yılında konular arasında interaksiyon elde edilmesine rağmen, 2012 yılında interaksiyon elde edilmemiştir. Ancak her iki deneme yılındada hem sulama suyu düzeyleri hemde azotun farklı uygulama sıklığı bitki boyunu ayrı ayrı etkilemiştir.

2012 yılında sulama suyu düzeylerinin etkisi % 1, azot gübresi uygulama sıklığına bitki boyu % 5 hata düzeyinde etkili olmuştur (Çizelge 4.1). Bu nedenle denemenin ikinci yılında, bitki boyuna ait veriler ayrı ayrı gruplandırılmıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Deneme konularına göre bitki boyuna (cm) ait ortalamalar ve oluşan EGF* grupları, (2011 ve 2012)

Sulama suyu düzeyleri (%)	Azot gübresi uygulama sıklığı	2011 yılı sonuçları (cm)	2012 yılı sonuçları (cm)	İki yılın ortalaması (cm)
I _{1(0.50)}	N ₁	232 g	251	243
	N ₂	240 g	256	248
	N ₃	239 g	250	244
I _{2(0.75)}	N ₁	257 f	268	263
	N ₂	262 ef	272	267
	N ₃	273 de	269	271
I _{3(1.00)}	N ₁	260 ef	282	271
	N ₂	269 def	293	281
	N ₃	306 ab	312	309
I _{4(1.25)}	N ₁	282 cd	293	287
	N ₂	293 bc	305	299
	N ₃	313 a	328	321
**Sulama suyu düzeyleri ve azot gübresi uygulama sıklığına göre ortalamalar ve oluşan EGF* grupları, (2012)				
Sul.suyu düz.	2012	Azot güb.uyg.sık.	2012	
I _{4(1.25)}	309 a	N ₃	290 a	
I _{3(1.00)}	296 a	N ₂	282 ab	
I _{2(0.75)}	270 b	N ₁	273 b	
I _{1(0.50)}	252 b			

*EGF (En küçük güvenilir farklılık): Aynı harf grubuna ait değerler EGF % 5'e göre farklı değildir.

** 2012 yılında uygulamalar arasında interaksiyon çıkmadığı için uygulamaların etkisi ayrı ayrı gösterilmiştir.

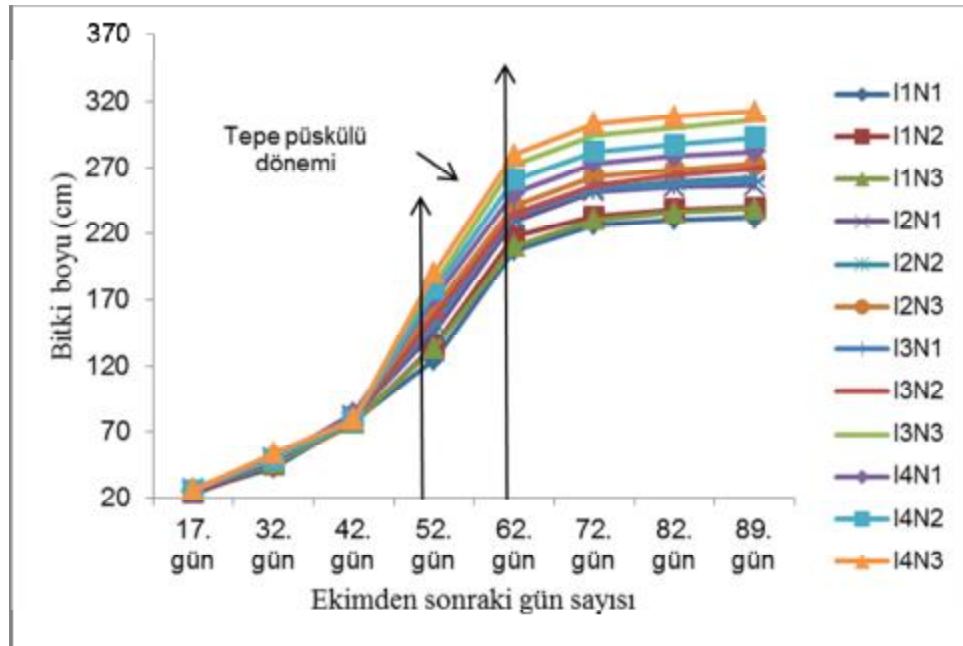
Çizelge 4.3. Deneme konularına göre bitki boyunun (cm) vejetasyon süresince değişimi, (2011)

Deneme konuları	Ekimden sonra kaçınıcı gün ölçüldüğü							
	17.gün	32.gün	42.gün	52.gün	62.gün	72.gün	82.gün	89.gün
I ₁ N ₁	26	43	79	125	207	227	231	232
I ₁ N ₂	24	46	77	135	218	233	239	240
I ₁ N ₃	27	46	77	133	211	231	236	239
I ₂ N ₁	25	48	82	147	230	252	255	257
I ₂ N ₂	27	50	80	153	233	254	260	262
I ₂ N ₃	26	51	81	164	241	264	269	273
I ₃ N ₁	27	49	83	152	234	254	257	260
I ₃ N ₂	26	49	79	158	235	257	265	269
I ₃ N ₃	26	53	80	182	273	294	301	306
I ₄ N ₁	25	49	84	172	250	273	279	282
I ₄ N ₂	26	50	79	178	261	282	287	293
I ₄ N ₃	27	54	80	191	280	303	309	313

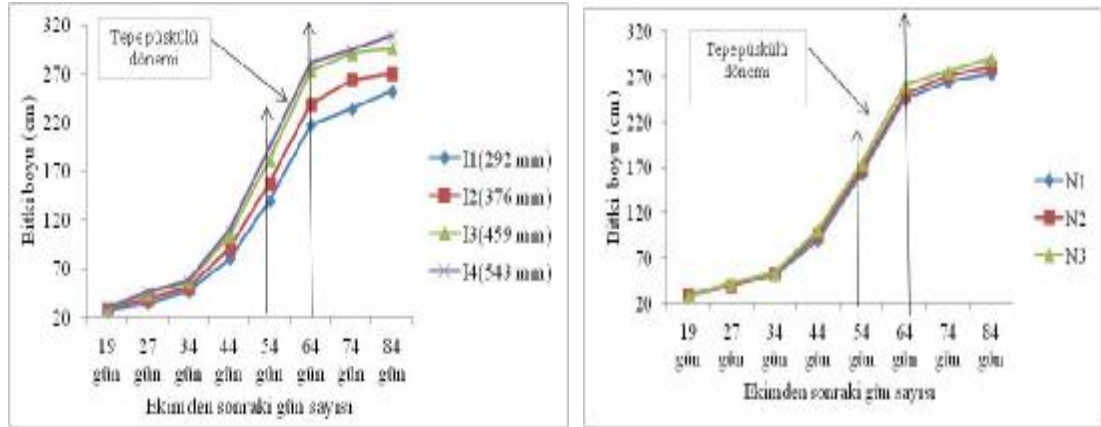
Sulama suyu miktarı ile fertigasyonda azot uygulama sıklığı artıkça bitki boyu da artmıştır. Bu sonuçlar silajlık mısırdaki yüksek bitki boyuna sahip bitkiler dolayısıyla daha fazla silajlık verim elde etmek için sulama suyu miktarının son derece önemli olduğunu, sulama suyu miktarı arttıkça bitki boyunun da arttığını göstermektedir. Ayrıca damla sulama ile birlikte azotlu gübre uygulamasının bitkinin ilk gelişim döneminden başlayarak en azından tepe püskülü dönemine kadar verilmesinin de önemli olduğunu göstermektedir (Şekil 4.1 ve 4.2 ile Çizelge 4.3 ve 4.4).

Çizelge 4.4. Deneme konularına göre boyunun (cm) vejetasyon süresince değişimi, (2012)

Deneme konuları	Ekimden sonra kaçınıcı gün ölçüldüğü							
	19.gün	27.gün	34.gün	44.gün	54.gün	64.gün	74.gün	84.gün
I ₁ N ₁	28	35	47	77	134	215	231	251
I ₁ N ₂	26	34	48	80	143	223	238	256
I ₁ N ₃	24	33	45	82	141	215	233	250
I ₂ N ₁	26	36	48	86	158	235	261	268
I ₂ N ₂	31	37	50	90	158	237	261	272
I ₂ N ₃	28	44	54	95	158	245	269	269
I ₃ N ₁	27	42	53	93	167	250	278	282
I ₃ N ₂	29	43	56	104	184	279	292	293
I ₃ N ₃	30	47	59	114	196	290	302	312
I ₄ N ₁	29	46	56	104	191	283	288	293
I ₄ N ₂	29	45	57	110	189	265	291	305
I ₄ N ₃	31	46	59	116	202	294	302	328



Şekil 4.1. Vejetasyon süresince deneme konularına göre bitki boyunun değişimi, (2011)



Şekil 4.2. Vejetasyon süresince bitki boyunun değişimi, (2012)

Genel olarak silajlık mısır bitkisinde boy artışı, çıkışı takiben 3-4 yapraklı oluncaya kadar yavaş, bu dönemden tepe püskülü çıkarmaya kadar olan dönemde ise oldukça hızlı olmuştur. Deneme yıllarında ilgili şekillerden görüleceği gibi tepe püskülü çıkarma dönemine kadar bitki boyu hızlı bir şekilde artmış ve anılan dönemden yaklaşık 20-55 gün sonra en yüksek değere ulaşmıştır. Aynı konuda Çetin (1996); Dağdelen ve ark. (2006) ve Dağdelen (2010) benzer sonuçlara ulaşmıştır. Ayrıca, Bozkurt (2005), Çukurova koşullarında en yüksek bitki boyu 271 cm, en düşük bitki boyunu ise 253 cm; Gencel (2002), Harran Ovası koşullarında 242-289 cm; Gençdoğan (1996), Çukurova'da farklı sulama uygulamalarında ortalama bitki boylarını 168-246 cm olarak tespit etmişlerdir. (Özgürel ve Pamuk, 2003) Ege bölgesi koşullarında en yüksek bitki boyunu 1100 (tam sulama) konusunda 235 cm, en düşük bitki boyunu ise susuz konuda 148 cm olarak tespit etmişlerdir. Bunun yanında Sammis ve ark. (1988), farklı yer ve çeşitlerde bitki boyunun su stresinin iyi bir göstergesi olduğunu belirtmişler ve bitki boyunun 269-287 cm arasında değiştiğini saptamışlardır.

Yukarıda verilen farklı araştırma sonuçlarına göre bitki boyunun da az çok farklı olduğu görülmektedir. Bu durum araştırmaların yapıldığı yer, iklim ve toprak özellikleri yanında, çeşit, uygulanan gübreleme ve sulama programlarına bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir.

4.1.2. Koçan Yüksekliği (cm)

Deneme konuları ve yıllara göre ölçülen koçan yüksekliği (cm) sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de, sulama suyu düzeyleri ile sulama suyu düzeyleri ve azotlu gübre uygulama sıklığı etkileşimine ait oluşan gruplar ise Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Denemede saptanan koçan yüksekliğine (cm) ilişkin varyans analiz sonuçları, (2011 ve 2012)

Varyasyon Kaynağı	S.D	2011		2012		Cetvel değeri	
		K.O	F	K.O	F	0.05	0.01
Tekerrür	2	14.41	0.57	127.44	0.64		
Sulama suyu düzeyleri (SSD)	3	1769.55	69.52**	2271.73	11.40**	4.76	9.78
Hata1	6	25.45		199.26	2.46		
Gübre zamanı (GZ)	2	395.64	26.32**	218.36	2.69	3.63	6.23
SSDxGZ	6	63.71	4.24**	104.73	1.29	2.74	4.20
Hata2	16	15.03		81.06			
Toplam	35						
Varyasyon katsayısı		% 3.93		% 8.80			

(*) % 5 düzeyinde, (**) % 1 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, 2011 yılında sulama suyu düzeyleri, azot gübresi uygulama sıklığı ve sulama suyu düzeylerixazot gübresi uygulama sıklığı interaksyonu % 1 hata düzeyinde etkili olmuştur.

2012 yılında ise sulama suyu düzeyleri % 1 hata düzeyinde etkili olurken, azot gübresi uygulama sıklığı ve sulama suyu düzeylerixazot gübresi uygulama sıklığı interaksyonu önemsiz olmuştur. Bu nedenle sulama suyu düzeylerine göre koçan yüksekliği verileri gruplandırılmıştır (Çizelge 4.6).

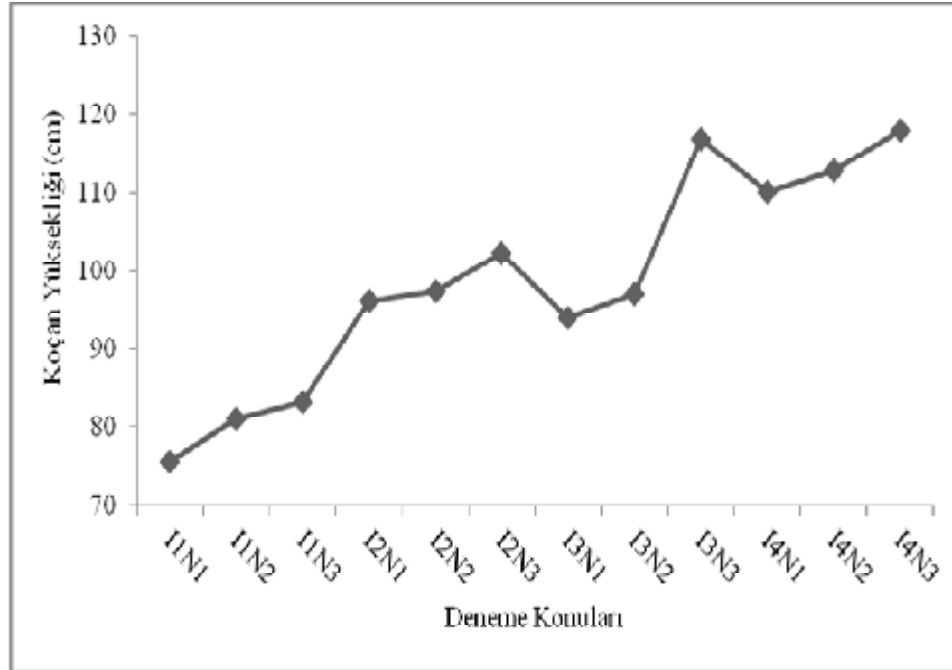
Çizelge 4.6. Deneme konularına göre koçan yüksekliğine (cm) ait ortalamalar ve oluşan EGF* grupları, (2011 ve 2012)

Sulama suyu düzeyleri (%)	Azot gübresi uygulama sıklığı	2011 yılı Sonuçları (cm)	2012 yılı Sonuçları (cm)	İki yılın ortalaması (cm)
I _{1(0.50)}	N ₁	76 f	80	78
	N ₂	81 ef	86	83
	N ₃	83 e	83	83
I _{2(0.75)}	N ₁	96 cd	96	96
	N ₂	98 cd	101	99
	N ₃	102 c	96	99
I _{3(1.00)}	N ₁	94 d	106	100
	N ₂	97 cd	103	100
	N ₃	117 ab	120	118
I _{4(1.25)}	N ₁	110 b	113	111
	N ₂	113 ab	116	115
	N ₃	118 a	129	124
**Sulama suyu düzeyleri ve azot gübresi uygulama sıklığına göre ortalamalar ve oluşan EGF* grupları, (2012)				
Sulama suyu düzeyleri		2012		
I _{4(1.25)}		119 a		
I _{3(1.00)}		110 ab		
I _{2(0.75)}		97 bc		
I _{1(0.50)}		83 c		

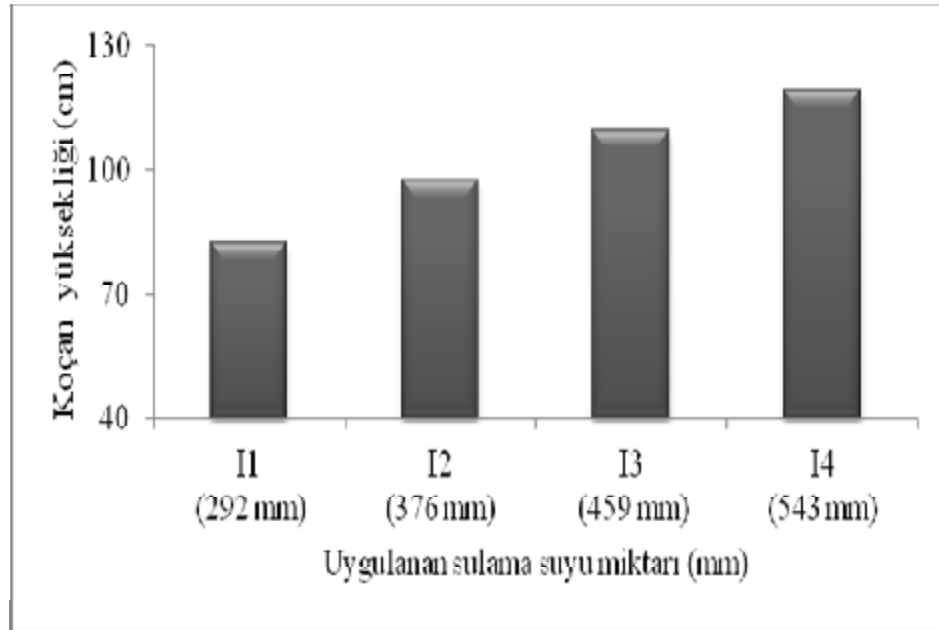
*EGF (En küçük güvenilirli farklılık): Aynı harf grubuna ait değerler EGF % 5'e göre farklı değildir.

** 2012 yılında uygulamalar arasında interaksyon çıkmadığı için uygulamaların etkisi ayrı ayrı gösterilmiştir.

Elde edilen koçan yüksekliği değerleri göz önüne alındığında, 2011 yılındaki veriler uygulanan sulama suyu ve azotun farklı uygulama sıklığına göre 76-118 cm; 2012 yılında ise 80-129 cm arasında değişmiştir.



Şekil 4.3. Deneme konularına göre koçan yüksekliğinin değişimi, (2011)



Şekil 4.4. Sulama suyu seviyelerine göre koçan yüksekliğinin değişimi, (2012)

Elde edilen verilere göre genel olarak sulama suyu düzeylerinin koçan yüksekliğine etkisi azotun farklı uygulama sıklığına göre daha fazla olmuştur. Sonuç olarak, genelde sulama suyu miktarı arttıkça ve azotlu gübrenin fertigasyonla daha sık uygulanması koçan yüksekliğini artırmıştır.

Önceden yapılan araştırmalarda; Sarıkurt (2004) ilk koçan yüksekliği değerlerinin 80-105 cm arasında değiştiğini, Keskin (2001) Konya ekolojik şartlarında ilk koçan yüksekliğini 88 ile 122 cm arasında değiştiğini, Cerit ve ark. (2011) ise ilk koçan yüksekliğini en yüksek 124 cm ve en düşük 104 cm olarak saptamıştır.

4.1.3. Yaş Koçan Ağırlığı (g/bitki)

Deneme konuları ve yıllara göre bitkide koçan ağırlığına (g/bitki) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’de, sulama suyu düzeyleri ve azotlu gübre uygulama sıklığına ait oluşan gruplar ise Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Denemede saptanan koçan ağırlığına (g/bitki) ilişkin varyans analiz sonuçları, (2011 ve 2012)

Varyasyon kaynağı	S.D	2011		2012		Cetvel değeri	
		K.O	F	K.O	F	0.05	0.01
Tekerrür	2	415.366	0.7651	2857.58	0.8953		
Sulama suyu düzeyleri (SSD)	3	54906.7	101.1376**	58776.5	18.4154**	4.76	9.78
Hata1	6	542.891	1.4918	3191.7	4.0431		
Gübre zamanı (GZ)	2	10158.7	27.9148**	14277.9	18.0868**	3.63	6.23
SSDxGZ	6	983.123	2.7015	1026.1	1.2998	2.74	4.20
Hata2	16	363.90		789.4			
Toplam	35						
Varyasyon katsayısı		% 5.16		% 7.08			

(*) % 5 düzeyinde, (**) % 1 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, denemenin birinci ve ikinci yılında sulama suyu düzeyleri ve azot gübresi uygulama sıklığı % 1 hata düzeyinde etkili olmuştur (Çizelge 4.7).

Denemenin yürütüldüğü 2011 ve 2012 yıllarında, sulama suyu miktarı ile azot uygulama sıklığı arasında bir etkileşim (interaksiyon) meydana gelmemiştir (Çizelge 4.7). Bu nedenle denemede yer alan konulara göre, koçan ağırlığı verileri ayrı ayrı gruplandırılmıştır (Çizelge 4.8).

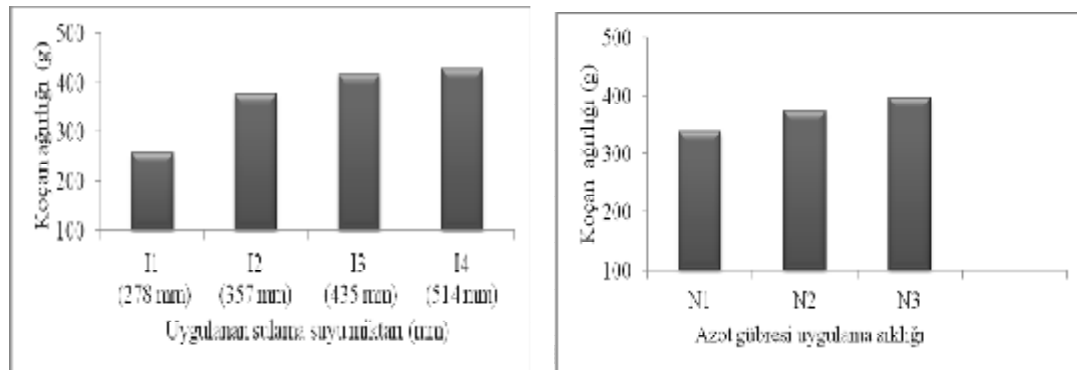
Çizelge 4.8. Deneme konularına göre koçan ağırlığına (g/bitki) ait ortalamalar, (2011 ve 2012)

Sulama suyu düzeyleri	Azot gübresi uygulama sıklığı	2011 yılı sonuçları (g)	2012 yılı sonuçları (g)	iki yılın ortalaması (g)	
I _{1(0.50)}	N ₁	244	240	242	
	N ₂	253	308	280	
	N ₃	274	302	288	
I _{2(0.75)}	N ₁	322	370	346	
	N ₂	396	419	408	
	N ₃	413	419	416	
I _{3(1.00)}	N ₁	377	367	372	
	N ₂	423	445	434	
	N ₃	452	478	465	
I _{4(1.25)}	N ₁	413	453	433	
	N ₂	422	471	446	
	N ₃	447	490	469	
**Sulama suyu düzeyleri ve azot gübresi uygulama sıklığına göre ortalamalar ve oluşan EGF* grupları, (2011 ve 2012)					
Sul.suyu düz.	2011	2012	Azot güb.uyg.sık.	2011	2012
I _{4(1.25)}	427 a	471 a	N ₃	398 a	422 a
I _{3(1.00)}	417 a	430 ab	N ₂	373 b	411 a
I _{2(0.75)}	377 b	402 b	N ₁	339 c	357 b
I _{1(0.50)}	257 c	283 c			

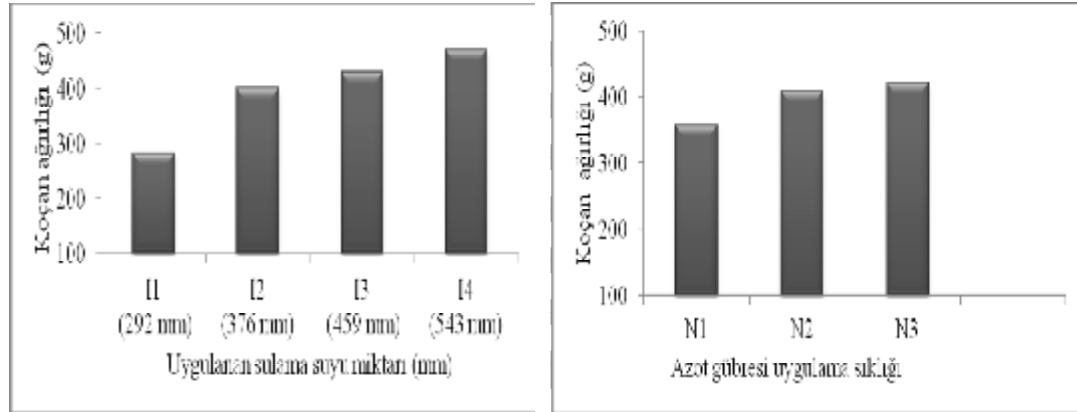
*EGF (En küçük güvenilirli farklılık): Aynı harf grubuna ait değerler EGF % 5'e göre farklı değildir.

** 2011 ve 2012 yılında uygulamalar arasında interaksiyon çıkmadığı için uygulamaların etkisi ayrı ayrı gösterilmiştir.

Elde edilen koçan ağırlığı değerleri göz önüne alındığında, 2011 yılındaki veriler uygulanan sulama suyu ve azotun farklı uygulama sıklığına göre 244-452 g arasında, 2012 yılında ise 240 g ile 490 g arasında değişmiştir.



Şekil 4.5. Deneme konularına göre koçan ağırlığının değişimi, (2011)



Şekil 4.6. Deneme konularına göre koçan ağırlığının değişimi, (2012)

Bu sonuçlar deneme yıllarında silajlık mısırdaki yüksek koçan ağırlığına sahip bitkiler almak için sulama suyu miktarının son derece önemli olduğunu, sulama suyu miktarı arttıkça ve azotlu gübre tepesi püskülü dönemine kadar her sulamada eşit dozda fertigasyon yoluyla uygulanması koçan ağırlığı değerinin arttığını göstermektedir (Şekil 4.5 ve 4.6).

Mısır bitkisi tepesi ve koçan püskülü dönemlerinde su eksikliğine karşı çok duyarlıdır. Kısıntılı sulama uygulanmasının bu dönemlerde yapılmaması gerektiği, ancak vejetatif gelişme ile süt olumu devrelerinde uygulanması önerilmiştir (Öğretir,1993).

Ayrıca, yapılan diğer araştırmalarda, bitkinin kritik dönemleri (özellikle tepesi püskülü ve koçan püskülü dönemleri) boyunca gerekli su miktarının tümüyle karşılanması, vejetatif ve olgunlaşma evrelerinde ise orta derecede kısıntılı su uygulanması uygun bir sulama programı olarak önerilmektedir. Bu durumda koçan ağırlığı değerlerinin yüksek olması yüksek bir verim sağlamaktadır. (Otegui ve ark., 1995).

4.1.4. Yaş Bitki Ağırlığı (g/bitki)

Deneme konularına göre denemenin birinci ve ikinci yılında bitki ağırlığına (g) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9'da, sulama suyu düzeyleri ve azotlu gübre uygulama sıklığına ait oluşan gruplar ise Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Denemede saptanan bitki ağırlığına (g/bitki) ilişkin varyans analiz sonuçları, (2011 ve 2012)

Varyasyon kaynağı	S.D	2011		2012		Cetvel değeri	
		K.O	F	K.O	F	0.05	0.01
Tekerrür	2	2326.56	0.24	53244.80	1.47		
Sulama suyu düzeyleri (SSD)	3	629119.00	65.76**	709338.00	19.55**	4.76	9.78
Hata1	6	9567.60		36287.80			
Gübre zamanı (GZ)	2	137352.00	13.79**	133050.00	15.26**	3.63	6.23
SSDxGZ	6	8106.71	0.81	11056.00	1.27	2.74	4.20
Hata2	16	9957.00		8717.00			
Toplam	35						
Varyasyon katsayısı		% 8.11		% 7.12			

(*) % 5 düzeyinde, (**) % 1 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, denemenin birinci ve ikinci yılında sulama suyu düzeyleri ve azot gübresi uygulama sıklığı % 1 hata düzeyinde etkili olmuştur (Çizelge 4.9).

Denemenin yürütüldüğü 2011 ve 2012 yıllarında, sulama suyu miktarı ile azot uygulama sıklığı arasında bir etkileşim (interaksiyon) meydana gelmemiştir (Çizelge 4.9). Bu nedenle denemede yer alan konulara göre, bitki ağırlığı verileri ayrı ayrı gruplandırılmıştır (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Deneme konularına göre bitki ağırlığına (g/bitki) ait ortalamalar, (2011 ve 2012)

Sulama suyu düzeyleri (%)	Azot gübresi uygulama sıklığı	2011 yılı sonuçları (g)	2012 yılı sonuçları (g)	İki yılın ortalaması (g)	
I _{1(0.50)}	N ₁	810	822	816	
	N ₂	872	1002	937	
	N ₃	922	1019	971	
I _{2(0.75)}	N ₁	1092	1189	1140	
	N ₂	1206	1269	1238	
	N ₃	1355	1322	1338	
I _{3(1.00)}	N ₁	1236	1283	1259	
	N ₂	1297	1389	1343	
	N ₃	1545	1635	1590	
I _{4(1.25)}	N ₁	1414	1526	1470	
	N ₂	1453	1605	1529	
	N ₃	1569	1685	1627	
**Sulama suyu düzeyleri ve azot gübresi uygulama sıklığına göre ortalamalar ve oluşan EGF* grupları, (2011 ve 2012)					
Sulama suyu düz.	2011	2012	Azot güb.uyg.sık.	2011	2012
I _{4(1.25)}	1479 a	1479 a	N ₃	1348 a	1348 a
I _{3(1.00)}	1359 b	1359 b	N ₂	1207 b	1207 b
I _{2(0.75)}	1218 c	1218 c	N ₁	1138 b	1138 b
I _{1(0.50)}	868 d	868 d			

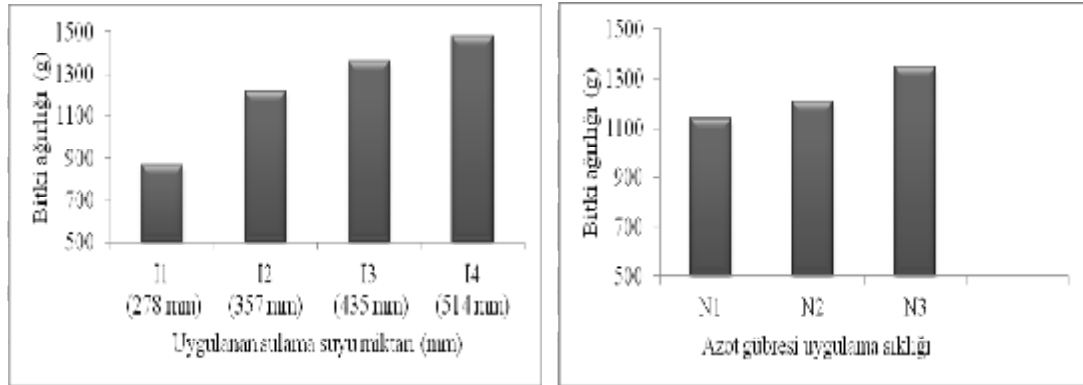
*EGF (En küçük güvenilir farklılık): Aynı harf grubuna ait değerler EGF %5'e göre farklı değildir.

** 2011 ve 2012 yılında uygulamalar arasında interaksiyon çıkmadığı için uygulamaların etkisi ayrı ayrı gösterilmiştir.

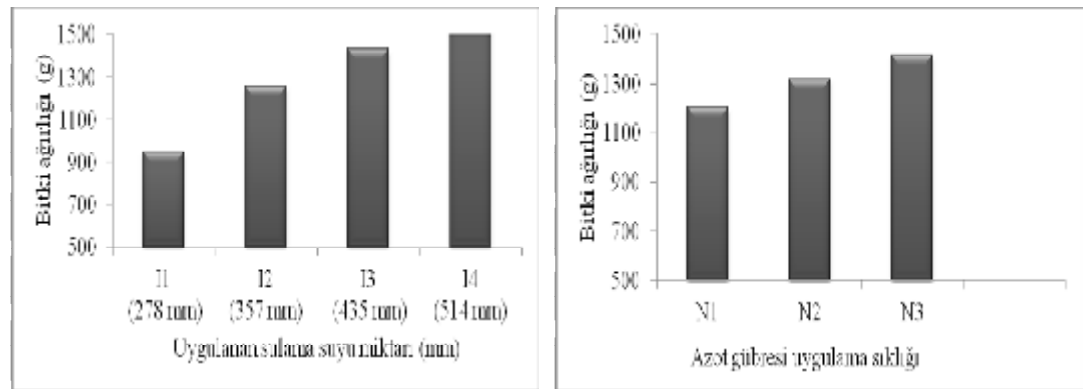
Elde edilen bitki ağırlığı değerleri göz önüne alındığında, 2011 yılındaki veriler uygulanan sulama suyu ve azotun farklı uygulama sıklığına göre 810-1569 g, 2012 yılında ise 822-1685 g arasında değişmiştir.

Bu sonuçlar; silajlık mısırdaki yüksek bitki ağırlığına sahip bitkiler elde edilmesinde sulama suyu miktarı ve azotlu gübrenin uygulama sıklığı son derece önemli olduğunu göstermiştir. Ayrıca, sulama suyu miktarının artması ve azot gübresinin her sulamada eşit dozda uygulanması bitki ağırlığı değerini artırmıştır (Şekil 4.7 ve 4.8). Mısır bitkisinin vejetatif gelişme, püskül çıkarma ve dane olum dönemlerinde yapılan su kısıntısının verimde önemli düşmelere neden olacağı ifade edilmiştir Yıldırım ve ark., (1995). Bu araştırmadan elde edilen bitki ağırlığı değerleri, Turan ve Yılmaz (2000)'in Van koşullarında elde ettiği 893 g, Güneş

(2004)'in Karaman koşullarında elde ettiği 1063 g, Ergül (2008)'in Konya koşullarında elde ettiği 1332 g bitki ağırlığı değerleri ile benzerlikler göstermektedir.



Şekil 4.7. Deneme konularına göre bitki ağırlığının değişimi, (2011)



Şekil 4.8. Deneme konularına göre bitki ağırlığının değişimi, (2012)

4.1.5. Yaş Sap Ağırlığı (g/bitki)

Deneme konularına göre denemenin birinci ve ikinci yılında sap ağırlığına (g/bitki) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’de, sulama suyu düzeyleri ve azotlu gübre uygulama sıklığına ait oluşan gruplar ise Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Denemede saptanan sap ağırlığına (g/bitki) ilişkin varyans analiz sonuçları, (2011 ve 2012)

Varyasyon kaynağı	S.D	2011		2012		Cetvel değeri	
		K.O	F	K.O	F	0.05	0.01
Tekerrür	2	811.681	2.1523	16409	1.2479		
Sulama suyu düzeyleri (SSD)	3	77403.4	205.2508**	101148	7.6926*	4.76	9.78
Hata1	6	377.116	0.3954	13149	6.1787		
Gübre zamanı (GZ)	2	28457.1	29.8385**	17914	8.418**	3.63	6.23
SSDxGZ	6	2005.31	2.1026	2553.5	1.1999	2.74	4.20
Hata2	16	953.70		2128.1			
Toplam	35						
Varyasyon katsayısı		% 5.49		% 7.99			

(*) % 5 düzeyinde, (**) % 1 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, 2011 yılında sulama suyu miktarı ve azot uygulama sıklığı sap ağırlığı (g/bitki) sonuçları istatistiksel bakımdan % 1, 2012 yılında ise sulama suyu miktarı % 5 ve azot uygulama sıklığı ise % 1 hata düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Denemenin 2011 ve 2012 yılında sulama suyu miktarı ile azot uygulama sıklığı arasında bir etkileşim (interaksiyon) meydana gelmemiştir (Çizelge 4.11). Bu nedenle 2011 ve 2012 yılında denemede yer alan konulara göre, sap ağırlığı (g/bitki) verileri Çizelge 4.12’de ayrı ayrı gruplandırılarak verilmiştir.

Çizelge 4.12. Deneme konularına göre sap ağırlığına (g/bitki) ait ortalamalar, (2011 ve 2012)

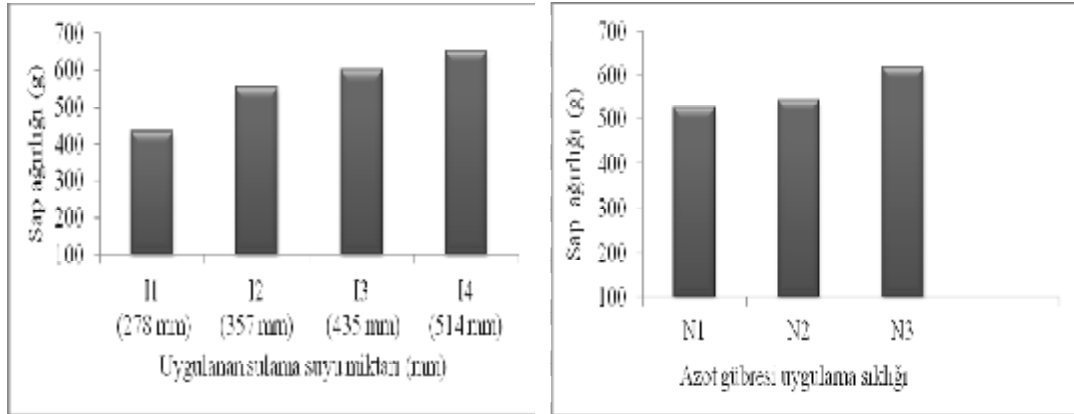
Sulama suyu düzeyleri (%)	Azot gübresi uygulama sıklığı	2011 yılı sonuçları (g)	2012 yılı sonuçları (g)	İki yılın ortalaması (g)	
I _{1(0.50)}	N ₁	421	413	417	
	N ₂	429	447	438	
	N ₃	460	475	467	
I _{2(0.75)}	N ₁	529	545	537	
	N ₂	532	541	537	
	N ₃	609	554	581	
I _{3(1.00)}	N ₁	536	568	552	
	N ₂	579	613	596	
	N ₃	695	712	703	
I _{4(1.25)}	N ₁	618	648	633	
	N ₂	635	680	657	
	N ₃	708	738	723	
**Sulama suyu düzeyleri ve azot gübresi uygulama sıklığına göre ortalamalar ve oluşan EGF* grupları, (2011 ve 2012)					
Sulama suyu düz.	2011	2012	Azot güb.uyg.sık.	2011	2012
I _{4(1.25)}	654 a	689 a	N ₃	618 a	620 a
I _{3(1.00)}	603 b	631 ab	N ₂	544 b	570 b
I _{2(0.75)}	557 c	546 bc	N ₁	526 b	543 b
I _{1(0.50)}	437 d	445 c			

*EGF (En küçük güvenilirli farklilik):Aynı harf grubuna ait değerler EGF % 5'e göre farklı değildir.

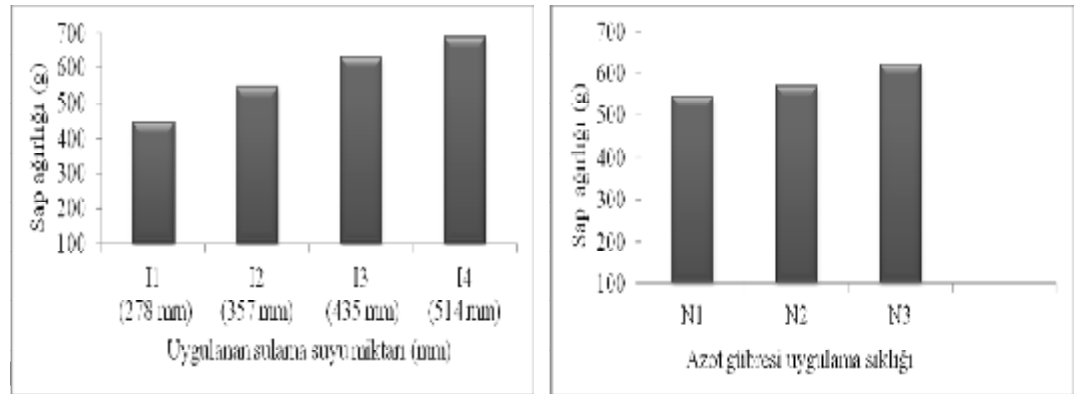
** 2011 ve 2012 yılında uygulamalar arasında interaksiyon çıkmadığı için uygulamaların etkisi ayrı ayrı gösterilmiştir.

Elde edilen sap ağırlığı (g/bitki) değerleri göz önüne alındığında, 2011 yılındaki veriler uygulanan sulama suyu ve azotun farklı uygulama sıklığına göre 421-708 g, 2012 yılında ise 413-738 g arasında değişmiştir.

Bu sonuçlar silajlık mısırdaki sap ağırlığı (g/bitki) yüksek bitkilerin elde edilmesi sulama suyu miktarı ve azotlu gübrenin uygulama sıklığının son derece önemli olduğunu, sulama suyu miktarı arttıkça ve azot gübresi her sulamada eşit dozda uygulanması sap ağırlığı değerini artırdığını göstermektedir (Şekil 4.9 ve 4.10).



Şekil 4.9. Deneme konularına göre sap ağırlığının değişimi, (2011)



Şekil 4.10. Deneme konularına göre sap ağırlığının değişimi, (2012)

Uygun ve bilinçli yapılan kısıntılı sulama, verim üzerindeki olumsuz etkileri en aza indirirken su tüketimini de azaltır. Mısır bitkisinin suya en fazla tepki gösterdiği dönemlerin vejetatif püskül çıkarma ve dane oluşum dönemi olduğu belirlenmiş, anılan dönemlerde yapılan su kısıntısının verimde önemli düşmelere neden olacağı ifade edilmiştir (Yıldırım ve ark., 1995).

Azot gübresinin bitkinin ihtiyacından daha fazla verilmesi durumunda fazla azotun bitki tarafından alınmadığı ve bu azotun topraktan gaz ve/veya yıkanarak bir miktarının da toprakta kalarak kaybolduğu, sonuçta verim parametrelerinin düşük çıkmasına neden olduğu söylenebilir.

Bu araştırmada tespit edilen sap ağırlığı (g/bitki) ortalaması; Ergül (2008)'in Konya koşullarında elde ettiği 667 g'lık sap ağırlığı ortalaması ile benzer bulunmuştur.

4.1.6. Sap Kalınlığı (mm)

Deneme konularına göre denemenin birinci ve ikinci yılında sap kalınlığına (mm) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13’de, sulama suyu düzeyleri ve azotlu gübre uygulama sıklığına ait oluşan gruplar ise Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Denemede saptanan sap kalınlığına (mm) ilişkin varyans analiz sonuçları, (2011 ve 2012)

Varyasyon kaynağı	S.D	2011		2012		Cetvel değeri	
		K.O	F	K.O	F	0.05	0.01
Tekerrür	2	2.20822	0.7943	16.6011	0.9821		
Sulama suyu düzeyleri (SSD)	3	276.52	99.4675**	157.086	9.2926*	4.76	9.78
Hata1	6	2.78	0.5841	16.9044	3.8078		
Gübre zamanı (GZ)	2	78.3083	16.4524**	37.0682	8.3498**	3.63	6.23
SSDxGZ	6	6.25805	1.3148	7.14904	1.6104	2.74	4.20
Hata2	16	4.76		4.4394			
Toplam	35						
Varyasyon katsayısı		% 8.64		% 7.39			

(*) % 5 düzeyinde, (**) % 1 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, 2011 yılında sulama suyu miktarı ve azot uygulama sıklığı sap kalınlığı (mm) sonuçları istatistiksel bakımdan % 1, 2012 yılında ise sulama suyu miktarı % 5 ve azot uygulama sıklığı ise % 1 hata düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Denemenin 2011 ve 2012 yılında sulama suyu miktarı ile azot uygulama sıklığı arasında bir etkileşim (interaksiyon) meydana gelmemiştir (Çizelge 4.13). Bu nedenle 2011 ve 2012 yılında denemede yer alan konulara göre, sap kalınlığı (mm) verileri Çizelge 4.14’de ayrı ayrı gruplandırılarak verilmiştir.

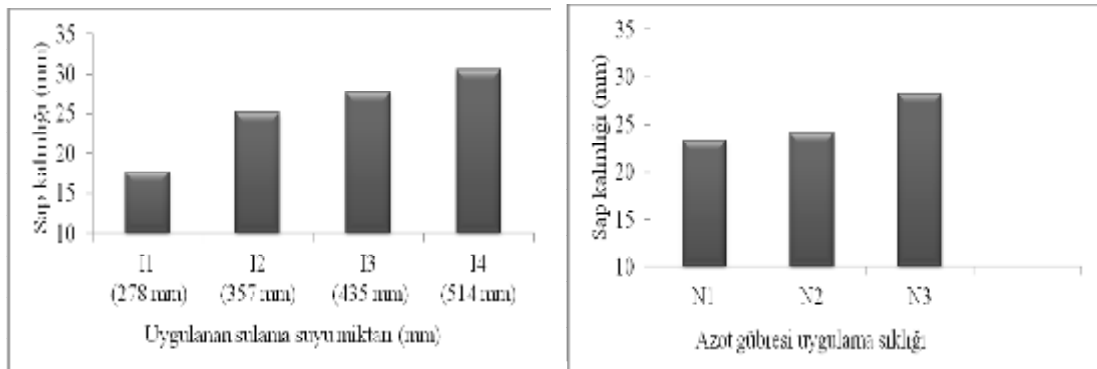
Çizelge 4.14. Deneme konularına göre sap kalınlığına (mm) ait ortalamalar

Sulama suyu düzeyleri (%)	Azot gübresi uygulama sıklığı	2011 yılı sonuçları (mm)	2012 yılı sonuçları (mm)	İki yılın ortalaması (mm)	
I _{1(0.50)}	N ₁	16.9	23.1	20.0	
	N ₂	17.3	24.0	20.7	
	N ₃	18.5	23.8	21.2	
I _{2(0.75)}	N ₁	23.4	26.0	24.7	
	N ₂	23.3	27.0	25.2	
	N ₃	28.8	27.3	28.1	
I _{3(1.00)}	N ₁	24.0	28.2	26.1	
	N ₂	27.0	29.5	28.3	
	N ₃	31.9	33.6	32.7	
I _{4(1.25)}	N ₁	29.1	30.4	29.8	
	N ₂	29.2	32.3	30.7	
	N ₃	33.3	36.8	35.1	
**Sulama suyu düzeyleri ve azot gübresi uygulama sıklığına göre ortalamalar ve oluşan EGF* grupları, (2011 ve 2012)					
Sulama suyu düz.	2011	2012	Azot güb.uyg.sık.	2011	2012
I _{4(1.25)}	30.5 a	33.2 a	N ₃	28.2 a	30.4 a
I _{3(1.00)}	27.6 b	30.4 ab	N ₂	24.2 b	28.2 b
I _{2(0.75)}	25.2 c	26.8 bc	N ₁	23.4 b	26.9 b
I _{1(0.50)}	17.6 d	23.6 c			

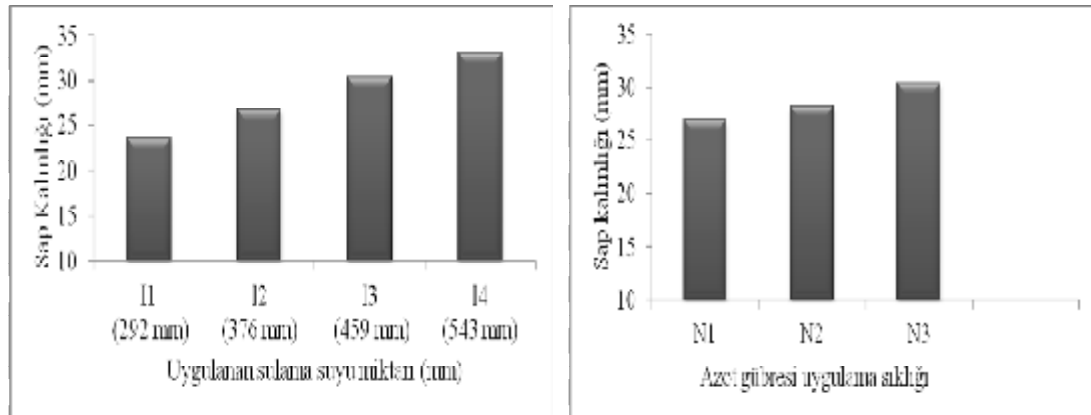
*EGF (En küçük güvenilir farklılık): Aynı harf grubuna ait değerler EGF % 5'e göre farklı değildir.

** 2011 ve 2012 yılında uygulamalar arasında interaksiyon çıkmadığı için uygulamaların etkisi ayrı ayrı gösterilmiştir.

Elde edilen sap kalınlığı değerleri göz önüne alındığında, 2011 yılındaki veriler uygulanan sulama suyu ve azotun farklı uygulama sıklığına göre 16.9-33.3 mm, 2012 yılında ise 23.1-36.8 mm arasında değişmiştir.



Şekil 4.11 Deneme konularına göre sap kalınlığının değişimi, (2011)



Şekil 4.12. Deneme konularına göre sap kalınlığının değişimi, (2012)

Bu sonuçlar silajlık mısırdaki sap kalınlığı yüksek bitkilerin elde edilmesi sulama suyu miktarı ve azotlu gübre uygulama sıklığının son derece önemli olduğunu, sulama suyu miktarı arttıkça ve azot gübresinin her sulamada eşit dozda uygulanması sap kalınlığı değerini artırdığını göstermektedir (Şekil 4.11 ve 4.12).

Sonuç olarak; denemenin uygulandığı yıllarda tespit edilen sap kalınlığı (mm) değerlerinde birinci yıla göre ikinci yılda bir yükseliş göze çarpmaktadır. Saptanan bu farklılığı iklim faktörleri ile ilişkilendirebilir. Deneme konuları arasındaki saptanan farklılığı ise deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları ile azot gübresi farklı dönemlerde bitkiye uygulanmasına bağlanabilir. Azot gübresi, uygun yönetilmediği zaman kök bölgesinden aşağıya doğru yıkanmayla kayba uğramaktadır (Weed and Kanwar, 1996).

Bu araştırmada tespit edilen sap kalınlığı ortalaması; farklı ekolojik bölgelerde mısır çeşitlerinde ana ürün olarak yürütülen araştırmalarda; Ergül (2008)'ın Konya koşullarında 27.6 mm, Torun (1999) Samsun'da 18-23 mm, Keskin (2001) Konya'da 17.1-21.1 mm, Güneş (2004) Karaman'da 23.0-23.8 mm'lik sap kalınlığı ortalaması ile benzer bulunmuştur.

4.2. Azot Kullanma Etkinliği

Deneme konuları ve yıllara göre azot kullanım etkinliğine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15’de, sulama suyu düzeyleri ve azotlu gübre uygulama sıklığına ait oluşan gruplar ise Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.15. Denemede saptanan azot kullanma etkinliğine ilişkin varyans analiz sonuçları, (2011 ve 2012 Yılı)

Varyasyon kaynağı	S.D	2011		2012		Cetvel değeri	
		K.O	F	K.O	F	0.05	0.01
Tekerrür	2	28.658	0.437	237.382	0.965		
Sulama suyu düzeyleri (SSD)	3	4318.479	65.878**	5333.557	21.684**	4.76	9.78
Hata1	6	65.553		245.963			
Gübre zamanı (GZ)	2	844.012	19.310**	1046.368	21.774**	3.63	6.23
SSDxGZ	6	69.872	1.599	87.477	1.820	2.74	4.20
Hata2	16	43.708		48.056			
Toplam	35						
Varyasyon katsayısı		% 7.15		% 6.74			

(*) % 5 düzeyinde, (**) % 1 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, 2011 ve 2012 yıllarında sulama suyu miktarı ve azot uygulama sıklığı, azot kullanma etkinliği sonuçlarına ayrı ayrı etki ederek, istatistiksel bakımdan % 1 hata düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.15).

Denemenin uygulandığı 2011 ve 2012 yılında sulama suyu miktarı ile azot uygulama sıklığı arasında bir etkileşim (interaksiyon) meydana gelmemiştir (Çizelge 4.15). Bu nedenle 2011 ve 2012 yılında denemede yer alan konulara göre, azot kullanma etkinliği verileri Çizelge 4.16’da ayrı ayrı gruplandırılarak verilmiştir.

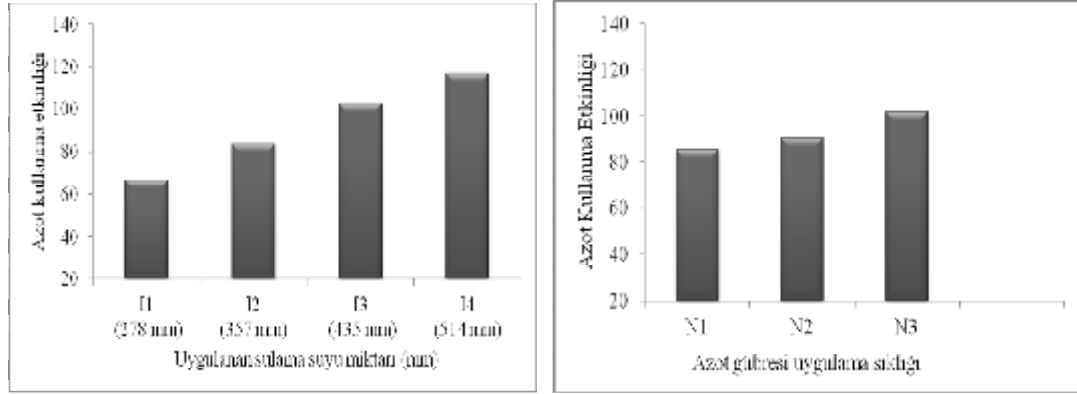
Çizelge 4.16. Deneme konularına göre azot kullanma etkinliğine ait ortalamalar, (2011 ve 2012)

Deneme konuları		Uygulanan azot gübresi (kg/da)	2011 Yılı		2012 Yılı	
			Kuru madde verimi (kg/da)	Azot kullanma etkinliği	Kuru madde verimi (kg/da)	Azot kullanma etkinliği
I _{1(0.50)}	N ₁	24	1478	61.6	1667	69.5
	N ₂	24	1639	68.3	1725	71.9
	N ₃	24	1669	69.5	1899	79.1
I _{2(0.75)}	N ₁	24	1905	79.4	2139	89.1
	N ₂	24	1943	81.0	2287	95.3
	N ₃	24	2193	91.4	2395	99.8
I _{3(1.00)}	N ₁	24	2241	93.4	2388	99.5
	N ₂	24	2311	96.3	2640	110.0
	N ₃	24	2833	118.1	3139	130.8
I _{4(1.25)}	N ₁	24	2574	107.2	2845	118.6
	N ₂	24	2762	115.1	3125	130.2
	N ₃	24	3068	127.8	3392	141.3
**Sulama suyu düzeyleri ve azot gübresi kullanma sıklığına göre ortalamalar ve oluşan EGF* grupları, (2011 ve 2012)						
Sulama suyu düz.	2011	2012	Azot güb.uyg.sık.		2011	2012
I _{4(1.25)}	116.7 a	130.2 a	N ₃		101.7 a	112.8 a
I _{3(1.00)}	102.6 ab	113.4 ab	N ₂		90.2 b	101.8 b
I _{2(0.75)}	83.9 b	94.7 b	N ₁		85.4 ab	94.2 ab
I _{1(0.50)}	66.5 c	73.5 c				

*EGF (En küçük güvenilir farklılık): Aynı harf grubuna ait değerler EGF % 5'e göre farklı değildir.

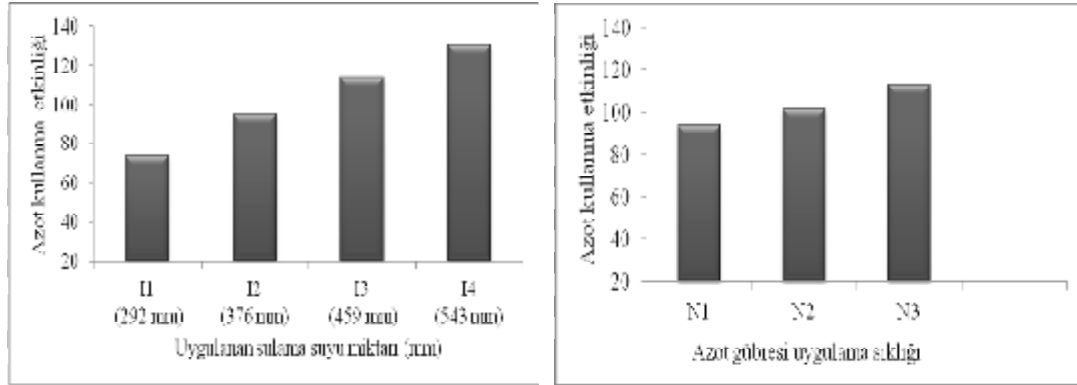
** 2011 ve 2012 yılında uygulamalar arasında interaksiyon çıkmadığı için uygulamaların etkisi ayrı ayrı gösterilmiştir.

Araştırmanın, birinci yılında, Çizelge 4.16 ve Şekil 4.13'den görüleceği gibi sulama suyu düzeylerine göre; en yüksek azot uygulama etkinliği I_{4(1.25)} sulama konusunda (116.7) en düşük azot kullanma etkinliği ise I_{1(0.50)} sulama konusunda (66.5) ve diğer sulama konuları ise bu değerler arasında saptanmıştır. Azot gübresi uygulama sıklığına göre; en yüksek azot uygulama etkinliği N₃ konusunda (101.7), bunu N₂ (90.2) konusu takip etmiş, en düşük azot uygulama etkinliği ise N₁ konusunda (85.4) olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.13. Sulama suyu miktarı-azot kullanma etkinliği ilişkisi, (2011)

Araştırmanın ikinci yılında ise birinci yılı sonuçlarına benzer şekilde sulama suyu düzeylerine göre; en yüksek azot kullanma etkinliği $I_{4(1.25)}$ sulama konusunda (130.2) en düşük azot kullanma etkinliği ise $I_{1(0.50)}$ sulama konusunda (73.5) ve diğer sulama konuları ise bu değerler arasında saptanmıştır. Azot gübresi kullanma sıklığına göre; en yüksek azot kullanma etkinliği N_3 konusunda (112.8), bunu N_2 (101.8) konusu takip etmiş, en düşük azot kullanma etkinliği ise N_1 konusunda (94.2) olarak bulunmuştur (Çizelge 4.16 ve Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Sulama suyu miktarı-azot kullanma etkinliği ilişkisi, (2012)

Deneme yıllarına göre ikinci yılda elde edilen kuru madde veriminin birinci yılı göre daha yüksek olması da, 2011 yılı Haziran ayında düşen yağış (13.6 mm) ve 2012 sıcaklık ve buharlaşmanın daha yüksek olması etkili olmuş olabilir. Buna ilave olarak döllenmenin gerçekleştiği Ağustos ayında yıllara göre ortalama hava sıcaklığının (2011 yılında 30.7°C, 2012 yılında 31.1°C) farklı olması da yeşil ve kuru madde verimi oluşumuna etki etmiş olabilir.

Azot gübresini tepe püskülü dönemine kadar her sulamada eşit şekilde fertigasyon yoluyla verilen N_3 uygulaması azot kullanma etkinliğinin en yüksek düzeye çıktığı görülmüştür. Bunun nedeni ise azot sulama suyu ile az miktarlarda ve bitkinin gelişimine ve ihtiyacına paralel olarak uygulanmasıdır. Öte yandan, mısır bitkisinin maksimum azota ihtiyaç duyduğu döneme yakın yapılacak azotlu gübreleme ile kullanma etkinliğinin arttığı, ayrıca bitkinin ihtiyacının üzerindeki uygulamalarda, NO_3-N 'nin yıkanmayla azot kayıplarının arttığını ve bitkilerin azottan yarananma oranının düştüğü bildirilmiştir (William ve Randall, 1997). Farklı bölgelerde yapılan araştırmalarda azot kullanım etkinliğinin farklı olmasını elde edilen kuru madde verimleri ve ekolojik koşullardan kaynaklandığı bildirilmiştir (Muchow (1988)).

Fertigasyonda (sulama ile birlikte azotlu gübrenin verilmesi), gübre kullanma etkinliğinin yüksek olmasının yanı sıra, verim ve kalitede artış, yıkanma nedeniyle gübre kayıplarında azalış, toprak çözeltisinde gübre konsantrasyonun kontrol edilmesi, gübreleme zamanındaki esneklik ve ayarlanabilirlik, besin elementlerinin kök bölgesine homojen dağılımı gibi önemli üstünlükleri olması (Papadopoulos, 1999; Çetin ve Tolay, 2009), hem silajlık mısırdaki verim artışı hem de azot kullanım etkinliğinin daha yüksek olmasını sağlamıştır.

Bu sonuçlar göz önüne alındığında damla sulama ile sulanan silajlık mısır yetiştiriciliğinde, azotlu gübrenin her sulamada eşit dozlarda verilmesinin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir (Sosebea ve ark., 2014). Benzer şekilde fertigasyonda besin elementlerinin bitkinin erken döneminde başlayarak tepe püskülü döneminin iki hafta sonrasına kadar uygulanması gerektiğini bildirmişlerdir. Bu durum zaten fertigasyon uygulamalarının en avantajlı bir gübreleme yöntemi olduğunu göstermektedir (Çetin ve Tolay, 2009).

4.3. Protein Oranı

Deneme konularına göre silajlık mısırdaki saptanan protein oranına (%) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17’de, ortalama değerler ise Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Denemede saptanan protein oranına (%) ilişkin varyans analiz sonuçları, (2011 ve 2012)

Varyasyon kaynağı	S.D	2011		2012		Cetvel değeri	
		K.O	F	K.O	F	0.05	0.01
Tekerrür	2	2.39	1.06	4.21	2.03		
Sulama suyu düz.(SSD)	3	6.42	2.86	6.62	3.19	4.76	9.78
Hata1	6	2.25		2.07			
Gübre zamanı (GZ)	2	1.08	0.83	1.26	1.03	3.63	6.23
SSDxGZ	6	0.19	0.14	0.23	0.19	2.74	4.20
Hata2	16	1.29		1.22			
Toplam	35						
Varyasyon katsayısı		% 6.69		% 6.89			

Çizelge 4.18. Deneme konularına göre protein oranına (%) ait ortalamalar, (2011 ve 2012)

Sulama düzeyleri	Azot gübresi uygulama sıklığı	Protein oranı (%)		
		2011 Yılı	2012 Yılı	İki yılın ortalaması
I _{1(0.50)}	N ₁	10.2	8.9	9.5
	N ₂	9.0	8.6	8.8
	N ₃	10.1	8.2	9.2
I _{2(0.75)}	N ₁	8.8	7.9	8.3
	N ₂	8.4	7.9	8.1
	N ₃	8.8	7.8	8.3
I _{3(1.00)}	N ₁	8.2	7.7	7.9
	N ₂	8.0	7.5	7.7
	N ₃	8.0	7.3	7.6
I _{4(1.25)}	N ₁	8.0	7.0	7.5
	N ₂	7.5	6.9	7.2
	N ₃	7.9	6.0	7.0

Varyans analiz sonuçlarına göre, protein oranı (%) yönünden denemenin 2011 ve 2012 yılında sulama suyu düzeyleri, azot gübresi uygulama sıklığı ve sulama suyu düzeylerixazot gübresi uygulama sıklığı interaksyonu önemsiz olmuştur.

Protein oranı, bitkideki total N düzeyine bağlıdır. Bu araştırmada farklı N düzeyleri olmadığından deneme konularına göre protein oranlarında önemli farklılığın oluşmaması beklenen bir sonuç olabilir. Ancak denemede farklı sulama suyu düzeyleri yer aldığı için tüm konulara eşit azot miktarı (24 kg/da) uygulansa da sulama suyu düzeyleri bitkideki total N ve protein oranını etkileyebilir. Yapılan araştırmada aynı azot düzeyinde kısıntılı sulama suyu koşullarında bitkideki total azot ve protein oranının arttığı tespit edilmiştir. Buna benzer şekilde Çizelge 4.17'den görüldüğü üzere her ne kadar istatistiksel açıdan önemli olmasa da, sulama suyunun çok az uygulandığı özellikle $I_{1(0.50)}$ konusunda protein oranının daha yüksek olduğu görülecektir.

Önceden yapılan araştırmalarda; ham protein oranını, Aydın ve Uzun (1995), Samsun koşullarında % 9.6-% 12.1 arasında, Sade ve ark. (2002), Konya ekolojik şartlarında % 8.8–10.4 arasında, Serin ve Sade (1995), Konya da sulu koşullarda yürüttükleri çalışmada % 8.3–9.3 arasında değiştiğini saptamışlardır.

4.4. Toplam Protein Verimi

Deneme konularına göre saptanan protein verimine (kg/da) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19’da, ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 4.20’de verilmiştir. Toplam protein verimi, dekardan elde edilen kuru madde ile protein oranının çarpılması sonucu elde edilmiştir.

Çizelge 4.19. Denemede saptanan protein verimine (kg/da) ilişkin varyans analiz sonuçları, (2011 ve 2012)

Varyasyon kaynağı	S.D	2011		2012		Cetvel değeri	
		K.O	F	K.O	F	0.05	0.01
Tekerrür	2	690.285	0.976	3443.595	1.869		
Sulama suyu düzeyleri (SSD)	3	7029.695	9.943**	5776.628	3.135	4.76	9.78
Hata1	6	706.970		1842.638			
Gübre zamanı (GZ)	2	3835.692	6.063*	1106.544	2.169	3.63	6.23
SSDxGZ	6	116.075	0.183	340.385	0.667	2.74	4.20
Hata2	16	632.657		510.140			
Toplam	35						
Varyasyon katsayısı		% 13.50		% 12.23			

(*) % 5 düzeyinde. (**) % 1 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, denemenin birinci yılında sulama suyu düzeyleri % 1, azot uygulama sıklığı ise % 5 hata düzeyinde önemli olurken, 2012 yılında sulama suyu düzeyleri, azot gübresi uygulama sıklığı ve sulama suyu düzeylerixazot gübresi uygulama sıklığı interaksyonu önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Denemenin birinci yılında, sulama suyu miktarı ile azot uygulama sıklığı arasında bir etkileşim (interaksiyon) meydana gelmemiştir (Çizelge 4.19). Bu nedenle 2011 yılında denemede yer alan konulara göre protein verim sonuçları ayrı ayrı gruplandırılarak Çizelge 4.20’de verilmiştir.

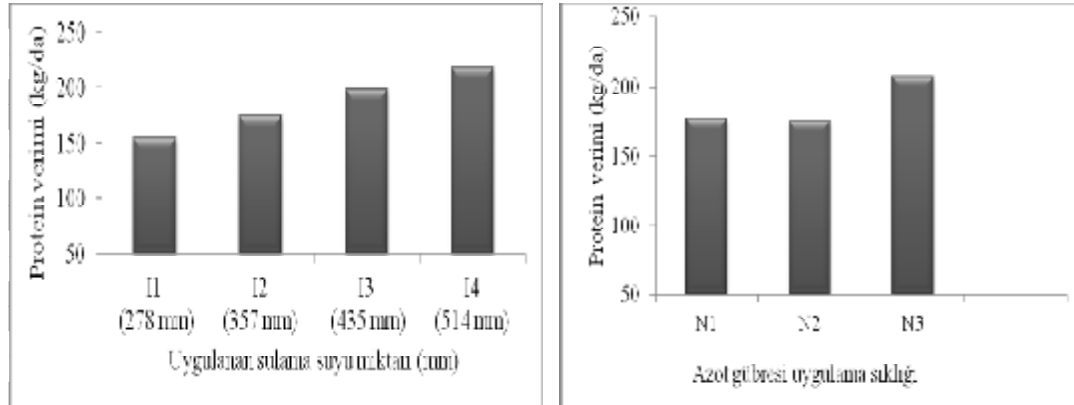
Çizelge 4.20. Deneme konularına göre protein verimine (kg/da) ait ortalamalar, (2011 ve 2012)

Sulama suyu düzeyleri	Azot gübresi uygulama sıklığı	Protein verimi (kg/da)		
		2011 yılı	2012 yılı	İki yılın ortalaması
I _{1(0.50)}	N ₁	150.1	147.2	148.7
	N ₂	146.7	148.3	147.5
	N ₃	166.6	159.5	163.1
I _{2(0.75)}	N ₁	166.9	170.1	168.5
	N ₂	162.9	177.6	170.3
	N ₃	192.5	186.2	189.4
I _{3(1.00)}	N ₁	182.5	183.4	183.0
	N ₂	186.2	195.8	191.0
	N ₃	226.0	228.3	227.2
I _{4(1.25)}	N ₁	206.5	200.4	203.5
	N ₂	206.2	215.2	210.7
	N ₃	242.8	203.8	223.3
**Sulama suyu düzeyleri ve azot gübresi uygulama sıklığına ait ortalamalar ve oluşan EGF* grupları, (2011)				
Sul.Suyu Düz.	2011	Azot Güb.Uyg.Sık.	2011	
I _{4(1.25)}	218.5 a	N ₃	207.0 a	
I _{3(1.00)}	198.3 a	N ₁	176.5 b	
I _{2(0.75)}	174.1 b	N ₂	175.5 b	
I _{1(0.50)}	155.5 c			

*EGF (En küçük güvenilirli farklılık): Aynı harf grubuna ait değerler EGF % 5'e göre farklı değildir.

** 2011 ve 2012 yılında uygulamalar arasında interaksiyon çıkmadığı için uygulamaların etkisi ayrı ayrı gösterilmiştir.

Elde edilen protein verimleri göz önüne alındığında, 2011 yılındaki veriler uygulanan sulama suyu ve azotun farklı uygulama sıklığına göre 146.7-242.8 kg/da arasında değişmiştir. En yüksek verim ise Pan buharlaşma miktarın 1.25 katı olan en yüksek sulama suyu (514 mm) uygulandığı konu ile azotlu gübrenin fertigasyon (sulama ile birlikte azotlu gübrenin verilmesi) ile her sulamada eşit dozlarla uygulandığı konuda (I₄N₃) elde edilmiştir.



Şekil 4.15. Deneme konularına göre protein veriminin değişimi, (2011)

Çizelge 4.20’de verilen protein verimleri göz önüne alındığında, 2011 yılındaki veriler uygulanan sulama suyu düzeylerine göre en yüksek protein verimi Pan buharlaşma miktarın 1.25 katı olan en yüksek sulama suyu (514 mm) uygulandığı I₄ (218.5 kg/da) konusu ile Pan buharlaşma miktarının 1.00 katı 435 mm sulama suyu uygulanan I₃ (198.3 kg/da) konusu aynı grupta yer almıştır. Azot gübresi uygulama sıklığına göre en yüksek tepe püskülü dönemine kadar her sulamada eşit dozda azotlu gübre verilen N₃ (207.0 kg/da) konusunda olmuştur.

Bu sonuçlar silajlık mısırdaki birim alandan daha yüksek toplam protein verimi almak için sulama suyu miktarının son derece önemli olduğunu sulama suyu miktarı arttıkça ve azotlu gübrenin tepe püskülü dönemine kadar her sulamada eşit dozda fertigasyon yoluyla uygulanması gerektiğini göstermektedir (Çizelge 4.20 ve Şekil 4.15).

Önceden yapılan çalışmalarda; Erdoğan ve Altınok (2002), Ankara koşullarında yürüttükleri çalışmada ham protein verimlerini, 176- 315 kg/da arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

4.5. SPAD-Klorofil İçeriği

Deneme konularına göre klorofil içeriklerine (spad) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21’de, ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 4.22’de, ise verilmiştir.

Çizelge 4.21. Denemede saptanan klorofil içeriğine (spad) ait varyans analiz sonuçları, (2011 ve 2012)

Varyasyon kaynağı	S.D	2011		2012		Cetvel değeri	
		K.O	F	K.O	F	0.05	0.01
Tekerrür	2	9.911	2.034	16.635	3.046		
Sulama suyu düzeyleri (SSD)	3	546.394	112.160**	491.370	89.962**	4.76	9.78
Hata1	6	4.872		5.462			
Gübre zamanı (GZ)	2	8.873	4.121*	10.370	4.417*	3.63	6.23
SSDxGZ	6	1.143	0.531	5.634	2.400	2.74	4.20
Hata2	16	2.153		2.348			
Toplam	35						
Varyasyon katsayısı		% 2.78		% 2.91			

(*) % 5 düzeyinde, (**) % 1 düzeyinde önemli

Klorofil içeriği (SPAD) yönünden denemenin 2011 ve 2012 yıllarında sulama suyu düzeyleri % 1, azot uygulama sıklığı ise % 5 hata düzeyinde istatistik bakımından önemli bulunmuştur (Çizelge 4.21).

Ancak 2011 ve 2012 yılında, sulama suyu düzeylerixazot gübresi uygulama sıklığı interaksyonu önemsiz olmuştur (Çizelge 4.21). Bu nedenle sulama suyu düzeyleri ve azot gübresi uygulama sıklığına ait ortalamalar ve oluşan gruplar Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Deneme konularına göre klorofil içeriğine (spad) ait ortalamalar, (2011 ve 2012 yılı)

Deneme konuları		Ölçümün ekimden sonra kaçınıcı gün alındığı					
Sulama suyu düzeyleri	Azot gübresi uygulama sıklığı	2011 Yılı			2012 Yılı		
		73.gün	84.gün	Ortalama	70.gün	82.gün	Ortalama
I _{1(0.50)}	N ₁	43.9	38.7	41.3	47.8	38.0	42.9
	N ₂	46.2	41.6	43.9	49.5	39.6	44.5
	N ₃	45.1	40.3	42.7	50.5	41.0	45.8
I _{2(0.75)}	N ₁	53.8	45.9	49.9	55.5	50.5	53.0
	N ₂	55.1	46.8	50.9	53.4	48.0	50.7
	N ₃	56.1	48.2	52.1	56.5	51.7	54.1
I _{3(1.00)}	N ₁	61.5	52.1	56.8	59.4	53.5	56.5
	N ₂	61.0	53.9	57.4	61.6	58.3	59.9
	N ₃	62.6	53.3	57.9	60.6	55.2	57.9
I _{4(1.25)}	N ₁	63.6	55.1	59.3	62.2	57.9	60.0
	N ₂	64.1	56.5	60.3	63.1	60.4	61.8
	N ₃	65.3	56.6	61.0	64.3	59.7	62.0
**Sulama suyu düzeyleri ve azot gübresi uygulama sıklığına ait ortalamalar ve oluşan EGF* grupları, (2011 ve 2012)							
Sulama suyu düz.		2011	2012	Azot güb.uyg.sık.	2011	2012	
I _{4(1.25)}		60.9 a	61.3 a	N ₃	53.4 a	54.9 a	
I _{3(1.00)}		57.4 b	58.1 b	N ₂	53.1 a	54.2 a	
I _{2(0.75)}		50.9 c	52.6 c	N ₁	51.8 b	53.1 b	
I _{1(0.50)}		42.6 d	44.4 d				

*EGF (En küçük güvenilirli farklılık): Aynı harf grubuna ait değerler EGF % 5'e göre farklı değildir.

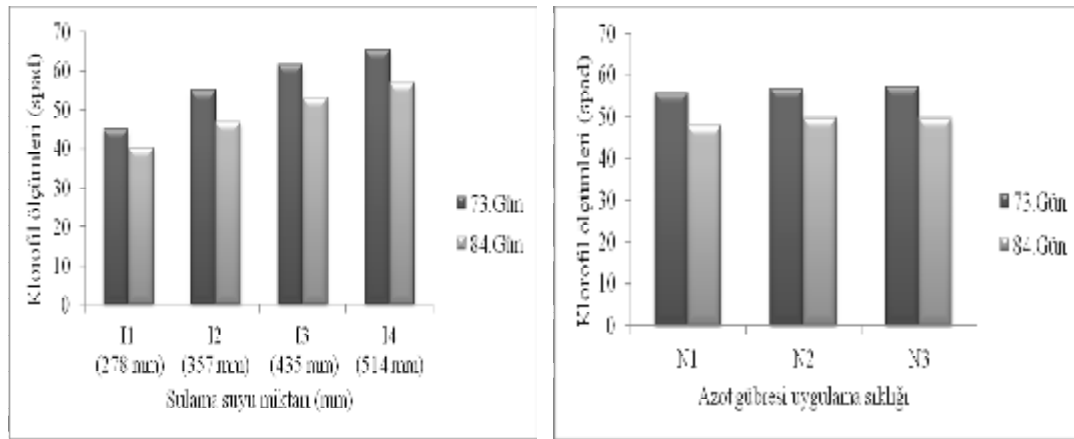
** 2011 ve 2012 yılında uygulamalar arasında interaksyon çıkmadığı için uygulamaların etkisi ayrı ayrı gösterilmiştir.

Denemenin uygulandığı yıllarda yaprak klorofil içeriğine ilişkin ölçümler sulamadan önce hava sıcaklığının maksimum olduğu bir günde yapılan ölçüm değerlerinden elde edilmiştir. Çalışmanın birinci yılında 05.09.2011 (ekimden 73 gün sonra) ve 16.09.2011 (ekimden 84 gün sonra) tarihlerinde yapılmıştır. Çalışmanın ikinci yılında ise 02.09.2012 (ekimden 70 gün sonra) ve 14.09.2012 (ekimden 82 gün sonra) tarihlerinde yapılmıştır (Çizelge 4.22).

Elde edilen klorofil içerikleri göz önüne alındığında, 2011 yılındaki veriler uygulanan sulama suyu ve azotun farklı uygulama sıklığına göre 41.3-61.0, 2012 yılında ise 42.9-62.0 arasında değişmiştir. Çizelge 4.22'de görüldüğü üzere en

yüksek değer Pan buharlaşma miktarın 1.25 katı olan en yüksek sulama suyu (2011 yılı;514 mm, 2012 yılı;543 mm) uygulandığı konu ile azotlu gübrenin fertigasyon ile her sulamada eşit dozlarla uygulandığı konuda (I_4N_3) elde edilmiştir.

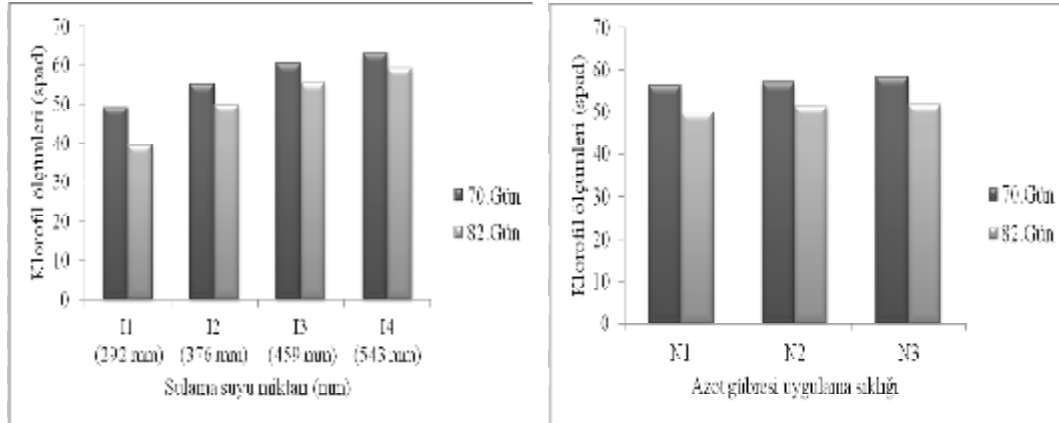
Şekil 4.16'da görüldüğü gibi klorofil içeriğinin sulama suyu düzeyleri ve azot gübresi uygulama sıklığı göre değiştiğini göstermektedir.



Şekil 4.16. Deneme konularına göre klorofil içeriklerinin (spad) değişimi, (2011)

2011 yılı verilerine göre en yüksek klorofil içeriği (spad) değeri $I_{4(1.25)}$ sulama konusunda (60.9), en düşük klorofil içeriği (spad) değeri ise $I_{1(0.50)}$ sulama konusunda (42.6), diğer sulama konuları ise bu değerler arasında saptanmıştır. Çizelge 4.22 ve Şekil 4.16'dan görüleceği gibi azot gübresi uygulama sıklığına göre; en yüksek klorofil içeriği (spad) değeri EGF gruplamalarına göre aynı grupta yer alan N_2 (53.1) ve N_3 (53.4) konularında, en düşük klorofil içeriği (spad) değeri ise N_1 konusunda (51.8) olarak bulunmuştur.

2012 yılı verilerine göre ise en yüksek klorofil içeriği (spad) değeri $I_{4(1.25)}$ sulama konusunda (61.3), en düşük klorofil içeriği (spad) değeri ise $I_{1(0.50)}$ sulama konusunda (44.4), diğer sulama konuları ise bu değerler arasında saptanmıştır. Çizelge 4.22 ve Şekil 4.17'den görüleceği gibi azot gübresi uygulama sıklığına göre; en yüksek klorofil içeriği (spad) değeri EGF gruplamalarına göre aynı grupta yer alan N_3 (54.9) ve N_2 (54.2) konularında, en düşük klorofil içeriği (spad) değeri ise N_1 konusunda (53.1) olarak bulunmuştur.



Şekil 4.17. Deneme konularına göre klorofil içeriklerinin (spad) değişimi, (2012)

Deneme yıllarında yetiştirme sezonu boyunca ölçümler süresince sulama konularında klorofilmetre ölçümlerinden saptanan ortalama klorofil değerlerini incelendiğinde, çalışmanın birinci yılında; en düşük klorofil içeriği değeri ekimden 84 gün sonra yapılan ölçümlerden, maksimum düzeyde su stresi uygulanan I_1N_1 sulama konusunda sırasıyla 38.7, en yüksek klorofil değeri ise ekimden 73 gün sonra yapılan ölçümlerden I_4N_3 sulama konusunda 65.3 olarak ölçülmüştür. Araştırmanın ikinci yılında ise en düşük klorofil değeri ekimden 82 gün sonra yapılan ölçümlerden maksimum düzeyde su stresi uygulanan I_1N_1 sulama konusunda sırasıyla 38.0, en yüksek klorofil değeri ise ekimden 70. gün sonra yapılan ölçümlerden I_4N_3 sulama konusunda sırasıyla 64.3 olarak elde edilmiştir.

Ekimden sonra gözlemin alındığı günler itibarıyla klorofil içeriklerine ilişkin değerler ve genel ortalamalar incelendiğinde ilgili çizelgelerden görüleceği üzere deneme yıllarında genel olarak klorofil içerikleri sırasıyla $I_{4(1.25)}$, $I_{3(1.00)}$, $I_{2(0.75)}$ ve $I_{1(0.50)}$ olarak saptanmıştır. Verilen sulama suyu miktarına bağlı olarak yapraklardaki klorofil miktarının değiştiği, yani su stresine karşı bitkilerin klorofil oranını azalttığı bir çok araştırmacı (Kaynaş ve Eriş, 1995; Fernandez ve ark., 1997; Kırnak ve Demirtaş, 2002; Demirtaş ve Kırnak, 2009) tarafından da belirtilmiştir. Bu durum $I_{4(1.25)}$ 'in bitki kök bölgesinde daha fazla nem olması azotun ksilem dokuları kanalıyla yapraklara iletildiği bunun da klorofil içeriğini artırıcı yönde etkide bulunduğu söylenebilir.

Her iki yılda da bitkinin yetiştirme periyodu boyunca ölçüm yapılan günlere göre belirlenen klorofil değerlerini gösteren grafikleri incelediğimizde uygulanan su kısıntısının fazlalığına ve süresine bağlı olarak bir düşüş gösteren klorofil değerleri genel olarak su stresi uygulanmayan sulama konularında yüksek, su kısıntısı uygulanan konularda ise azalma yönünde bir eğilim göstermiştir.

Harran ovası koşullarında yapılan araştırmada; kök bölgesi toprak su içeriği yüksek ise klorofil içeriği yüksek, toprak su içeriği azalma eğiliminde olduğunda klorofil içeriği düşme göstermektedir (Kırnak ve Demirtaş, 2002).

Araştırmada da toprak su içeriği yüksek olan, sulama suyu düzeylerinde yaprak klorofil içeriği (Şekil 4.16 ve 4.17 ile Çizelge 4.22) yüksek, toprak su içeriği azalma eğiliminde ise klorofil içeriği de azalma göstermiştir. Denemenin uygulandığı 2011 ve 2012 yılları birlikte değerlendirildiğinde $I_{1(0.50)}$ sulama konusunun klorofil değerleri genel olarak tüm yetiştirme sezonu boyunca düşük çıkmıştır. Bu da aşırı su stresi çeken bitkilerdeki klorofil değerinin zamana bağlı olarak hızla düştüğünün bir göstergesi olarak açıklanabilir. Verilen sulama suyu miktarına bağlı olarak yapraklardaki klorofil miktarının değiştiği, yani su stresine karşı bitkilerin klorofil oranını azalttığı bir çok araştırmacı (Fernandez ve ark., 1997; Demirtaş ve Kırnak, 2009) tarafından da belirtilmiştir.

Sonuç olarak yapılan bu çalışma ile yaprak klorofil içeriğinin bitki ve toprak özelliklerine, uygulanan sulama programı ile ölçümün yapıldığı yöreye göre değişebileceğini göstermektedir.

4.6. Yeşil Ot ve Kuru Madde Verimleri

Deneme konuları gereği, Diyarbakır koşullarında damla sulama ile sulanan ikinci ürün silajlık mısırdaki, sulama suyunun farklı düzeyleri ile azotlu gübrenin fertigasyonla (sulama ile birlikte azotlu gübrenin verilmesi) farklı uygulama sıklığı denemesinde bitkinin yeşil ot ve kuru madde verim (kg/da) sonuçlarına ait varyans sonuçları Çizelge 4.23 ve 4.24’de, ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 4.25’de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Denemede saptanan yeşil ot verimine (kg/da) ilişkin varyans analiz sonuçları, (2011 ve 2012)

Varyasyon kaynağı	S.D	2011		2012		Cetvel değeri	
		K.O	F	K.O	F	0.05	0.01
Tekerrür	2	179620	0.55	1447115	1.10		
Sulama suyu düz. (SSD)	3	9976837	30.66**	13370000	10.16**	4.76	9.78
Hata1	6	325323		1316007			
Gübre zamanı (GZ)	2	3436737	12.91**	4068509	16.25**	3.63	6.23
SSDxGZ	6	428643	1.61	413781	1.65	2.74	4.20
Hata2	16	266189		250315			
Toplam	35						
Varyasyon katsayısı		% 7.48		% 6.84			

(*) % 5 düzeyinde, (**) % 1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.24. Denemede saptanan kuru madde verimine (kg/da) ilişkin varyans analiz sonuçları, (2011 ve 2012)

Varyasyon kaynağı	S.D	2011		2012		Cetvel değeri	
		K.O	F	K.O	F	0.05	0.01
Tekerrür	2	65916	0.44	545393	0.96		
Sulama suyu düz.(SSD)	3	9949513	65.87**	12290000	21.72**	4.76	9.78
Hata1	6	151041		565933			
Gübre zamanı (GZ)	2	1943094	19.38**	2414142	21.81**	3.63	6.23
SSDxGZ	6	160236	1.60	201981	1.82	2.74	4.20
Hata2	16	100268		110701			
Toplam	35						
Varyasyon katsayısı		% 7.14		% 6.74			

(*) % 5 düzeyinde, (**) % 1 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, sulama suyu miktarı ve azot uygulama sıklığı yeşil ve kuru madde veriminde ayrı ayrı etki ederek, istatistiksel bakımdan % 1 hata düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.23 ve 4.24). Çizelge 4.23 ve 4.24’de görüldüğü üzere sulama suyu düzeyleri ile azot gübresi uygulama sıklığı arasındaki etkileşim (intereaksiyon) önemsiz olmuş, bu nedenle denemede yer alan konulara göre, yeşil ot ve kuru madde verileri ayrı ayrı gruplandırılarak Çizelge 4.25’de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Deneme konularına göre yeşil ot ve kuru madde verimine (kg/da) ait ortalamalar, (2011 ve 2012)

Sulama düzeyleri	Azot güb. uyg.sık.	Yeşil ot verimi (kg/da)			Kuru madde verimi (kg/da)		
		2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama
I _{1(0.50)}	N ₁	5307	5478	5393	1478	1667	1573
	N ₂	5813	5875	5844	1639	1725	1682
	N ₃	5621	6091	5856	1669	1899	1784
I _{2(0.75)}	N ₁	6199	6612	6405	1905	2139	2022
	N ₂	6324	6907	6615	1943	2287	2115
	N ₃	7206	7150	7178	2193	2395	2294
I _{3(1.00)}	N ₁	6838	7032	6935	2241	2388	2315
	N ₂	7006	7757	7382	2311	2640	2475
	N ₃	8505	9059	8782	2833	3139	2986
I _{4(1.25)}	N ₁	7394	7841	7617	2574	2845	2710
	N ₂	7959	8604	8282	2762	3125	2943
	N ₃	8603	9318	8960	3068	3392	3230
**Sulama suyu düzeyleri ve azot gübresi uygulama sıklığına ait ortalamalar ve oluşan EGF* grupları, (2011 ve 2012)							
Yeşil ot verimi (kg/da)							
Sulama suyu düz.		2011	2012	Azot güb.uyg.sık.	2011	2012	
I _{4(1.25)}		7985 a	8588 a	N ₃	7484 a	7904 a	
I _{3(1.00)}		7450 a	7950 ab	N ₂	6775 b	7286 b	
I _{2(0.75)}		6576 b	6889 bc	N ₁	6435 b	6741 c	
I _{1(0.50)}		5581 c	5814 c				
Kuru madde verimi (kg/da)							
I _{4(1.25)}		2801a	3121 a	N ₃	2441 a	2706 a	
I _{3(1.00)}		2462 b	2722 a	N ₂	2164 b	2444 b	
I _{2(0.75)}		2014 c	2274 b	N ₁	2050 b	2260 c	
I _{1(0.50)}		1595 d	1764 c				

*EGF (En küçük güvenilirli farklılık): Aynı harf grubuna ait değerler EGF % 5’e göre farklı değildir.

** 2011 ve 2012 yılında uygulamalar arasında interaksiyon çıkmadığı için uygulamaların etkisi ayrı ayrı gösterilmiştir.

Elde edilen yeşil ot verimleri göz önüne alındığında, 2011 yılındaki veriler uygulanan sulama suyu ve azotun farklı uygulama sıklığına göre 5307-8603 kg/da arasında değişmiştir. Buna göre en düşük yeşil ot verimi (5307 kg/da), en düşük sulama suyunun (278 mm) uygulandığı ve azotlu gübrenin bitkinin gelişim dönemlerine göre 3 seferde verildiği uygulamadan (I_1N_1) elde edilmiştir. En yüksek verim ise Pan (açık su yüzeyi buharlaşması) buharlaşma miktarın 1.25 katı olan en yüksek sulama suyunun (514 mm) uygulandığı konu ile azotlu gübrenin fertigasyon (sulama ile birlikte azotlu gübrenin verilmesi) ile her sulamada eşit dozlarla uygulandığı konudan (I_4N_3) elde edilmiştir.

Pan (açık su yüzeyi buharlaşması) buharlaşan miktarın 1.25 (I_4) ve 1.0 (I_3) katı sulama suyu uygulanan konularda en yüksek yeşil ot verimi elde edilmiştir. Bunu sırasıyla I_2 ve I_1 konuları izleyerek daha düşük verim elde edilmiştir. Yapılan istatistik gruplandırma da I_4 ve I_3 konuları aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4.25).

Bu sonuçlar silajlık mısırdaki yüksek verim almak için sulama suyu miktarının son derece önemli olduğunu, sulama suyu miktarı arttıkça verimin de arttığını göstermektedir.

Denemenin 2011 yılı fertigasyon ve azot uygulama sıklığında ise hem yeşil ot hem kuru madde veriminde azotun her sulamada eşit dozda uygulanması verimi maksimize etmiştir. Bu durum damla sulama ile birlikte azotlu gübre uygulamasının bitkinin gelişim dönemlerine ve ihtiyacına göre zamana bağlı olarak verilmesi hem verim hem de çevresel yönden (azot yıkanması, yer altı su kirliliği vb.) önemli bulunmuştur.

Denemenin 2011 yılı sonuçlarına göre, uygulanan sulama suyu miktarları açısından incelendiğinde ve sulama suyu tasarrfu esas alındığında, optimum yeşil ot ve kuru madde veriminin elde edilmesi için Pan buharlaşmasının 1.0 katı (435 mm) ve azotun her sulama da uygulanmasının daha etkin ve yararlı olabileceği söylenebilir.

Denemenin 2012 yılı sonuçları incelendiğinde, 2011 yılı sonuçlarına benzerlik göstermiştir. Buna göre, bu deneme yılında da en yüksek yeşil ot verimi 5478 kg/da ile 9318 kg/da arasında değişmiştir. Denemenin 2011 yılında olduğu gibi en yüksek sulama suyu miktarının (543 mm) ve azotun her sulama da uygulandığı

konudan en yüksek yeşil ot verimi elde edilmiştir. Sulama suyu miktarının en az (292 mm) ve azotun 3 seferde uygulandığı konu ise verimi sınırlandırarak verimin en az (5478 kg/da) düzeyde olmasını sonuçlamıştır.

Çizelge 4.23 ve 4.24'den görüleceği üzere denemenin ikinci yılında sulama suyu miktarı ile azot uygulama sıklığı arasında interaksiyon oluşmamış, sulama suyu miktarı ve azotlu gübrenin uygulama sıklığına göre, yeşil ot ve kuru madde verimleri ayrı ayrı değerlendirilerek Çizelge 4.25'de verilmiştir.

Buna göre; en yüksek verim (8588 kg/da) en yüksek sulama suyunun uygulandığı (543 mm) konudan elde edilmesine rağmen, 459 mm sulama suyunun uygulandığı konu verimi (7950 kg/da) buna yakın elde edilmiştir. Azot uygulama sıklığı bakımından ise 2011 yılı sonuçlarına benzer şekilde en yüksek verim 7904 kg/da her sulamada azotun uygulandığı konudan elde edilmiştir.

2012 yılında her ne kadar, yeşil ot verimi bakımından, I₃ ve I₄ sulama suyu uygulamaları arasında önemli bir fark olmasa da, kuru madde verimleri arasında ise aynı uygulamalar arasında önemli fark elde edilmemiştir. Buna ek olarak, uygulanan sulama suyu miktarı ve sulama suyu tasarrufu esas alındığında, 2011 yılına benzer şekilde bu yılda da optimum yeşil ot ve kuru madde verimleri için, Pan (açık su yüzeyi buharlaşması) buharlaşma miktarının 1.0 katı (459 mm) ve azotun her sulama da eşit dozda uygulanmasının uygun olduğu söylenebilir.

Denemenin uygulandığı yıllarda deneme konularından elde edilen yeşil ot ve kuru madde veriminin, anılan konularda su kısıntısı azaldıkça arttığı belirlenmiştir. Buharlaşma kabından buharlaşan miktar kadar sulama suyu verilen I₃ konusuna göre; I₁ ve I₂ konularında, yeşil ot verimi; çalışmanın birinci yılında sırasıyla % 25 ve % 12 ; ikinci yılında ise % 27 ve % 13, kuru madde verimi değerlerinde ise sırasıyla % 35 ve % 18 ikinci yılında ise % 35 ve % 17 oranında azalmalar saptanmıştır. Ayrıca buharlaşma kabından buharlaşan miktarın % 25 fazlası kadar sulama suyu verilen I₄ konusu I₃ konusuna göre çalışmanın birinci ve ikinci yılında yeşil ot verim değerlerinde sırasıyla % 7 ve % 8 oranında, kuru madde verimi değerlerinde ise sırasıyla % 14 ve % 15 oranında artış saptanmıştır.

Deneme konuları göz önüne alındığında, bitki boyunun artışına paralel olarak bitkinin yaprak alan indeksinin artışı dolayısıyla bitkide daha fazla kuru madde üretimini sağladığı söylenebilir.

Bu araştırma bulgularına benzer şekilde Şanlıurfa koşullarında damla sulama ile mısır bitkisinin su-verim ilişkilerini göre; sulama suyundan % 10 kısıntı yapıldığı zaman verimde yaklaşık % 9 bir azalma, sulama suyundan yaklaşık % 20 oranında bir kısıntı yapıldığı zaman ise verimde ortalama % 15 civarında bir azalma olduğu tespit edilmiştir (Öktem ve ark., 2003). Ayrıca, Çukurova koşullarında ikinci ürün mısır bitkisinin, tam su konusuna bir haftalık yığışımlı buharlaşmanın tamamı uygulanırken, geleneksel kısıntılı sulama ve yarı ıslatmalı konularına % 35 kısıntı konularına göre, en yüksek verim tam su konusundan elde edilirken yarı ıslatmalı sulama konularından elde ettiği verimler geleneksel kısıntılı sulamaya göre daha yüksek elde edilmiştir (Kaman, 2007).

Bu araştırmada, yeşil ot ve kuru madde verim değerleri araştırmanın uygulandığı birinci yıla göre az da olsa ikinci yılda daha yüksek elde edilmiştir. Bu durum 2012 yılında deneme konularına daha fazla sulama suyu verilmesinden kaynaklanabilir. Deneme yıllarında konular arasındaki farklılıkları ise özellikle döllemenin gerçekleştiği Ağustos ayında ortalama hava sıcaklığının bir önceki yıla göre (2011 yılında 30.7°C) daha yüksek (2012 yılında 31.1°C) olmasına bağlı olarak daha az sulanan konuların daha çok etkilenmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca az da olsa yıllara göre uygulama konuları arasında meydana gelen farklılıklar buharlaşma miktarına bağlı olarak sulama suyu düzeyleri ve azot gübresi uygulama dönemleri ile ilişkili olduğunu söylemek mümkündür

Kızıloğlu ve ark. (2009), yarı kurak bir iklim bölgesinde yer alan Erzurum koşullarında, silajlık mısır bitkisi için, su kısıntısı arttıkça koçan, yaprak, gövde ve yeşil ot verimlerinin azaldığını belirlemişler, bitki su tüketimi ile toplam yeşil ot verimi arasında doğrusal bir ilişki belirlemişlerdir. Benzer olarak toplam su kullanım etkinliği (WUE) değerini, en yüksek tam sulama yapılan konudan, en düşük ise sürekli su stresi altında tutulan konudan tespit etmişlerdir.

Karimi ve ark. (2005), Kanada'da mısırın hasat dönemindeki kuru biyokütle miktarlarını sulanan konularda 1828-2369 kg/da, sulanmayan konularda ise 1370-

1774 kg/da arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Sarımeahmetoğlu (2007) Çukurova koşullarında, farklı mısır çeşitlerinde tam sulanan konularda hasat dönemindeki kuru biyokütle miktarlarını 1600-2000 kg/da arasında değiştiğini tespit etmiştir. Gençdoğan (1996), Çukurova koşullarında sulama konularına göre kuru madde üretimlerini çalışmanın birinci yılında 760-2640 kg/da; ikinci yılında ise 720-2900 kg/da arasında, Boz (2001), Çukurova koşullarında hasat'ta kuru madde verimini mısır bitkisinde en yüksek I_{100} sulama konusunda 2900 kg/da, en düşük I_{50} sulama konusunda 1780 kg/da tespit etmiştir. Kuşçu (2010), Bursa koşullarında en düşük verim 1782 kg/da olarak elde etmiştir. Çakır (2004), Trakya koşullarında farklı gelişme dönemlerinde uygulanan sulama ve su stresinin etkilerini belirlemeye yönelik olarak yaptığı araştırmada kuru madde verimini 400-3000 kg/da, Yazar ve ark. (2002), sulama sıklığı ile kuru madde veriminin arttığını ve vejetatif gelişme döneminde daha sık sulama yapılmasının kuru madde verimini arttıracakını vurgulamışlardır. Gencel (2009), Çukurova koşullarında mısır bitkisinde kuru madde verimlerini I_{40} konusunda (3278.6 kg/da), I_{60} konusunda (3208.9 kg/da) ve I_{80} konusunda (2806.1 kg/da) olarak elde etmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen ikinci ürün mısırın kuru madde verimleri, Boz (2001) ve Gökçel (2008)'in bulgularıyla benzerlik gösterirken, yukarıda anılan bazı araştırmacıların bulguları ile de kimi farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıkların başta çeşit, iklim (sıcaklık, oransal nem yağış, rüzgar hızı ve güneşlenme süresi v.b.), sulama yöntemi, uygulanan sulama programı ve toprak özelliklerinden kaynaklandığı söylenebilir. Çizelge 4.25'de görüldüğü gibi araştırma yıllarında azot gübresi fertigasyon yoluyla her sulamada eşit şekilde tepe püskülü dönemine kadar bitkiye verilmesi yeşil ot ve kuru madde verimlerini önemli düzeyde artırmıştır. N_1 ve N_2 konularında, çalışmanın birinci yılında (2011) maksimum yeşil ot verimine (N_3) göre sırasıyla % 14 ve % 10; ikinci yılında ise % 15 ve % 8, kuru madde verimi değerlerinde ise sırasıyla % 16 ve % 11 ikinci yılında ise % 17 ve % 10 oranında azalmalar saptanmıştır. Bu araştırma sonuçlarına benzer şekilde azot gübresi kayıplarını azaltmak ve daha yüksek verim alabilmek, için azot gübresinin bölünerek uygulanması önerilmektedir (Keeny, 1986). Buna göre, uygulanan sulama yönteminin (damla sulama) doğası gereği, bitkinin vejetasyon süresince ihtiyaç

duyduğu suyu kısa aralıklarla belli dozlarda uygulayarak, buna paralel olarak da azotun benzer şekilde uygulanması, hem verimi maksimize etmesi hem de azotun kullanım etkinliğinin artırılarak kaybının azaltılması bakımından önemli olmuştur.

Sonuç olarak, fertigasyonun (sulama ile birlikte azotlu gübrenin verilmesi) gübre kullanma etkinliğindeki yüksekliğinin yanı sıra, verim ve kalitede artış, yıkanma nedeniyle gübre kayıplarında azalış, toprak çözeltisinde gübre konsantrasyonunun kontrol edilmesi, gübreleme zamanındaki esneklik ve ayarlanabilirlik, besin elementlerinin kök bölgesine homojen dağılımı gibi önemli avantajları olması (Papadopoulos, 1999; Çetin ve Tolay, 2009), hem silajlık mısırdaki verim artışı hem de azot kullanım etkinliğinin daha yüksek olmasını sağlamıştır.

4.7. Bitki Besin Elementi Sonuçları

Mısır bitkisinin toprak üstü aksamının tamamında P, K, Ca ve Mg gibi makro elementler ile Cu ve Fe gibi mikro elementlerin analizleri yapılmıştır. Bitkilerin tümünde elde edilen bulgular 2011 yılı için Çizelge 4.26'da ve 2012 yılı için Çizelge 4.27'de verilmiştir.

Çizelge 4.26. Mısır bitkisinin tüm aksamında tespit edilen makro ve mikro elementleri sonuçları, (2011)

Deneme Konuları	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Cu (ppm)	Fe (ppm)
I ₁ N ₁	0.42	2.19	6.71	0.81	10.36	267.95
I ₁ N ₂	0.33	1.80	5.26	0.96	8.63	226.70
I ₁ N ₃	0.39	1.96	5.32	0.90	9.20	224.91
I ₂ N ₁	0.36	1.73	4.20	0.67	7.98	213.72
I ₂ N ₂	0.38	1.87	4.63	0.93	8.05	219.56
I ₂ N ₃	0.35	1.62	4.84	0.68	6.52	203.20
I ₃ N ₁	0.32	1.53	4.69	0.55	6.94	182.90
I ₃ N ₂	0.27	1.53	4.45	0.64	6.90	167.60
I ₃ N ₃	0.35	1.46	3.93	0.51	4.19	166.68
I ₄ N ₁	0.20	1.51	3.88	0.50	4.27	136.85
I ₄ N ₂	0.14	1.20	2.79	0.54	3.38	129.96
I ₄ N ₃	0.14	1.26	2.96	0.49	3.82	116.37

Denemenin ilk yılında fosfor içeriği, en yüksek % 0.42 I₁N₁ konusunda en düşük düzeyde ise % 0.14 ile I₄N₂ ve I₄N₃ konularında saptanmıştır (Çizelge 4.26).

Potasyum miktarları incelendiğinde, % 1.20-2.19 arasında değişmiştir. En yüksek potasyum değeri ise I₁N₁ konusunda % 2.19, en düşük potasyum değeri I₄N₂ konusunda % 1.20 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.26).

Kalsiyum içeriği, % 6.71 düzeyinde I₁N₁ konusunda en yüksek düzeyde, % 2.79 ile I₄N₂ konusunda en düşük düzeyde saptanmıştır (Çizelge 4.26).

Magnezyum içeriği, % 0.49 ile % 0.96 arasında değişmiştir. En yüksek I₁N₂ konusunda (% 0.96), en düşük ise I₄N₃ konusunda (% 0.49) saptanmıştır.

Denemenin birinci yılında mısır bitkisinde bakır birikimi, 3.38-10.36 ppm arasında değişmiştir. En yüksek Cu birikimi I_1N_1 konusunda (10.36 ppm), en düşük ise I_4N_2 konusunda (3.38 ppm) saptanmıştır.

Demir birikimi, 116.37-267.95 ppm arasında değişmiştir. En yüksek demir birikimi I_1N_1 konusunda (267.95 ppm), en düşük ise I_4N_3 konusunda (116.37 ppm) saptanmıştır (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.27. Mısır bitkisinin tüm aksamında tespit edilen makro ve mikro elementleri sonuçları, (2012)

Deneme Konuları	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Cu (ppm)	Fe (ppm)
I_1N_1	0.49	2.97	6.21	0.99	11.46	246.23
I_1N_2	0.44	2.90	7.44	0.87	9.70	276.30
I_1N_3	0.41	2.58	6.86	0.91	8,82	291.47
I_2N_1	0.39	2.58	5.39	0.80	9.89	238.02
I_2N_2	0.36	2.58	4.47	0.69	9.54	262.22
I_2N_3	0.32	2.19	5.71	0.65	8.41	215.09
I_3N_1	0.29	2.03	5.16	0.66	7.45	205.73
I_3N_2	0.26	1.96	4.53	0.59	8.97	180.65
I_3N_3	0.28	1.96	4.77	0.57	7.99	179.86
I_4N_1	0.22	1.88	2.43	0.47	8.01	144.89
I_4N_2	0.20	1.49	3.69	0.41	5.13	137.73
I_4N_3	0.17	1.25	2.63	0.36	7.39	130.71

Denemenin ikinci yılında fosfor içeriği, en yüksek I_1N_1 (% 0.49) konusunda en düşük düzeyde ise I_4N_3 (% 0.17) konusunda saptanmıştır (Çizelge 4.27).

Potasyum miktarları incelendiğinde, % 1.25-2.97 arasında değişmiştir. En yüksek potasyum değeri ise I_1N_1 konusunda % 2.97, en düşük potasyum değeri ise I_4N_3 konusunda % 1.25 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.27).

Kalsiyum içeriği, % 7.44 düzeyinde I_1N_2 konusunda en yüksek düzeyde, % 2.43 ile I_4N_1 konusunda en düşük düzeyde saptanmıştır (Çizelge 4.27).

Magnezyum içeriği, % 0.36 ile % 0.99 arasında değişmiştir. En yüksek I_1N_1 konusunda (% 0.99), en düşük ise I_4N_3 konusunda (% 0.36) saptanmıştır.

Denemenin ikinci yılında mısır bitkisinde bakır birikimi, 5.13-11.46 ppm arasında değişmiştir. En yüksek Cu birikimi I_1N_1 konusunda (11.46 ppm), en düşük ise I_4N_2 konusunda (5.13 ppm) saptanmıştır (Çizelge 4.27).

Demir, denemenin ikinci yılında 130.71-291.47 ppm arasında değişmiştir. En yüksek demir birikimi I_1N_3 konusunda (291.47 ppm), en düşük ise I_4N_3 konusunda (130.71 ppm) saptanmıştır (Çizelge 4.27).

Makro ve mikro elementlerin değerleri, deneme konularına uygulanan gübre miktarına bağlıdır. Bu araştırmada farklı gübre düzeyleri olmadığından deneme konularına göre makro ve mikro elementlerin miktarlarında önemli farklılığın oluşmaması beklenen bir sonuç olabilir. Ancak, denemede farklı sulama suyu düzeyleri yer aldığı için tüm konulara eşit gübre miktarı (24 kg/da) uygulansada sulama suyu düzeyleri bitkideki total makro ve mikro elemnetleri miktarlarını etkileyebilir. Yapılan araştırmada aynı gübre miktarında kısıntılı sulama suyu koşullarında bitkideki makro ve mikre elemntlerin miktarlarının arttığı tespit edilmiştir. Buna benzer şekilde Çizelge 4.26 ve 4.27'den görüldüğü üzere sulama suyunun çok az uygulandığı özellikle $I_{1(0.50)}$ konusunda makro ve mikro elemetlerin daha yüksek olduğu görülecektir.

4.8. Sulama Bulguları

4.8.1. Sulama Suyu ve Bitki Su Tüketimi Sonuçları

Diyarbakır koşullarında farklı sulama düzeyleri ve azotlu gübrenin fertigasyonda (sulama ile birlikte azotlu gübrenin verilmesi) farklı uygulama sıklığında, yetiştirilen silajlık mısır bitkisine verilen sulama suyu miktarları ile bitki su tüketim sonuçları Çizelge 4.28. 4.29 ve 4.30’da verilmiştir.

Çizelge 4.28. Deneme konularına göre sulama suyu (mm) ve bitki su tüketim (mm) miktarı sonuçları, (2011ve 2012)

Sulama suyu düzeyleri (%)	Azot gübresi uygulama sıklığı	2011 yılı		2012 yılı		Ortalama	
		Sulama suyu miktarı (mm)	Bitki su tüketimi miktarı (mm)	Sulama suyu miktarı (mm)	Bitki su tüketimi miktarı (mm)	Sulama suyu miktarı (mm)	Bitki su tüketimi miktarı (mm)
I _{1(0.50)}	N ₁	278	354	292	384	285	369
	N ₂		357		388		372
	N ₃		360		392		376
I _{2(0.75)}	N ₁	357	428	376	460	366	444
	N ₂		427		457		442
	N ₃		430		468		449
I _{3(1.00)}	N ₁	435	496	459	521	447	509
	N ₂		498		531		515
	N ₃		500		538		519
I _{4(1.25)}	N ₁	514	560	543	590	529	575
	N ₂		571		595		583
	N ₃		576		619		598

TK: 0-60 cm: 281.44 mm. 0-90 cm: 424.53 mm SN:0-90 cm: 286.39 mm

Çizelge 4.29. Bitkiye uygulanan sulama suyu miktarları (mm), 2011 yılı

Tarih	Sulama sayısı	Sulama suyu düzeyleri			
		I ₅₀	I ₇₅	I ₁₀₀	I ₁₂₅
01.07.2011	Çıkış sulaması I.	35.7	35.7	35.7	35.7
06.07.2011	Çıkış sulaması II.	25.5	25.5	25.5	25.5
11.07.2011	*MN'i.TK.get.yap.sul.	59.9	59.9	59.9	59.9
17.07.2011	I. sulama	16.6	24.8	33.1	41.4
22.07.2011	II. sulama	12.0	18.0	23.9	29.9
27.07.2011	III. Sulama	15.2	22.8	30.4	38.0
01.08.2011	IV. sulama	16.0	24.1	32.1	40.1
06.08.2011	V. sulama	16.3	24.5	32.6	40.8
11.08.2011	VI. sulama	16.7	25.1	33.4	41.8
16.08.2011	VII. sulama	13.6	20.4	27.2	34.0
21.08.2011	VIII. sulama	15.2	22.8	30.4	38.0
26.08.2011	IX. sulama	13.1	19.6	26.2	32.7
31.08.2011	X. sulama	10.6	15.9	21.2	26.5
05.09.2011	XI. sulama	12.0	18.0	24.0	29.9
Toplam		278.2	356.9	435.4	514.0

Çizelge 4.30. Bitkiye uygulanan sulama suyu miktarları (mm), 2012 yılı

Tarih	Sulama sayısı	Sulama Suyu Düzeyleri			
		I ₅₀	I ₇₅	I ₁₀₀	I ₁₂₅
01.07.2012	Çıkış sulaması I.	42.8	42.8	42.8	42.8
07.07.2012	Çıkış sulaması II.	32.8	32.8	32.8	32.8
14.07.2012	*MN'i.TK.Get.Yap.Sul.	49.2	49.2	49.2	49.2
19.07.2012	I. sulama	17.3	25.9	34.6	43.2
24.07.2012	II. sulama	18.5	27.7	37.0	46.2
29.07.2012	III. Sulama	15.7	23.5	31.3	39.2
03.08.2012	IV. sulama	15.9	23.8	31.8	39.7
08.08.2012	V. sulama	15.5	23.2	31.0	38.7
13.08.2012	VI. sulama	14.4	21.6	28.8	36.0
18.08.2012	VII. sulama	14.2	21.4	28.5	35.6
23.08.2012	VIII. sulama	16.1	24.2	32.2	40.3
28.08.2012	IX. sulama	14.2	21.4	28.5	35.6
02.09.2012	X. sulama	12.4	18.6	24.8	31.0
07.09.2012	XI. sulama	13.0	19.6	26.1	32.6
Toplam		292.0	375.7	459.3	542.9

TK (Toprakta yerçekimine karşı tutulan su miktarı): 0-60 cm 281.44 mm, 0-90 cm:424.53 mm
 SN (Bitkilerin solmaya başladıkları andaki topraktaki su miktarı): 0-90 cm:286.39 mm

*Sulama uygulamalarına başlamadan önce toprak profilinin 0-60 cm'lik katmanındaki eksik nem tarla kapasitesine getirecek düzeyde tüm parsellere damla sulama sistemi ile sulama yapılmıştır.

Araştırmanın uygulandığı, birinci ve ikinci yılında ekim işlemi sırasıyla 25.06.2011 ve 25.06.2012 tarihinde yapılmıştır. Bitkinin çimlenmesi ve parsellerde üniform bitki topluluğu sağlamak amacıyla tüm parsellere denemenin birinci yılında 01.07.2011 ve 06.07.2011 tarihlerinde sırasıyla 35.7 ve 25.5 mm olmak üzere toplam 61.2 mm (Çizelge 4.29) sulama suyu uygulanmıştır. Denemenin ikinci yılında ise 01.07.2012 ve 07.07.2012 tarihlerinde sırasıyla 42.8 ve 32.8 mm olmak üzere toplam 75.6 mm (Çizelge 4.30) sulama suyu uygulaması yapılmıştır. Denemenin birinci ve ikinci yılında deneme konularına göre sulama uygulamalarına başlamadan önce toprak profilinin 0-60 cm'lik katmanındaki eksik nem tarla kapasitesine getirecek düzeyde tüm parsellere damla sulama sistemi ile sulama yapılmıştır. Bunun için 2011 yılında 59.9 mm (Çizelge 4.29). 2012 yılında ise 49.2 mm (Çizelge 4.30) sulama suyu uygulanmıştır. Bundan sonra konulu sulamalara başlanmıştır.

Denemede konu sulamalarına bitkiler 6-7 yapraklı olduğu dönemden itibaren 5 günlük sulama aralığı sonunda A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma miktarı denemede yer alan katsayılara göre (0.50. 0.75. 1.00 ve 1.25) düzeltikten sonra sulama suyu miktarı olarak uygulanmıştır. Her parsel verilen sulama suyu miktarı, parsel başlarında bulunan su sayacı ile ölçülmüştür. Konulu sulamalara denemenin birinci yılında 17.07.2011 (Çizelge 4.29) tarihinde ve ekimden 23 gün sonra. ikinci yılında ise 19.07.2012 (Çizelge 4.30) tarihinde ve ekimden 25 gün sonra başlanmıştır. Sonraki ardıl sulamalar ise 5 gün aralıklarla süt olum dönemine kadar devam etmiştir. Böylece, çıkış suyu dahil toplam 14 kez sulama yapılmıştır (Çizelge 4.29 ve 4.30).

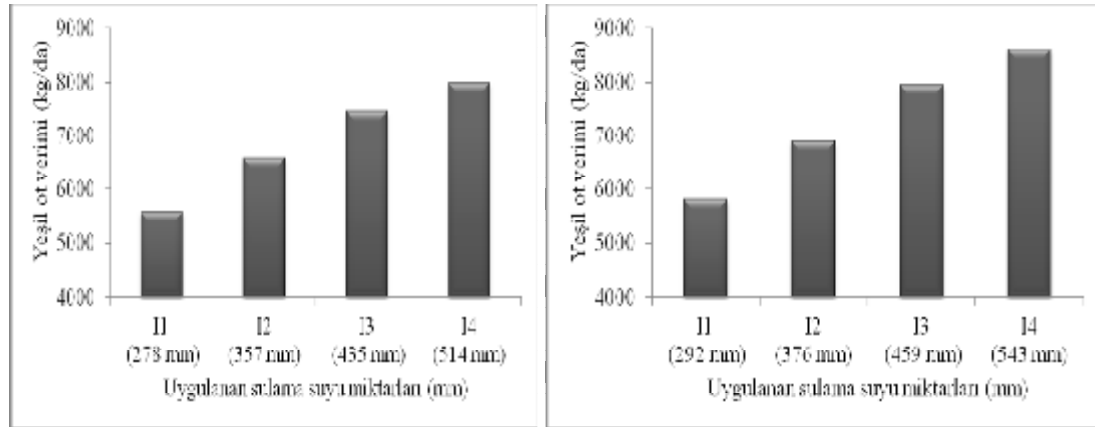
Deneme konularına bağlı olarak araştırmanın birinci yılında (2011), en az $I_{1(0.50)}$, en fazla ise $I_{4(1.25)}$ uygulamalarında sırasıyla 278 mm ve 514 mm sulama suyu uygulanmıştır. Denemenin ikinci yılında (2012) ise aynı konulara sırasıyla 292 mm ve 543 mm sulama suyu uygulanmıştır (Çizelge 4.28). Böylece yıllara ve konulara göre uygulanan sulama suyu miktarları yaklaşık benzer olduğu söylenebilir.

Ancak, denemenin uygulandığı yıllar göz önüne alındığında. aynı uygulamalardaki sulama suyu arasında az da olsa farklılıklar olduğu görülecektir (Çizelge 4.28). Bunun nedenleri arasında, yıllar arasındaki iklimle ilgili olarak

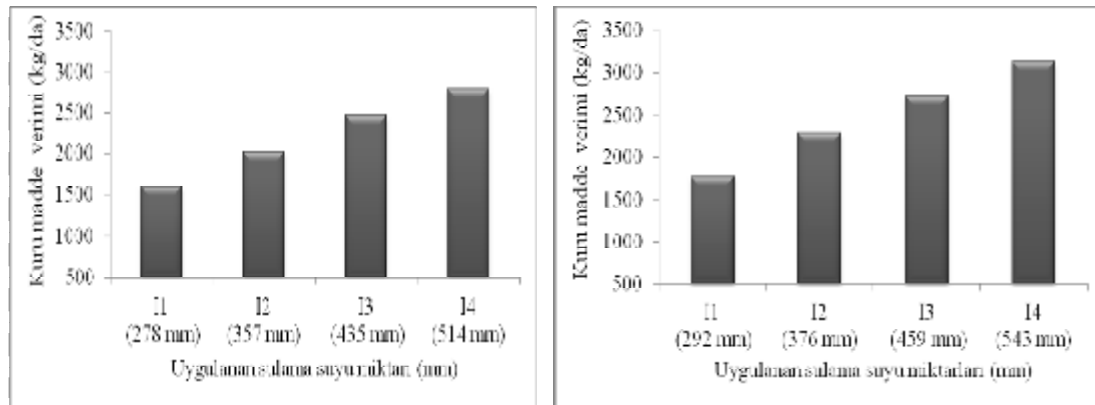
(rüzgar hızı, nispi nem, sıcaklık) Pan (açık su yüzeyi buharlaşması) buharlaşma miktarlarının farklı olmasıdır.

Diğer konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları ise bu değerler arasında değişmiştir. Çizelge 4.28 oransal sulama suyu azalış değerleri yönünden incelendiğinde deneme yıllarında $I_{3(1.00)}$ konusuna göre; $I_{1(0.50)}$ konusunda % 36, $I_{2(0.75)}$ konusunda % 18 daha az, $I_{4(1.25)}$ konusunda ise % 18 oranında daha fazla sulama suyu uygulandığı görülmüştür.

Denemenin uygulandığı yıllarda; sulama suyu düzeylerinin, yeşil ot verimi ve kuru madde verime etkisi Şekil 4.18 ve 4.19’da gösterilmiştir.



Şekil 4.18. Farklı sulama suyu düzeylerinin yeşil ot verimine etkisi



Şekil 4.19. Farklı sulama suyu düzeylerinin kuru madde verimine etkisi

Buna göre her iki deneme yılında benzer şekilde sulama suyu arttıkça yeşil ot verimi ve kuru madde verimi artmıştır. Bu nedenle silajlık mısırdaki hem yeşil ot hem de kuru madde veriminde sulama ve sulama suyu en önemli kısıtlayıcı bir girdi

olduğu söylenebilir. Ancak 1.0 ve 1.25 katsayılarına karşılık gelen sulama suyu 2011 yılı için sırasıyla 435 mm ve 514 mm, 2012 yılı için ise 459 mm ve 543 mm'dir. Bu farklı miktardaki sulama suyu uygulamalarına karşılık elde edilen yeşil ot ve kuru madde verimleri arasında önemli fark bulunmamıştır (Çizelge 4.25). Bu nedenle ikinci ürün silajlık mısır yetiştiriciliğinde Pan (açık su yüzeyi buharlaşması) buharlaşma miktarının 1.0 katı ya da % 100'ü ıslatma alanı oranıyla (0.65) düzeltikten sonra elde edilen değerler sulama suyu olarak uygulanması uygun bir sulama işletmeciliği ve optimum kuru madde verim elde edilmesi için yeterlidir.

Öte yandan buharlaşma kabından buharlaşan miktar kadar uygulanan sulama suyuna (I_3 konusu) göre; I_1 ve I_2 konularında araştırmanın birinci yılında yeşil ot verimi; % 25 ve % 12 ; ikinci yılında ise % 27 ve % 13, kuru madde verimi değerlerinde ise sırasıyla % 35 ve % 18, ikinci yılda ise % 35 ve % 17 oranında daha düşük olmuştur.

Ayrıca buharlaşma kabından buharlaşan miktarın % 125'i kadar sulama suyu verilen I_4 konusu, I_3 konusuna göre araştırmanın birinci ve ikinci yılında yeşil ot verim değerlerinde sırasıyla % 7 ve % 8 oranında, kuru madde verimi değerlerinde ise sırasıyla % 14 ve % 15 oranında artış saptanmıştır. Ancak bu verimler istatistiki bakımdan önemli bulunmamıştır.

Denemenin birinci yılında elde edilen yeşil ot ve kuru madde verim miktarları özellikle kısıntılı sulama suyunun uygulandığı sulama konularında bir sonraki yıla göre önemsiz düzeyde azda olsa daha düşük bulunmuştur. Bu durumun, söz konusu yıldaki (2012 yılı) sıcaklık değerlerinin yüksek olması ve buna bağlı olarak düşük sulama suyunun uygulandığı konularda bitkinin su stresinden daha fazla etkilenmesi sonucu verimde az da olsa düşüklüğe neden olduğu söylenebilir.

Araştırmada uygulanan sulama suyu miktarı, bazı araştırmacıların uyguladıkları sulama suyu miktarları ile benzerlik göstermesine rağmen diğer araştırmacılar bu çalışmada uygulanan sulama suyu miktarlarından daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu farklılıklar; özellikle farklı sulama yöntemleri, uygulanan farklı sulama programları, toprak ve iklim faktörlerinden ileri geldiğini söylemek mümkündür.

Deneme konularında deneme yıllarına göre mevsimlik su tüketimleri Çizelge 4.28'de verilmiştir. Buna göre sulama suyu miktarı arttıkça bitki su tüketimi de

artmıştır. Çünkü ikinci ürün mısır yetiştirme mevsimi boyunca bitkinin su ihtiyacının nerdeyse tamamı sulama suyundan karşılandığı söylenebilir. Buna neden ise vejetasyon süresince önemsenmeyecek düzeyde az yağış olmasıdır. Deneme konularında en az ve en çok bitki su tüketimi $I_{0.50}$ ve $I_{1.25}$ konularında saptanmış, araştırmanın birinci yılında sırasıyla toplam 354 mm ve 576 mm; çalışmanın ikinci yılında ise sırasıyla 384 mm ve 619 mm bitki su tüketimi gerçekleşmiştir. Diğer konularda gerçekleşen bitki su tüketim değerleri ise bu değerler arasında değişmiştir.

Denemenin birinci yılında bitki su tüketimi en az I_1N_1 konusunda 354 mm, en çok ise I_4N_3 konusunda 576 mm saptanmış, yeşil ot verimi ve kuru madde verim miktarları en düşük I_1N_1 konusunda sırasıyla 5307 kg/da ve 1478 kg/da, en yüksek ise I_4N_3 konusunda sırasıyla 8603 kg/da ve 3068 kg/da elde edilmiştir. Denemenin ikinci yılında ise bitki su tüketimi en az I_1N_1 konusunda 384 mm, en çok ise I_4N_3 konusunda 619 mm saptanmış, elde edilen yeşil ot ve kuru madde verim miktarları ise I_1N_1 konusunda sırasıyla 5478 kg/da ve 1667 kg/da, en yüksek ise I_4N_3 konusunda 9318 kg/da ve 3392 kg/da elde edilmiştir. Diğer deneme konularında tespit edilen bitki su tüketimi miktarları ve kuru ot verimi bu değerler arasında değişmiştir.

Önceden yapılan çalışmalarda ise, sulama yöntemi, iklim koşulları ve uygulanan sulama programlarına bağlı olarak farklı su tüketim değerleri elde edilmiştir. Kanber ve ark. (1990) Çukurova koşullarında 474-605 mm; Öğretir (1993) Eskişehir koşullarında 659 mm; Yıldırım (1995) Ankara koşullarında 346-940 mm; Tolk ve ark. (1998) yarı kurak İspanya koşullarında 387-587 mm; Sezgin ve ark. (1998) Aydın koşullarında 556-931 mm; Caverro ve ark. (2000) 505-568 mm; İstanbulluoğlu ve ark. (2002) ise Trakya koşullarında 353-586 mm; Dağdelen ve ark. (2006) Aydın koşullarında 174-568 mm; Payero ve ark. (2006) Nebraska koşullarında 366-625 mm arasında değiştiğini saptamışlardır. Hem bu çalışmada hem de literatürlerdeki bilgilere göre mısırdaki su tüketiminin geniş aralıklarda değiştiği görülecektir. Buna neden ise, daha önceki bölümde verilen sulama suyundaki farklılıklara benzer şekilde yetiştirilen mısırın coğrafi bölgesi, ana veya ikinci ürün olup-olmaması, iklim, toprak koşulları ve en önemlisi de uygulanan sulama yöntemine bağlı olarak değişebileceği mümkündür.

A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşan miktar kadar sulama suyu uygulandığı, I_3N_1 , I_3N_2 ve I_3N_3 sulama konularının bitki su tüketimi (ETc) denemenin birinci yılında sırasıyla 496, 498 ve 500 mm, ikinci yılında ise 521, 531 ve 538 mm olarak gerçekleşmiştir. Buna göre azotun farklı sıklıkta uygulamasının bitki su tüketimi üzerine etkisi fazla olmamıştır. Mısırın yetiştirme sezonu boyunca A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşan miktarın % 125'i kadar sulama suyu uygulanan I_4N_1 , I_4N_2 ve I_4N_3 sulama konularının deneme yıllarında, mısır bitkisinin mevsimlik bitki su tüketimi (ET), sırasıyla 560, 571 ve 576 mm ve 590, 595 ve 619 mm; A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşan miktarın % 75'i kadar sulama suyu uygulanan I_2N_1 , I_2N_2 ve I_2N_3 sulama konularının deneme yıllarında, mısır bitkisinin mevsimlik bitki su tüketimi (ET), sırasıyla 428, 427 ve 430 mm ve 460, 457 ve 468 mm; A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşan miktarın % 50'si kadar sulama suyu uygulanan I_1N_1 , I_1N_2 ve I_1N_3 sulama konularının deneme yıllarında, mısır bitkisinin mevsimlik bitki su tüketimi (ET), sırasıyla 354, 357 ve 360 mm ve 384, 388 ve 392 mm olarak belirlenmiştir.

Deneme yıllarını birlikte değerlendirildiğinde, denemenin yürütüldüğü birinci yılın, ikinci yıla oranla, daha yağışlı olmuş ve ortalama sıcaklık değerleride daha düşük gerçekleşmiştir. Buna göre, daha düşük düzeydeki sulama konularından $I_{0.50}$ ve $I_{0.75}$ toprak nem içeriğinin bir sonraki yıla oranla, sırasıyla 8 ve 5 gün daha geç solma noktasının altına düşmesine sebep olmuştur. Araştırmanın, birinci yılında deneme konularından I_1N_1 , I_1N_2 ve I_1N_3 'de 15.09.2011 tarihinde (Çizelge 4.29), I_2N_1 , I_2N_2 ve I_2N_3 ise 10 gün sonra yani 25.09.2011 tarihinde, solma noktasının altına düşmüştür. Araştırmanın, ikinci yılında ise deneme konularından I_1N_1 , I_1N_2 ve I_1N_3 'de 07.09.2012 tarihinde (Çizelge 4.30), I_2N_1 , I_2N_2 ve I_2N_3 ise 13 gün sonra yani 20.09.2012 tarihinde solma noktasının altına düşmüştür. Araştırmanın yapıldığı yıllarda buharlaşan miktarın %100'ü ve buharlaşan miktarın % 125'i sulama suyu uygulanan $I_{1.25}$ sulama konularında toprak nem içeriği solma noktasının altına düşmemiştir. Ancak hasada doğru I_3N_3 ve I_4N_3 konularında da solma noktası sınırına yaklaşmıştır. Deneme yıllarında topraktaki su içeriğinde kısmen de olsa bir değişim gözlenirken $I_{1.00}$ ve $I_{1.25}$ sulama konularının diğer konulara göre ($I_{0.50}$ ve $I_{0.75}$) daha yüksek nem içeriğine sahip olduğu saptanmıştır. Bu durum ise bu konularda neden

daha yüksek verim alındığını da göstermektedir. $I_{1.00}$ ve $I_{1.25}$ sulama düzeylerinde N_3 konusunun solma noktasına yaklaşması, Çizelge 4.28 incelendiğinde N_3 konusunun bitki su tüketimi miktarının N_1 ve N_2 konularına göre daha yüksek olması ile açıklanabilir.

Yığışımlı (birikmiş) sıcaklıkları aynı olan deneme yıllarında bile iklimsel parametrelerin mevsim içerisindeki dağılımlarında görülen sapmalardan dolayı araştırma yıllarındaki su tüketimlerinin farklı olabileceği belirtilmiştir (Heuvelink, 1989). Bunun yanı sıra, kıştan kalan su, yağış, sulama sayısı ve araştırma yıllarında iklim parametresinden dolayı yıllar arasındaki su tüketim miktarlarının farklı olmasına neden olabilir. Anılan çizelgelerden görüleceği gibi, daha düşük düzeydeki sulamalarda mevsimlik bitki su tüketim değerleri daha yüksek düzeydeki sulamalara kıyasla daha düşük bulunmuştur.

Farklı bölgelerde yürütülen çalışmalar sonucunda elde edilen bitki su tüketim değerleri ile bu çalışmada elde edilen değerler arasında kısmen de olsa bir farklılık bulunurken, aynı alanda yapılan çalışmalarda bulunan değerler ile kısmen de olsa benzerlikler göstermektedir. Aynı bitkinin farklı iklimlerdeki ve bölgelerdeki mevsimlik su tüketimleri farklı olabilmektedir. Anılan farklığa iklim etmeni, bitki çeşidi, toprak özellikleri, sulama programları ve yöntemlerindeki farklılıkların neden olduğu söylenebilir (Baştuğ, 1987).

Sonuç olarak araştırma yıllarında aynı sulama konularında azot gübresi farklı dönemlerde uygulandığından dolayı mevsimlik ve yığışımlı su tüketim miktarları yetiştirme sezonu boyunca çok azda olsa farklılık göstermiştir. Bitki su tüketimi bitkinin vejetatif gelişme döneminde düşük, ancak tepe püskülü çıkarma döneminde maksimum düzeye ulaşmaktadır.

4.8.2. Su-Verim İlişkisi

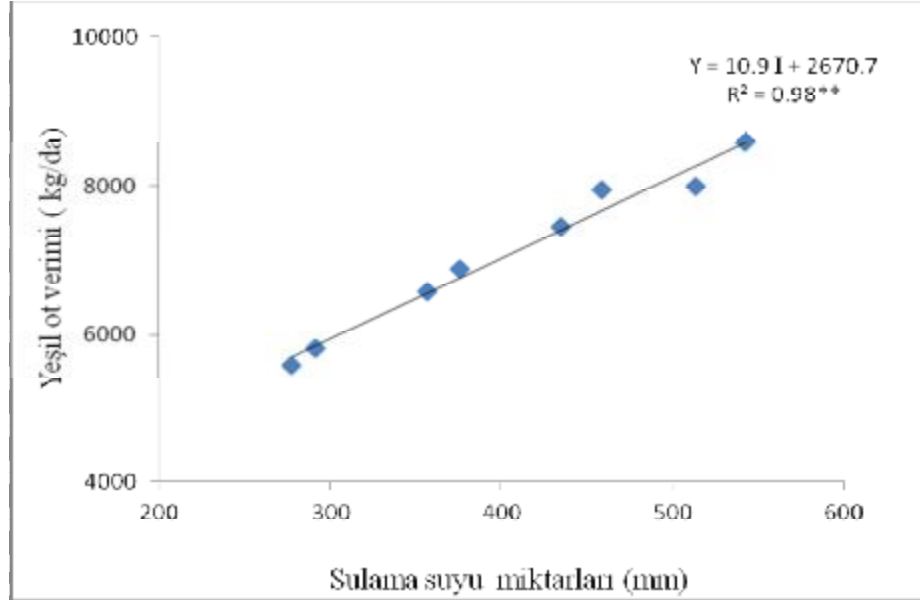
Deneme yıllarına ait uygulanan sulama suyu miktarlarına karşılık elde edilen yeşil ot ve kuru madde verimleri Çizelge 4.31’de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Deneme konularına göre uygulanan sulama suyu miktarlarına karşılık elde edilen yeşil ot-kuru madde verimleri (kg/da), 2011 ve 2012

Sulama suyu düz.	Sulama suyu (mm)			Yeşil ot verimi (kg/da)			Kuru madde verimi (kg/da)		
	2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama	2011	2012	Ortalama
I _{1(0.50)}	278	292	285	5581	5814	5697	1595	1764	1679
I _{2(0.75)}	357	376	366	6576	6889	6733	2014	2274	2144
I _{3(1.00)}	435	459	447	7450	7950	7700	2462	2722	2592
I _{4(1.25)}	514	543	529	7985	8588	8286	2801	3121	2961

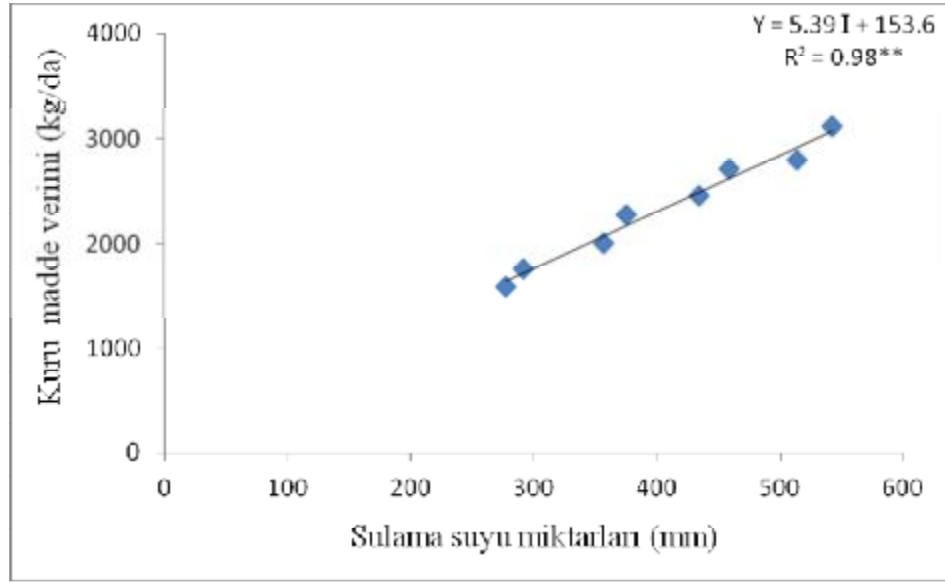
Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktar ile elde edilen yeşil ot ve kuru madde verimi (kg/da) değerlerinden yararlanılarak su-verim ilişkisine ait regresyon analizi yapılmıştır. Deneme yıllarına göre, konular arasında intereaksiyon meydana gelmemiştir. Sulama suyu ve azot uygulama sıklığının etkisi birbirinden bağımsız olmuştur. Ayrıca, 2011 ve 2012 yıllarında sulama suyunun verim üzerindeki etkisi ve uygulanan sulama suyu miktarı birbirine yakın olması nedeniyle, iki yılın ortalaması alınarak değerlendirme yapılmıştır. Regresyon analiz sonucunda sulama suyu ile hem yeşil ot hemde kuru madde verimleri arasında istatistiksel bakımdan önemli doğrusal (lineer) ilişki olduğu tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak, sulama suyu–yeşil ot ve sulama suyu–kuru madde verimleri arasındaki ilişkiden yararlanılarak regresyon eşitlikleri tespit edilmiştir. Buna göre; sulama suyu ile yeşil ot verimi arasında $Y=10.9 I+2670.7$ ($r^2= 0.98^{**}$), sulama suyu-kuru madde verimi arasında ise $Y=5.39 I+153.6$ ($r^2=0.98^{**}$) eşitlikleri ile tanımlanan ilişkiler tespit edilmiştir. Eşitliklerde Y: yeşil ya da kuru madde verimi (kg/da), I ise sulama suyu miktarı (mm) göstermektedir. Buna göre sulama suyu yeşil ve kuru madde verimi doğrusal olarak önemli düzeyde arttırmıştır. Sulama suyu arttıkça verim de artmıştır.

Yukarıda verilen eşitliklerden yararlanılarak sulama suyu-yeşil ot verimi (Şekil 4.20) ve sulama suyu-kuru madde verimi (Şekil 4.21) ilişkisini gösteren grafikler oluşturulmuştur.



Şekil 4.20. Deneme yıllarında uygulanan sulama suyu ile elde edilen yeşil ot verimi arasındaki regresyon ilişkisi, (2011-2012)

Şekil 4.20'de verilen yeşil ot verimi-sulama suyu miktarı regresyon analiz grafiğinde görüleceği gibi Pan katsayısı 1.00 (Class A Pan'dan buharlaşan miktar kadar su vermek) olan I_3 konusuna 2011 yılında 435 mm sulama suyu uygulamasında 7450 kg/da (Çizelge 4.31), 2012 yılında ise 459 mm sulama suyu uygulamasında 7950 kg/da (Çizelge 4.31) olarak elde edildiği görülmektedir. Sulama suyundan yapılacak % 25 kısıntının (2011 yılında: 357 mm, 2012 yılında 376 mm su uygulanması) verimi sırasıyla % 12 ve % 13 düzeyde, % 50 kısıntının (2011 yılında: 278 mm, 2012 yılında 292 mm su uygulanması) verimi sırasıyla % 25 ve %27 oranında verimi azaltacağı, Pan Katsayısı 1.25 yani Class A Pan'dan (buharlaşıma kabı) buharlaşan miktarın % 125'i kadar sulama suyu verilen I_4 konusunda (2011 yılında: 514 mm. 2012 yılında 543 mm su uygulanması) verimi 2011 yılında % 7, 2012 yılında ise % 8 düzeyde verimi artıracığı belirlenmiştir.



Şekil 4.21. Deneme yıllarında uygulanan sulama suyu ile elde edilen kuru madde verimi arasındaki regresyon ilişkisi, (2011 ve 2012)

Şekil 4.21'de verilen kuru madde verimi-sulama suyu miktarı regresyon analiz grafiğinde görüleceği gibi Pan (açık su yüzeyi buharlaşması) Katsayısı 1.00 (Class A Pan'dan buharlaşan miktar kadar su vermek) olan I_3 konusuna 2011 yılında 435 mm sulama suyu uygulamasında 2462 kg/da (Çizelge 4.31), 2012 yılında ise 459 mm sulama suyu uygulamasında 2722 kg/da (Çizelge 4.31) olarak elde edildiği görülmektedir. Sulama suyundan yapılacak % 25 kısıntının (2011 yılında: 357 mm, 2012 yılında 376 mm su uygulanması) verimi sırasıyla % 18 ve % 17 düzeyde, % 50 kısıntının (2011 yılında: 278 mm, 2012 yılında 292 mm su uygulanması) ise verimi deneme yıllarında % 35 oranında verimi azaltacağı Pan (açık su yüzeyi buharlaşması) Katsayısı 1.25 yani Class A Pan'dan (buharlaşma kabı) buharlaşan miktarın % 125'i kadar sulama suyu verilen araştırma yıllarında I_4 konusunda (2011 yılında: 514 mm, 2012 yılında 543 mm su uygulanması) verimi 2011 yılında % 14, 2012 yılında ise % 15 oranında verimi artıracığı belirlenmiştir.

Şekil 4.20'de verilen yeşil ot verimi-sulama suyu miktarı regresyon analiz grafiğinde birim suyla (1 mm) elde edilen verim en yüksek, I_1 konuda ;19.9, en düşük ise I_4 konuda; 15.7, Şekil 4.21'de verilen kuru madde verimi-sulama suyu miktarı regresyon analiz grafiğinde birim suyla (1 mm) elde edilen verim en yüksek, I_1 konuda;5.9, en düşük ise I_4 konuda; 5.6 olarak tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, suyun düşük düzeyde uygulandığı I_1 koşullarında % 50 oranında daha az sulama suyu yeşil ot veriminde; 2011 yılında % 25, 2012 yılında ise % 27, I_2 koşullarında ise % 25 oranında daha az sulama suyu uygularken 2011 yılında % 12, 2012 yılında ise % 13 oranında bir azalma olmuştur. Daha yüksek sulama suyu düzeylerinde bitki kökleri su ve bitki besin maddelerini daha çok üst katmanlardan sağlar. Ancak su stresi olduğunda, bitki su ve besin maddelerini bulabilmek için bitki kökleri daha derinlere inmektedir (Rhoads ve Bennett. 1990). Derinlere inen köklerin toprağın alt katlarında yer alan besin maddelerinden yararlanmaktadır. Bu nedenledir ki hem daha yüksek sulama suyu düzeylerinde hem de fertigasyonda (sulama ile birlikte azotlu gübrenin verilmesi) azotlu gübrenin düşük dozlarda daha sık aralıklarla bitkiye verilmesi verimi maksimize etmiştir.

Kısıntılı sulama mısır bitkisinin vejetatif gelişimini ve özellikle yaprak alanını azaltmakta böylece transpirasyonu düşürmeye yönelmektedir. Daha düşük sulama suyu uygulandığı $I_{1(0.50)}$ ve $I_{2(0.75)}$ konularda bitki gelişim parametreleri $I_{3(1.00)}$ ve $I_{4(1.25)}$ konusuna göre istatistiksel açıdan önemli düzeyde daha düşük değerler göstermiştir. Denemenin her iki yılı sonuçlarına göre, uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça yeşil ve kuru madde veriminde artış olduğu, ancak daha fazla su uygulanması durumunda ekonomik açıdan verimde önemli bir artış elde edilemediği söylenebilir. Mısır bitkisinde gerek sulama yönteminin gerekse yöntemin gerektirdiği sistem tertibinin seçilebilmesi için yapılabilecek ekonomik analizlerde araştırma sonucu elde edilen su-verim ilişkisi kullanılabilir.

4.8.3. Sulama Suyu Kullanım Etkinliği ve Toplam Su Kullanım Etkinliği

Deneme yıllarında bitkiye uygulanan birim suya karşılık elde edilen kuru madde verimi (kg/da) değerlerinin göstergesi olarak kullanılan sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) ve mevsimlik bitki su tüketimine karşılık elde edilen kuru madde verimi (kg/da)'nin göstergesi olan toplam su kullanım etkinliği (WUE) değerleri sırasıyla Çizelge 4.32 ve 4.33'de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Deneme konularına göre sulama suyu kullanım etkinliği ve toplam su kullanma etkinliğine ait sonuçlar, (2011)

Sulama suyu seviyeleri	Azot gübresi uyg.sıklığı	Kuru ot verimi (kg/da)	I (mm)	ET (mm)	IWUE (kg/da/mm)	WUE (kg/da/mm)
I _{1(0.50)}	N ₁	1478	278	354	5.3	4.2
	N ₂	1639		357	5.9	4.6
	N ₃	1669		360	6.0	4.6
I _{2(0.75)}	N ₁	1905	357	428	5.3	4.5
	N ₂	1943		427	5.4	4.6
	N ₃	2193		430	6.1	5.1
I _{3(1.00)}	N ₁	2241	435	496	5.1	4.5
	N ₂	2311		498	5.3	4.6
	N ₃	2833		500	6.5	5.7
I _{4(1.25)}	N ₁	2574	514	560	5.0	4.6
	N ₂	2762		571	5.4	4.8
	N ₃	3068		576	6.0	5.3

Çizelge 4.33. Deneme konularına göre sulama suyu kullanım etkinliği ve toplam su kullanma etkinliğine ait sonuçlar, (2012)

Sulama suyu seviyeleri	Azot gübresi uyg.sıklığı	Kuru ot verimi (kg/da)	I (mm)	ET (mm)	IWUE (kg/da/mm)	WUE (kg/da/mm)
I _{1(0.50)}	N ₁	1667	292	384	5.7	4.3
	N ₂	1725		388	5.9	4.4
	N ₃	1899		392	6.5	4.8
I _{2(0.75)}	N ₁	2139	376	460	5.7	4.7
	N ₂	2287		457	6.1	5.0
	N ₃	2395		468	6.4	5.1
I _{3(1.00)}	N ₁	2388	459	521	5.2	4.6
	N ₂	2640		531	5.7	5.0
	N ₃	3139		538	6.8	5.8
I _{4(1.25)}	N ₁	2845	543	590	5.2	4.8
	N ₂	3125		595	5.8	5.3
	N ₃	3392		619	6.2	5.5

Araştırmanın birinci yılında elde edilen en yüksek ve en düşük IWUE değerleri sırasıyla I₃N₃ sulama konusunda 6.5, I₄N₁ sulama konusunda 5.0 kg/da/mm, araştırmanın ikinci yılında ise elde edilen en yüksek IWUE değeri I₃N₃ konusunda 6.8, en düşük ise I₃N₁ ve I₄N₁ konularında 5.2 kg/da/mm olarak belirlenmiştir.

Araştırmanın ilk yılında deneme konuları için elde edilen en yüksek ve en düşük WUE değerleri ise sırasıyla I₃N₃ sulama konusunda 5.7 kg/da/mm, I₁N₁ 4.2 kg/da/mm olarak belirlenmiştir. Diğer sulama konularında ise bu değerler arasında değişmiştir. Araştırmanın ikinci yılında ise deneme konuları için elde edilen en yüksek ve en düşük WUE değeri sırasıyla I₃N₃ sulama konusunda 5.8 kg/da/mm, I₁N₁ 4.3 kg/da/mm olarak belirlenmiştir. Diğer sulama konularında ise bu değerler arasında değişmiştir.

Çizelge 4.32 ve 4.33'den görüleceği üzere çalışmanın birinci ve ikinci yılında IWUE ve WUE değerleri benzer bulunmuştur. Bu durum, birim sudan bitkilerin yararlanma ve verime etki düzeyinin benzer olduğunu göstermektedir. Maksimum verim en fazla sulama suyu uygulamasında elde edildiği için nispi olarak su kullanım etkinlikleri arasında çok büyük farklar elde edilmemiştir. Çünkü, genel olarak daha

düşük sulama suyu uygulamalarında su kullanım etkinliği daha yüksek aşırı sulama uygulamalarında ise su kullanım etkinliğini nispi olarak daha düşük gerçekleştir (Çetin. 1996).

Gençoğlu (1996), uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça IWUE değerinin azaldığını bildirmişlerdir. Özgürel ve Pamuk (2003), sulama suyu etkinliğinin sulama programlarına bağlı olarak 1.78-2.55 kg/da/mm olarak tespit etmişlerdir. Trejo ve ark. (2006), Meksika koşullarında toprakaltı damla sulamada silajlık mısırdaki hesaplanan WUE (2.9 kg/da/mm) değeri karık sulama yöntemlerinin uygulamasında elde edilenden (2.0 kg/da/mm) daha yüksek bulunmuştur. Benzer çalışmalarda WUE değerleri Kuşçu (2010), 0.75-1.62 kg/da/mm; Öktem (2006). 1.07-1.43 kg/da/mm; Öktem (2008b). 1.18-1.62 kg/da/mm arasında tespit etmişlerdir.

Sonuç olarak denemenin birinci ve ikinci yılında IWUE ve WUE değerleri benzerlikler gösterdiği saptanmıştır. Denemenin uygulandığı yıllarda I_1 , I_2 , I_3 ve I_4 sulama suyu düzeyleri içerisinde en yüksek; IWUE ve WUE değerleri azotun daha sık uygulandığı I_1N_3 , I_2N_3 , I_3N_3 ve I_4N_3 konularında elde edilmiştir. Bunun nedeni azot gübresi her sulamada eşit miktarda uygulandığı N_3 alt konusunda elde edilen kuru ot veriminin diğer konulara göre daha yüksek olmasına bağlanabilir. Mısırın maksimum azot ihtiyacı çiçeklenme döneminde (tepe püskülü çıkarma başlangıcı) olmakta ve bu dönemde uygulanan azot en iyi sonucu vermektedir (James, 1988). Çiçeklenme döneminde mısırın fizyolojik aktivitesi çok yüksektir. Bu dönemde yaşanacak su ve azot yetersizliği verimi çok etkiler (Ritchie ve Hanway, 1984).

Bu araştırma sonucu IWUE ve WUE değerleri yukarıda farklı çalışmalarda verilen değerlere göre daha yüksek düzeyde elde edildiği görülecektir. Mısır hızlı büyüyen, yüksek yaprak alan indeksine sahip, yüksek boylu bir bitki olması, birim sulama suyu ve gübreden daha fazla ve etkin yararlanmaktadır. Araştırma bölgemizin diğer bölgelere göre kıyaslandığında, nispi olarak sıcaklıkların ve güneşlenme süresinin daha yüksek olması, uygun bir sulama programı ve gübreleme durumunda daha yüksek yeşil ot ve kuru ot elde edilmesini sağlamaktadır. Açıklanan bu durum ve nedenler, sulama suyu ve toplam su kullanım etkinliğinin de daha yüksek olmasını sonuçlamıştır.

4.9. Ekonomik Analiz

Ekonomik analiz, silajlık mısır yetiştiriciliğinde optimum (en ekonomik) uygulamanın ortaya konulması bakımından önemlidir. Deneme konularına göre ekonomik analiz ve değerlendirme yapılarak konuların hem ilk yatırım masrafları ve hem de işletme masrafları ve diğer üretim giderleri göz önüne alınarak, Gayri Safi Üretim Değeri (GSÜD)'den üretim maliyetini çıkarılarak net gelirin bulunması ile değerlendirme yapılmıştır (Erkuş ve ark., 1995; İnan, 2001).

Deneme konuları gereği, farklı sulama suyunun uygulanması ve fertigasyon yöntemi ile azotlu gübrenin farklı uygulama sıklığı üretim girdi ve maliyetlerine de farklı yansıyacaktır. Bu durum gözönüne alınarak deneme konularına göre farklı sulama suyu miktarının maliyeti fertigasyon uygulama sıklığı ise özellikle işçilik maliyetine yansıyacaktır. Deneme sonucuna göre her iki yılda da deneme konularının toplam yeşil ot ve kuru madde verimine etki düzeyleri benzer olmuştur. Buna göre iki yılın ortalaması alınarak uygulanan sulama suyu miktarı; yeşil ot ve kuru madde verimlerine göre ekonomik analiz yapılarak hangi uygulamanın daha fazla net gelir sağlandığı tespit edilmiştir.

Ekonomik analiz için, farklı birim alanlar göznüne alınarak net gelir hesaplanmıştır. Buna göre, 1 da, 10 da, 50 da ve 100 da için ayrı ayrı hesaplama yapılarak, maliyet Çizelgesi ve verileri Ek-Çizelge 2'de verilmiştir. Belirtilen birim alanlar için, deneme konularına göre üretim girdi ve maliyetlerine göre net gelir ya da çıktı/girdi (fayda/masraf) oranları Çizelge 4.34'de verilmiştir.

Çizelge 4.34. Slajlık mısırdamla sulamanın alan büyüklüğüne göre net gelir (TL/da) ve çıktı/girdi oranları sonuçları

Sul. suyu düz.	Azot güb. uyg.sık	1 da		10 da		50 da		100 da	
		Net gelir	Çıktı/girdi	Net gelir	Çıktı/girdi	Net gelir	Çıktı/girdi	Net gelir	Çıktı/girdi
I _{1(0.50)}	N ₁	323	0.66	3907	0.93	29014	2.54	62338	3.36
	N ₂	391	0.80	4584	1.10	32399	2.83	69108	3.73
	N ₃	392	0.81	4602	1.10	32490	2.84	69290	3.74
I _{2(0.75)}	N ₁	457	0.91	5244	1.20	35707	2.90	75734	3.72
	N ₂	488	0.97	5559	1.27	37283	3.02	78885	3.88
	N ₃	573	1.14	6402	1.47	41500	3.37	87319	4.29
I _{3(1.00)}	N ₁	519	1.00	5860	1.29	38776	2.93	81879	3.70
	N ₂	586	1.13	6529	1.44	42124	3.18	88576	4.00
	N ₃	796	1.53	8630	1.90	52628	3.98	109584	4.95
I _{4(1.25)}	N ₁	604	1.12	6697	1.42	42997	3.04	90311	3.77
	N ₂	703	1.30	7693	1.63	47977	3.39	100273	4.19
	N ₃	805	1.49	8712	1.84	53069	3.75	110455	4.61

Çizelge 4.34’de görüleceği çıktı/girdi oranı alanlara göre en yüksek I₃N₃ gibi konusunda sırasıyla 1.53, 1.90, 3.98 ve 4.95 olarak bulunmuştur. Damla sulamada çıktı/girdi oranı gibi alan büyüdükçe artmıştır. Alan arttıkça basınçlı sulama sistemlerinde yıllık sulama masraflarının nispeten azaldığı ortaya çıkmaktadır. Bu sonuç, Tekinel ve ark. (1982), sonuçları ile uyum içersindedir.

Araştırmada verim artışından ve özellikle bakım ve üretim girdileri ile çıktı/girdi oranına göre 50 da ve daha büyük alanlarda pan buharlaşmasının 1.0 katı ve azotun her sulama eşit dozda tepe püskülü dönemine kadar uygulanan I₃N₃ konusunun karlı olduğu görülmektedir.

Günümüzde yürütülen mısırdamla sulama sistemlerinin özendirilmesine yönelik düşük faizli kredi uygulamaları üretim ve sistemin yaygınlaştırılmasına yönelik olumlu yönelimlerdir. Çok yönlü kullanım alanı bulunan mısırın yetiştirilmesi ve üreticiye yönelik karlılığın artırılması için desteklemelerden yararlanan üreticilerin artması yararlanmayanların da teşvik edilmesi gerekmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma ile, Diyarbakır koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen silajlık mısır bitkisinde, damla sulama ile farklı sulama düzeylerinin ve fertigasyonda farklı dönemlerde uygulanan azotlu gübrenin verim ve verim özelliklerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, bu çalışma 2011 ve 2012 yıllarında, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre yürütülmüştür. Deneme konularında, ana konuları 5 günlük pan buharlaşmasından elde edilen buharlaşma miktarına göre farklı sulama suyu düzeyleri ($I_1:0.50$, $I_2:0.75$, $I_3:1.00$ ve $I_4:1.25$), alt konuları ise fertigasyonda azotlu gübrenin farklı uygulama sıklığı (N_1 :azotlu gübrenin %20'si ekimde, %40 bitki 6-7 yapraklı olduğu dönemde diğer %40 ise tepe püskülü döneminden önce, N_2 : azotlu gübrenin %20'si ekimde, %80 her iki sulamada eşit dozda tepe püskülü dönemine kadar, N_3 :azotlu gübrenin %20'si ekimde %80 her sulamada eşit dozda tepe püskülü dönemine kadar) oluşturmuştur.

Deneme sonucunda, her iki yılda da, deneme konularının yeşil ve kuru madde silajlık verime etkisi benzer olmuştur. Sulama suyu arttıkça ve fertigasyonda (sulama ile birlikte gübrenin verilmesi) azot uygulama sıklığı arttıkça verim de maksimize olmuştur. Buna göre, maksimum yeşil ot ve kuru madde verimi; deneme yıllarında ortalama sırasıyla 8960 kg/da ve 3230 kg/da olarak 5 günlük sulama aralığında pan kabından olan buharlaşmanın 1.25 katının uygulandığı (529 mm sulama suyu) ve her sulamada azotun fertigasyonda eşit dozlarda tepe püskülü dönemine kadar uygulandığı konudan (I_4N_3) elde edilmiştir. Ancak, pan (açık su yüzeyi buharlaşması) kabından olan buharlaşmanın 1.0 katı (447 mm sulama suyu) ve yine her sulamada eşit dozda uygulanan azot uygulamasında (I_3N_3) elde edilen verimler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark meydana gelmemiştir. Bu uygulamada ise yeşil ot ve kuru madde verimi sırasıyla 8782 kg/da ve 2294 kg/da olarak elde edilmiştir. En düşük verimler ise en az sulama suyunun uygulandığı (285 mm sulama suyu) ve toplam azotun %20'si ekimde, % 40'ı bitkiler 6-7 yapraklı olduğu dönemde diğer % 40'ı ise tepe püskülü başlangıcında olmak üzere 3 defada verildiği uygulamadan (I_1N_1) alınmıştır. Bu uygulamada yeşil ot verimi 5393 kg/da, kuru madde verimi ise 1573 kg/da olmuştur.

Sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE); en yüksek I_3N_3 konusunda (6.8 kg/da/mm) en düşük ise I_4N_1 konusunda (5.0 kg/da/mm) tespit edilmiştir. Toplam su kullanım etkinliği (WUE) ise, en yüksek I_3N_3 konusunda (5.8 kg/da/mm), en düşük ise I_1N_1 konusunda (4.2 kg/da/mm) olmuştur.

Azot uygulama etkinliği; en yüksek I_4N_3 konusunda 124.5 (kuru madde verimi (kg)/azot miktarı (kg)) en düşük ise I_1N_1 konusunda 65.6 olmuştur. Protein oranı, en yüksek I_1N_1 konusunda % 9.6, en düşük ise I_4N_3 konusunda % 6.9 olarak bulunmuştur. Fazla su uygulanan konularda protein içeriğinin düşmesi beklenen bir durumdur. Çünkü fazla sulama suyu uygulanan konulardaki bitkilerin total N içerikleri de düşük olmuştur. Toplam protein verimi, en yüksek I_3N_3 konusunda 227.2 kg/da, en düşük ise I_1N_2 konusunda 148.5 kg/da olarak bulunmuştur.

Bitki boyu; en yüksek I_4N_3 konusunda 321 cm olarak ölçülmüş, ancak I_3N_3 konusunda buna yakın (309 cm) bulunmuştur. En düşük ise I_1N_1 konusunda 243 cm olarak tespit edilmiştir. Ekonomik analiz sonuçlarına göre, en yüksek net gelir I_4N_3 konusunda 2210 TL/da bulunmuş, ancak I_3N_3 konusunda buna yakın (2198 TL/da) bulunmuştur.

Sonuç olarak, uygulanan sulama suyu düzeyleri ve konular arasındaki farklar esas alındığında, toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilirliği ile optimum bir işletmecilik için silajlık mısır yetiştiriciliğinde, pan kabından olan buharlaşma miktarının 1.0 katı kadar sulama suyunun (447 mm) 5 günde bir verilmesi uygun bulunmuştur. Ayrıca, pan kabından olan buharlaşmanın damla sulama sistemlerinin doğası gereği tüm alanın sulanmaması nedeniyle ıslatma alanı oranının ise %65-70 (0.65-0.70) olarak uygulanması önerilir. Ayrıca, azotlu gübrelemede ise, fertigasyon tekniği ile, her sulamada eşit dozlarda tepe püskülü dönemine kadar (toplam 11 kez) azotun uygulanması verimi maksimize ettiği gibi, azot kullanım etkinliği ve protein oranının da yüksek olmasını sonuçlamıştır. Fertigasyonun gübre uygulama etkinliğindeki yüksekliğinin yanı sıra, verim ve kalitede artış, yıkanma nedeniyle gübre kayıplarında azalış, toprak çözeltisinde gübre konsantrasyonun kontrol edilmesi, gübreleme zamanındaki esneklik ve ayarlanabilirlik , besin elementlerinin kök bölgesine homojen dağılımı gibi önemli avantajları olması hem silajlık mısırdaki verim artışı hem de azot kullanım etkinliğinin daha yüksek olmasını sağlamıştır.

KAYNAKLAR

- ACAR, R.1995. Sulu Şartlarda İkinci Ürün Olarak Bazı Baklağil Yem Bitkileri ve Tahıl Karışımlarını Yetiştirilme İmkanları. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Konya
- AÇIKGÖZ, E. 1995. Yem Bitkileri Ders Kitabı Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Bursa
- ALÇİÇEK, A.; KARAAYVAZ, K. 2003. Sığır besisinde mısır silajı kullanımı. *Animalia* 203: 68-76
- ANAÇ, S., TÜZEL, İ.H., UL, M.A., 1993. Sulama Yöntemleri ve Yeni Gelişmeler. Ege Üniversitesi Yayın Bülteni-14
- ALLEN, T.H., POTTER, K.N., and MORRISON, J.E., 2001. Tillage system, fertilizer nitrogen rate and timing effect on corn yields in the Texas Black land Prairie, *Agron. J.*, 93:1119-1124
- ANGIN, N., KOÇ, M., BARUTÇULAR, C, GENÇEL, B., 2007. İkinci Ürün Mısırdaki Farklı Sulama Zamanlarının Yaprak Alanı Değişimi, Bitki Büyüme ve Verim Üzerine Etkisi. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-27 Haziran. Erzurum (Sunulu Bildiri).
- ANONYMOUS, 1992. Şanlıurfa DSİ 15. Bölge Müdürlüğü
- ANONYMOUS, 2011. Şanlıurfa GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü
- ANONYMOUS, 2011. Diyarbakır DSİ 10. Bölge Müdürlüğü
- ANONYMOUS, 2012. Diyarbakır Meteoroloji Müdürlüğü
- ANONYMOUS, 2013. TÜİK. www.tuik.gov.tr
- ANONYMOUS, 2013 . FAO. <http://faostat.fao.org>
- AYDIN, H., 1991. Çukurova koşullarında II. Ürün Mısır Bitkisinde (Zea mays L.) Değişik Azot Dozları ve Sıra Arası Mesafelerin Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. ADANA (67 s.)
- AYDIN, İ., UZUN, F. 1995. Samsun Ekolojik Şartlarında II. Ürün Olarak Yetiştirilen, Silajlık Mısırdaki Kuru Ot ve Ham Protein Verimi Üzerine Sıklık ve Biçim Zamanının Etkisi OMÜ, Ziraat Fak. Dergisi 10 (1): 15- 21. Samsun.

- BAHTİYARCA, Y., ÇUFADAR, Y. 2003. Konya İli Yem Bitkileri Üretimi .Ulusal I. Konya Ekonomisi Sempozyumu . 401- 409, Konya.
- BAŞTUĞ, R., 1987. Çukurova Koşullarında Pamuk Bitkisinin Su- Üretim Fonksiyonlarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana (S. 120).
- BERGEZ, J.E., DEUMIER, J.M., LACROIX, B., LEROY, P. AND VVALLACH, D. 2002. Improving Irrigation Schedules by Using A Biophysical and A Decisional Model. European Journal of Agronomy, 16: 123-135
- BIGERIEGO, M., HAUCK, R.D., and OLSON, R.A., 1979. Uptake, Translocation And Utilization of ¹⁵N-Depleted Fertilizer in Irrigated Corn. Soil Sci. Soc. Am.J., 43:528-533
- BLACK, O.A., 1957. Soil-Plant Relationships. John Wiley and Seas Ins, New York
- BOZ, B., 2001. Çukurova Kosullarında Maize Bitki Büyüme Modelinin Test Edilmesi. Ç.Ü. Fen Bil. Enst., Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 59s., Adana
- BOZKURT, Y., 2005. Çukurova Koşullarında Damla Yöntemiyle Sulanan İkinci Ürün Mısır Bitkisinde Optimum Lateral Aralığının Belirlenmesi. Ç.Ü. Fen Bil. Enst, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı,Yük. Lis.Tezi, 70s., Adana.
- BREMNER, J.M. 1965 Inorganic Forms of Nitrogen in C.A. Black Methods Soil Analysis Part 2. Agronomy 9:1200 am.Soc. of Agron., Madison
- BRAUNWOVTH, JR. W.S. and Mack, H.J. 1989. Crop-Water Production Functions for Sweet Corn. Journal of American Society of Horticulture Science, 114 (2): 210-215.
- CAVERO, J., I. FARRE, P. DEBAEKE AND T.M. FACİ, 2000. Simulation of maize yield under water stress with EPIC phase and Cropwat models. Agron.505-568

- CERİT, İ., BOLAT, A., UÇAK, A.B., TÜRKAY, M.A., SARIHAN, H. 2011. Bazı At Dişi Mısır (*Zea mays indentata* Sturt) Çeşitlerinde Dane Verimi ve Bazı Tarımsal Özelliklerin Saptanması. Türkiye 9. Tarla Bitkileri Kongresi. 12-15 Eylül 2011. Bursa. (Poster Bildiri).
- ÇAĞLAR, K. Ö., 1949. Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Sayı:10
- ÇAKIR, R., 2004. Effects of Water Stres at Different Development Stages on Vegetative and Reproductive Growth of Corn. *Field Crop Res.*, 89(1): 1-16.
- ÇAMOĞLU, G., GENÇ, L., AŞIK, Ş., 2011. Tatlı Mısırdaki (*Zea mays saccharata* Sturt) Su Stresinin Fizyolojik ve Morfolojik Parametreler Üzerine Etkisi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 2011, 48(2):141-149 ISSN 1018-8851.
- ÇETİN, Ö., 1996. Harran Ovası Koşullarında İkinci Ürün Mısır Su Gereksinimi. K.H.Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları No: 90/63, Şanlıurfa.
- ÇETİN, Ö., TOLAY, I., 2009. FERTİGASYON: Sulama İle Birlikte Gübreleme. HASAD Yayıncılık, ISBN: 978-975-8377-69-5, İstanbul, 160 S
- ÇETİN, Ö., ÜZEN, N., TEMİZ, M.G., SESSİZ, A., 2013. Güneş Enerjisi Kullanarak Damla Sulama İle Sulanan Pamukta Fertigasyonda Azotlu Gübre Yönetimi. Proje Sonuç Raporu. (10-ZF-166), DÜBAP, Diyarbakır
- DAĞDELEN, N., YILMAZ, E., SEZGİN, 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. *Agr. Water Manage.*, 82: 63-85.
- DAĞDELEN N., 2010. Aydın Koşullarında Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Mısırdaki Kontrollü Kısıtlı Sulama Uygulama Olanaklarının Araştırılması ,ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi ,7 ,1 ,43-53.
- DAHNKE, W.C., FANNING, C., and CATTANACH, A., 1992. Fertilizing Corn Grain, Popcorn, Silage Corn, and Sweet Corn. NDSU Extension Service. SF-722. DAY, G.E., P.

- DEMİRTAŞ, M.N., KIRNAK, H., 2009. Kayısıda Farklı Sulama Yöntemleri ve Aralıklarının Fizyolojik Parametrelere Etkisi. Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Science ISSN 1308-7576 e-ISSN 1308-7584
- DERVİŞ, Ö., 1986, Çukurova Koşullarında Buğdaydan Sonra İkinci Ürün Mısırın (NKPx 610'nun) Su Tüketimi, Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Tarsus Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No: 106, Rapor Seri No:56, Tarsus
- DOORENBOS ve KASSAM, A. H., 1979. Yield Response to Water. Irrigation and Drainage Paper No:33, FAO, Rome, 193 pp
- G. ENCISO, E. SONTAG, Monotone Systems Under Positive Feedback: Multistability and a Reduction Theorem, Systems And Control Letters 51(2):185-202, 2005.
- ERDOĞDU, D., ALTINOK, S., 2002. Silajlık Olarak Yetiştirilen Bazı Atdisi Hibrid Mısır (*Zea mays indentata* Sturt.) Çeşitlerinin Bitkisel Özellikleri ve Yem Verimleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 9 (2) 170-173, Ankara
- ERGÜL, Y., 2008, Silajlık Mısır Çeşitlerinin Önemli Tarımsal ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerinde Araştırma, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Konya
- ERKUŞ, A., BÜLBÜL, M., KIRAL, T., AÇIL, F., DEMİRCİ, R., 1995. Tarım Ekonomisi. Ankara Üni. Ziraat Fak. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 5, Ankara, 298 S
- FERERES, E. AND SORİANO, M.A. 2007. Deficit irrigation for Reducing Agricultural Water Use. Journal of Experimental Botany, 58 (2): 147-159
- FERNANDEZ, R., T., PERRY, R., L. AND FLÖRE, J.A. 1997. Drought Response of Young Apple on Three Rootstocks. II. Gas Exchange, Chlorophyll Fluorescence, VVater Relations and Leaf Abscises Acid J. Amer. Soc. Hort. Sci., 122(6):841-848.

- GARDNER, E.H., HALL, L. F., AND PUMPHREY, F. J., 2000. Field corn Eastern Oregon-East of Cascades. Fertilizer Guide FG 71. Oregon State Univ. Ext. Service.
- GENCEL, B., 2009. İkinci Ürün Mısır Bitkisinde Bitki Su Stresi İndeksini (CWSI) Kullanarak Uygulanacak Sulama Suyu Miktarının Kestirimi Ç.Ü. Fen Bilimleri Ens. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.
- GENCEL, B., 2002. GAP (Güneydoğu Anadolu Projesi) Bölgesinde İkinci Ürün Mısır Bitkisinin Damla Yöntemiyle Sulanması Üzerinde Bir Çahşma, Ç.Ü. Fen Bil. Enst., Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 61 s., Adana.
- GENÇOĞLAN, C, 1996. Mısır Bitkisinin Su Verim İlişkileri, Kök Dağılımı ile Bitki Su Stresi İndeksinin Belirlenmesi ve CERES Maize Bitki Büyüme Modelinin Yöreye Uyumluluğunun İrdelenmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Ens. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.
- GENÇOĞLAN, C. VE YAZAR, A., 1999. Çukurova Koşullarında Yetiştirilen I. Ürün Mısır Bitkisinde Infrared Termometre Değerlerinden Yararlanılarak Bitki Su Stresi İndeksi (CVVSI) ve Sulama Zamanının Belirlenmesi. Tr. J. Of Agriculture and Forestry, TÜBİTAK. 23 s:87-95.
- GONZALEZ, C.E.A. 1998. Water Management in the Americas. Water Resources Development, Vol. 14: 289-291.
- GÖKÇEL, F., 2008. Çukurova Koşullarında Yarı Islatmalı (PRD) ve Kısıntılı Damla Sulama Programlarının II.Ürün Mısır Verimi ve Su Kullanma Randımanına Etkileri. Ç.Ü. Fen Bil. Enst., Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 68s., Adana.
- GUİTJENS, J.C., 1982. Models of Alfalfa Yield and Evapotranspiration. ASCE, Vol.108, No. IR3, p 212-222.
- GÜNEŞ, A. 2004. Karaman Ekolojik Koşullarında Silajlık Hibrit Mısır Çeşitleri ve Sorgum – Sudan Otu Melezlerinin İkinci Ürün Olarak Yetiştirme İmkânlarının Belirlenmesi. S.Ü Fen Bilimleri Enst. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Y. Lisans Tezi, Konya.

- GÜRBÜZ, T., DAĞDELEN, N., YILMAZ, E., AKÇAY, S., 2010. Farklı Damla Sulama Rejimlerinin Mısırdaki Verim, Verim Komponentleri ve Su Kullanım Randımanı Üzerine Etkileri. ADÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi 2010; 7 (2): 25-32.
- HANKS, R.J., 1983 Yield and Water- Use Relationship: An Overview. (Taylor, H.M. ve Ark. Edit.). Limitations to Efficient Water Use in Crop Production. Amer. Soc. Agron., 393-411.
- HERNAN, R., SAINZ, R., HERNÁN, F., ECHEVERRIA, H.E., and PABLO, A.B., 2004. Nitrogen Balanced as Affected By Application Time and Nitrogen Fertilizer Rate in Irrigated No-Tillage Maize. Argon. Jour. Nov/Dec.96,6. pg.1622.
- HEUVELINK, E., 1989. Influence of Day and Night Temperature on The Growth of Young Tomato Plants. Scientia Hort., 38: 11-22.
- HOWELL, T.A., YAZAR, A., SCHNEIDER, A.D., DUSEK, D.A., COPELAND, K.S., 1994. Yield and Water Use Efficiency of Corn in Response to LEPA Irrigation. ASAE Paper No: 94-2098
- HUMPHREYS, L., FAWCETT, B., O'NEILL, C, MUIRHEAD, W. 2005. Maize Under Sprinkler, Drip and Furrow Irrigation. IREC Farmers' Newsletter, No: 170. 4 p.
- IGBADUN, H.E., MAHOO, H.F., TARIMO, A.K.P.R., AND SALIM, B.A., 2006. Crop Water Productivity of An Irrigated Maize Crop in Mkoji Sub-Catchment of The Great Ruaha River Basin, Tanzania. Agr. Water Manage., 85(1-2): 141-150.
- İBRİKÇİ, H., ÜLGER, A.C., ŞEN, H.M., BÜYÜK, G., GÜZEL, N., ÇAKIR, B., İNAN, İ.H., 2001. Tarım Ekonomisi ve İşletmeciliği. T.Ü. Ziraat Fakültesi Öğrencileri için Hazırlanmış Ders Kitabı. 5. Baskı. Yayın Kodu: ISBN 975-93281-0-0. Tekirdağ. Baskı: Avcı Ofset, İstanbul.
- İPTAŞ, S., AVCIOĞLU, R. 1997. Mısır, Sorgum ve Sorgum – Sudanotu Melezi Bitkilerinde Farklı Hasat Devrelerinin Silo Yemi Niteliğine Etkisi .Türkiye Birinci Silaj Kongresi . Hasad Yayıncılık. 42- 52. İstanbul.

- İSTANBULLUOĞLU, A., KOCAMAN, İ and KONUKCU, F. 2002. Water Use-Production Relationship of Maize Under Tekirdağ Conditions in Turkey. Pakistan Journal of Biological Science, 5(3): 287-291.
- JAMES, D. W., HANKS, R. J., JURINAK, J. J., 1982. Modern Irrigated Soils. John Wiley and Sons, Inc. USA. (235) S.
- JAMES, L.G., 1988. Principles of Farm Irrigation System Design. John Wiley and Sons. Inc. New York.
- JONES, C. A., 1985. Grasses and Cereals: Growth, Development and Stress Response. John Wiley&Sons, Inc., New York.
- JUNG, P. E., JR., PETERSON, L.A., and SCHRADER, L.E., 1972. Response of Irrigated corn to time, rate and source of applied N on sandy soils. Agron. J. 64:668-670.
- KACAR, B., 1984. Bitki Besleme. Ankara Üniv, Ziraat Fak Yayınları: 899, Ders Kitabı: 250, s,154-155, Ankara.
- KAMAN, H., 2007. Geleneksel Kısıntılı ve Yan Islatmalı Sulama Uygulamalarına Bazı Mısır Çeşitlerinin Verim Tepkileri. Ç.Ü. Fen Bilimleri Ens. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.
- KANBER, R., YAZAR, A., EYLEN, M., 1990a. Çukurova Koşullarında Buğdaydan Sonra Yetiştirilen İkinci Ürün Mısırın Su-Verim İlişkisi. Tarsus Bölge Topraksu Arş. Ens. Md. Genel Yayın No:173/108, Tarsus.
- KANBER, R., BAŞTUĞ, R., KOKSAL, H., BAYTORUN, N., 1990b. Yields And Comparative Performance Of Different Crop Production Functions of Cotton as Influenced By Deficit Irrigation. Doğa Tr. J. Of Agri. And Forestry, 14: 533-547.
- KANBER, R., KIRDA, C, 1994. Evaluation of Deficit Irrigation Programmes of Cotton, Maize, VVheat and Soybean. International Conference on Land and Water Resources Management in the Mediterranean Region. Volume V Istituto Agronomico Mediterraneo Valenzano Bari Italy. P: 117-133.
- KANBER, R., 1997. Sulama, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 174, Ders Kitapları Yayın No: 52, ADANA

- KANEMASU, E.T., ASRAR. G., YOSHIDA. M., 1985. Remote Sensing Techniques for Assessing VWater Deficits and Modeling Crop Response. HortScience, Vol. 20(6): 1043-1046.
- KANG, S., LIANG, Z., PAN, Y., SHI, P., and ZHANG, J., 2000. Alternate Furrow Irrigation for Maize Production in Arid Area. Aric. Water Manage. 45, 267-274.
- KARA, Ş.M., DEVECİ, M., ÖZBAY, D., ŞEKEROĞLU, N. 1999. Farklı Bitki Sıklığı ve Azot Dozlarının Silaj Mısırdaki Yeşil Ot Verimi ve Bazı Özellikler Üzerine Etkileri Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi (15-18 Kasım). Cilt III. Çayır – Mera Yem Bitkileri ve Yemelik Tane Baklagiller. 172- 177. Adana.
- KARAM, F., BREİDY, J., C. STEPHAN AND ROUPHAEL., 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.
- KARAYİĞİT, 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.
- KARİMİ, Y., PRASHER, S.O., MCNAİRN, H., BONNELL, R.B., DUTİLLEUL, P. AND GOEL, P.K. 2005. Discriminant Analysis of Hyper spectral Data for Assessing Water and Nitrogen Stresses in Corn. Trans.of the ASAE, 48(2):805-813.
- KAYNAŞ, N., ve A. Eriş, 1995. Bazı Nektarin Çeşitlerinde Toprak Su Noksanlığının Biyokimyasal Değişimler Üzerine Etkileri. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 22:35-41.
- KENNY 1986. Effect of Type of Fertilizer an Source of Irrigation Water on N Use in a Maize Crop
- KESKİN, S. 2001. Silajlık Olarak Yetiştirilen Mısır Çeşitlerinde Bitki Sıklığının Verim ve Bazı Komponentlere Etkisi Yüksek Lisans Tezi Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Konya.

- KIRDA, C, KANBER, R., TLC, K., GÜNGÖR, H., 1999a. Yield Response of Cotton, Maize, Soybean, Sugarbeet, Sunflowver and Wheat to Deficit Irrigation. "Crop yield Response to Deficit Irrigation. Edit. C. Kırda, P. Moutonnet, C. Hera, ve N.RT. Nielsen" Chap. 2., Kluvver Academic Pub., London, 21-38 s.
- KIRDA, C, MOUTONNET, P., HERA, C, AND NELSEN , D.R., 1999b. Crop Yield Response to Deficit Irrigation. Kluwer Aca. Pub., Dordrecht, The Netherlands, pp. 258.
- KIRNAK, H. VE DEMRTA, M.N. 2002. Su Stresi Altındaki Kiraz Fidanlarında Fizyolojik ve Morfolojik Değişimlerin Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33(3):265-270.
- KIRNAK, H., GENOğLAN, C, DEğRMENC, V., 2003. Harran Ovası Koşullarında Kısıntılı Sulamanın II. rn Mısır Verimine ve Bitki Gelişimine Etkisi. Atatürk ni. Ziraat Fak. Derg. 34 (2), 117-123, 2003.
- KIRTOK, Y. 1998. Mısır retimi ve Kullanımı. Kocaoluk Basım ve Yayınevi. İstanbul.
- KIZILOğLU, P.M., ŞAHN, U.Y., KUŞLU, T. 2009. Determining Water-Yield Relationship, Water use Efficiency, Crop and Pan Coeffients for Silage Maize in a Semiarid Region. Irrigation Science, 27: 129-137.
- KOÇAK, A. N., 1987. Mısırın insan Gıdası Olarak nemi ve Gıda Endüstrisindeki Yeri. Türkiye Mısır retimnin Gelistirilmesi, Problemler ve zm Yolları Simpozyumu, Tarm, Ankara.
- KORKMAZ, N., 2008. Güney Marmara Koşullarında Mısırın Su Verim İlişkisi. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Tayek 2008 Yılı Tarla Bitkileri Grubu Bilgi Alışveriş Toplantısı Bildirileri.
- KUŞÇU, H., A. KARASU VE M. Z, 2010. Bursa Koşullarında Damla Sulamanın Mısır Verimine Etkisi. I. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, 27-29 Mayıs 2010, Kahramanmaraş.

- LAMBERT , R.J., HOEFT, R.G., GONZINI, L.C., and WARREN, L.L., 1998. Monitoring Nitrogen Use of Corn Hybrids Using Grain Protein Concentration. In:1998 Illinois Fertilizer Conference Proceedings (R.G. Hoeft, ed) pp 97-104.
- LAMM, F.R. AND TROOIEN, T.P. 2001. Irrigation Capacity and Plant Population Effects on Corn Production Using SDI. in Proc. Irrigation Association International Irrigation Technical Conference, Nov. 4-6, San Antonio, Texas, p. 73-80.
- LORENZ, O.A., 1978. Potential Nitrate Levels In Edible Plant Parts. D.R. Nelson and J.G. MacDonalds (eds.) Nitrogen in the Environment: Soil-Plantnitrogen Relationships. Academic Pres, New York, (1978). Pp. 201-209
- MANOR, S., LOVVENGART, A., BRUM, M., HAZAN, A., BAR, I., GEVA, S., 1983. The Technology of Chemigation: Uniformity of Distribution in the Irrigation. 3rd International Conference on Irrigation, 3-6 October, 1983, Tel-Aviv, Israel.
- MANSOURI-FAR, C, SANAVY, S.A.M.M. AND SABERALI, S.F. 2010. Maize Yield Response to Deficit Irrigation During Low. Sensitive Growth Stages and Mitragen Rate Under Seminarid Climatic Conditions. Agricultural Water Management, 97: 12-22.
- MEISINGER, J. J., 1984. Evaluating Plant-Available Nitrogen in Soil Crop-Systems. p.391-416. In R. D. Hauck (ed.) Nitrogen in Crop Production. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- MOLL, R.H., KAMPRATH; E.J. and JACKSON, W.A., 1982. Analysis and Interpretations of Factors Which Contribute to Efficiency of Nitrogen Utilization. Argon. J. 74:562-56.
- MUCHOW, R. C., 1988. Effect of Nitrogen Supply on Comparative Productivity of Maize and Sorghum in a Semi Arid Tropicall Enviroment, III. Grain yield and Nitrogen Accumulation. Field Crops Resaarch, 18;31-43.
- MURULI, B. I. and PAULSEN, G. M., 1981. Improvement of Nitrogen Use Efficiency and its Relationships to Other Traits in Maize. Maydica 26:63-73.

- MUSICK, J.T., PRINGLE, F.B., HARMAN, W.L., STEWART, B.A., 1990. Long-Term Irrigation Trends: Texas High Plains. *App. Eng. Agric.* 6:717-724.
- NEPOLEAN, T., HOSSAIN, F., SINGH, I., NAMRATHA, P.M., KALIYUGAM, S., SREELATHA, D., RANI, T.S., PRASANNA, B.M., GUPTA, H.S. 2011. Application of Genomic Tools to Improve Drought Tolerance in Indian Maize Hybrids. *Book of Extended Summaries for the Eleventh Asian Maize Conference*. 7-11 November 2011. Page 24-26. China.
- NONWOOD, C.A. AND DUMLER, T.J. 2002. Transition to Dryland Agriculture: Limited Irrigated vs. Dryland Corn. *Agronomy Journal*, 94: 310-320.
- OGOLA, J.B.O., WHEELER, T.R. AND HARIS, P.M. 2002. Effect of Nitrogen and Irrigation on Water Use of Maize Crops. *Field Crops Research*, 78: 105-117.
- OLSEN, S.R., C.V. COLE, F.S. WATANABE, and L.A DEAN. 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. *USDA Circular 939*:1-19. Gov. Printing Office Washington D.C.
- OLSON, R.A., DREIER, A.F., THOMPSON, C., and GRABOUSK, P.H., 1964. Using Fertilizer Nitrogen Effectively on Grain Crops. *Nebraska Agric. Exp. Stn. Res. Bull.* SB 479.
- OLSON, R.A., RAUN, W.R., CHUN, Y.S., SKAPP. J., 1986. Nitrogen Management and Interseeding Effects on Irrigated Corn and Sorghum and on Soil Strength. *Agron. J.* 78:856-862.
- ÖĞRETİR, K. 1993. Eskişehir Koşullarında Mısırın Su-Verim İlişkileri (Yayınlanmamış), Ç.Ü. Fen Bilimleri Ens. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.
- ÖKTEM, A., ŞİMŞEK, M., ÖKTEM, A.G., 2002, Deficit Irrigation Effect On Sweet Corn (*Zea Mays Saccharata Sturt*) With Drip Irrigation System in A Semi-Arid Region: I. Water-Yield Relationship. Department Of Field Crops, Faculty Of Agriculture, Harran University, 63200, Şanlıurfa, Turkey.
- ÖKTEM, A., ŞİMŞEK, M., ÖKTEM, A.G., 2003. Deficit Irrigation Effects on Sweet Corn (*Zea Mays Saccharata Sturt*) With Drip Irrigation System in a Semi-Arid Region. I. Water-Yield Relationship. *Agricultural Water Management*, 61(1), 63-74.

- ÖKTEM, A., 2006. Effect of Different Irrigation Intervals to Drip Irrigated dent Corn (*Zea Mays L. indentata*) Water-Yield Relationship. Pakistan Journal of Biological Sciences 9(8): 1476-1481.
- ÖKTEM, A., 2008a. Effect of Water Shortage on Yield, and Protein and Mineral Compositions of Drip Irrigated Sweet Corn in Sustainable Agricultural Systems. Agricultural Water Management, 95(9): 1003-1010
- ÖKTEM, A., 2008b. Effects of Deficit Irrigation on Some Yield Characteristics of Sweet Corn. Bangladesh Journal of Botany 37(2): 127-131.
- ÖNDER, S., KANBER, R., ÜNLÜ, M. VE ÖNDER, D., (2002). Klasik ve Modern Sulama Yöntemlerinin Su Kullanım Randımanlarının İncelenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Antakya Hatay.
- ORAK, A., 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.
- OTEGUI, M.E., ANDRADE, F.H., SUERO, E.E., 1995. Growth, Water Use , and Kernel Abortion of Maize Subjected to Drought at Silking. Field Crops Res. 40 (2), 87-94.
- ÖZGENTÜRK, G., 2001. Çukurova Bölgesinde İkinci Ürün mısır Yetiştiriciliğinde Azotlu Gübre Kullanımının Optimizasyonu. Tarp-1951 Nolu Proje Kesin Sonuç Raporu. TÜBİTAK.
- ÖZGÜREL, M., PAMUK, G., 2003. Mısır Bitkisinin Su-Verim İlişkileri ve Ceres-Maize Bitki Büyüme Modelinin Bölge Koşullarına Uygunluğunun İrdelenmesi Üzerine Bir Araştırma. Proje no: TARP-2340. İzmir
- PANDA, R.K., BEHERA, S.K. AND KASHYAP, P.S. 2004. Effective Management of Irrigation Water for Maize Under Stressed Conditions. Agricultural Water Management, 66: 181-203.
- PAPADOPOULOS, I., 1999. Fertigation: Present Situation and Future Prospects. In: Plant Nutrient Management Under Pressurized Irrigation Systems in Mediterranean Region. (Ed: R.Jyan) of IMPHOS Int. Fertigation Workshop 25-27 April 1999, Jordan, 3-55

- PAYERO, J.O., MELVIN, S.R., IRMAK, S., AND TARKALSON, D., 2006. Yield Response of Corn to Deficit Irrigation in a Semiarid Climate. *Agr. Water Manage.*, 84(1-2): 101-112.
- PAYERO, J.O., TARKALSON, D.D., IRMAK, S., DAVISON, D. AND PETERSEN, J.L. 2009. Effect of Timing of a Deficit-Irrigation Allocation on Corn Evapotranspiration, Yield, Water Use Efficiency and Dry Mass. *Agricultural Water Management*, 96: 1387-1397.pdf Erişim: Mart, 2007.
- RANDALL, G.W., and SCHMITT, M.A., 1993. Best management Practices for Nitrogen Use Statewide in Minnesota. University of Minnesota Extension Service.
- REITEMEIER, R.F., 1951. Soil Potassium. *Advances in Agron.* 3: 113-164.
- RHOADS, F.M., BENNETT, J.M., 1990. Corn in Irrigation of Agricultural Crops *ASAE Agronomy. Monograph No. 30*, 569-596.
- RICHARDS, R.A., (Ed). 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. United States Salinity Laboratory Staff. *Agriculture Handbook 60*, Soil and Water Conservation Research Services. 160s, Riverside, California.
- RITCHIE and HANWAY, 1984. Relationships Between Internode Elongation, Plant Height and Leaf Appearance in Maize Field Crops Research, Volume Issue 3, Pages 135-145.
- RUSSELLE, M.P., DEIBERT, B.J., HAUCK, R.D., STEVANIVIC, M., and OLSON, R.A., 1981. Effects of Water and Nitrogen Management on Yield and ¹⁵N-Depleted Fertilizer Use Efficiency of Irrigated Corn. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 45:553-558.
- SADE, B., 1987. Çumra İlçesi Sulu Şartlarda Bazı Melez Mısır Çeşitlerinin Önemli Zirai Karakterleri Üzerine Araştırmalar. S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- SADE, B., AKBUDAK, M.A., ACAR, R. VE ARAT, E. 2002. Konya Ekolojik Şartlarında Silajlık Olarak Uygun Mısır Çeşitlerinin Belirlenmesi. *Hayvancılık Araştırma Dergisi* 12 (1): 17-22, Konya.
- SAĞLAMTİMUR, T., TANSI, V., BAYTEKİN, H. 1998. Yem Bitkileri Yetiştirme. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 77. Adana.

- SAMMİS, T.W., SMEAL, D. AND WILLIAMS, S., 1988, Predicting Corn Yield Under Limited Irrigation Using Plant Height, Transactions of the ASAE 3 (13), p.830-838.
- SARIKURT, B., 2004. Diyarbakır Sulu Koşullarında II. Ürün Olarak Yetiştirilen Bazı Mısır Çeşitlerinde Verim ve Bazı Tarımsal Karakterler ile Karakterler Arası İlişkilerin Saptanması. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Şanlıurfa.
- SARİMEHMETOĞLU, G., 2007. Farklı Sulama Uygulamaları Altında Mısır Çeşitlerinin Sulama Suyu ve Gübre Kullanım Etkinliği Üzerine Bir Çalışma. Ç.Ü. Fen Bil. Enst., Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 59s., Adana.
- SENCAR, Ö. 1988. Mısır Yetiştiriciliğinde Ekim Sıklığı ve Azotun Etkileri. Cumhuriyet Üniv. Ziraat Fak. Yayınları 6. Tokat.
- SERİN, D., SADE, B., 1995. Farklı Azot ve Potasyum Dozlarının “TTM-813” Melez Mısır Çesidinin (*Zea mays* L. *İndentata*) Dane Verimi, Morfolojik Özellikleri ve Ham Protein Oranı Üzerine Etkileri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 6 (8): 103-115, Konya.
- SEZGİN, F., YILMAZ, E., BOZER, S. VE 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.
- SHAOZHONG, K., WENJUAN, S., ZHANG, J., 2000. An Improved Water-Use Efficiency For Maize Grown Under Regulated Deficit irrigation. Field Crops Research, 67: 207-214.
- SINGH, B., SINGH, Y., LADHA, J.K., BRONSON, K.F., BALASUBRAMANIAN, V., SINGH, J., and KHIND, C.S., 2002. Chlorophyll Meter– and Leaf Color Chart–Based Nitrogen Management For Rice and Wheat In Northwestern India, Agron. J., 94:821-829
- SMITH, M., 1984. Irrigation Scheduling and Water Distribution. Crop Water Requirements International Conference. P: 498-514.
- SOIL SURVEY MANUAL, 1957. Soil Survey Manual. U.S. Dep. Agric. Handbook. No: 18, 1036s.

- SOSEBEA, D., WINDSCHEFFEL, J., DOWGERT, M., 2014. Drip Irrigation Field Corn Netafim Irrigation Inc. Fersno, CA, USA
- SOWERS, K.E., PAN, W.L., MILLER, B.C., And SMITH, J.L., 1994. Nitrogen Use Efficiency of Split Nitrogen Applications in Soft White Winter Wheat. *Agron. J.*, 86:942-948.
- STAN, I. AND NAESCU, V. 1997. Maize Response to Water Deficit. *Romanian Agricultural Research*, 7-8: 77-90.
- STONE, P.J., WILSON, D.R., REID, J.B. AND GILLESPIE, R.N. 2001. Water Deficit Effects on Sweet Corn. I. Water Use, Radiation Use Efficiency, Growth and Yield *Australian Journal of Agricultural Research*, 52 (1): 103-113.
- STUTLER, R.K., JAMES, D. W., FULERTON, T.M., WELLS, R.F., SHIPE, E.R., 1981. Corn Yield Functions of Irrigation and Nitrogen in Central America. *Irrig. Sci.* 2:79-88.
- ŞİMŞEK, M., GERÇEK, S., 2005. Yarı-Kurak Koşullarda Damla Sulamada Farklı Sulama Aralıklarının Mısır Bitkisinin (*Zea mays L. indentata*) Su Verim İlişkilerine Etkisi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 36(1), 77-82, 2005. ISSN 1300-9036. Erzurum.
- ŞİŞMAN, C.B., İSTANBULLUOĞLU, A., 2004. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarım Arazilerinin Sulama Zamanının Model Yaklaşımı İle Planlaması. *Trakya Üniv Fen Bil Derg*, 5(1): 35-41, 2004. ISSN 1302 647X.
- TEKİNEL, O., KAŞKA, N., DİNÇ, G. ve YURDAKUL, O., 1982. Çukurova Koşullarında Turfanda Çilek Yetiştiriciliğinde, Karık, Yağmurlama ve Damla Sulama Metotlarının Karşılaştırılması. *Doğa Dergisi*, 8(1):14-28.
- TOLK, J.A., HOWELL, T.A. AND EVETT, S.R., 1998, Evapotranspiration and Yield of Corn Grown on Three High Plains Soils, *Agronomy Journal*, Vol.90, p. 447-454.
- TORUN, M. 1999. Samsun Şartlarında Silaj için Uygun Mısır. Çeşitlerinin Belirlenmesi Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 14 (1): 19– 30. Samsun.

- TREJO, JAM., MONSİVAİS, G.O.A., RAMİREZ, O.J., GONZALEZ, Z.A., CERDA, R.E., HERNANDEZ, P.M., SOSA, S.E. AND NUNCİO, A.R.. 2006. Effect of Three Driptape Installation Depths on Water Use Efficiency and Yield Parameters in Forage Maize (Zea mays L.) Cultivation. *Tecnica Pecuaria en Mexico*, 44(3): 359-364.
- TURAN, N., YILMAZ, İ. 2000. Van Koşullarında I ve II Ürün Yetiştirilen Bazı Silajlık Mısır Çeşitlerinin Hasıl Verim ve Bazı Verim Unsurlarının Belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 31 (2) : 63 – 71. Erzurum.
- TÜZÜNER, A. 1990. Toprak ve Su Analizleri El Kitabı. Tokb, Köy Hizmetleri Genel Müd., Toprak ve Gübre Araştırma Ens., 374s, Ankara.USSL, 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*, Agriculture Handbook, No:60, 160s., USA.
- UÇAK, A.B., DEĞİRMENCI, FL, GENÇOĞLAN, C, CERİT, İ., AYKANAT, S., KARACA, Ö.F., 2010.Mısır Bitkisinde Farklı Gelişme Dönemlerinde Su Stresinin Verim Üzerine Etkisi. Poster Bildiri. Sulama ve Tarımsal Yapılar Kongresi, 27-29 Mayıs 2010, Kahramanmaraş.
- UL, M.A., 1990. Menemen Ovası Kosullarında II. Ürün Olarak Yetistirilen Mısır Bitkisinin Degisik Gelisim Aşamalarında Uygulanan Sulamaların Verime Etkisi Üzerine Bir Arastırma (Doktora Tezi), E. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova-İzmir
- USSL, 1954. United States Salinity Laboratory Staff, 1954. *Diagnosis and Improvement of Şaline and Alkali Soils*, Agiculture handbook No:60. USDA, (160) S.
- ÜLGER, A. C. 1986. Reaksion Verschiedener Mais-Inzuhtlinien und Hybriden auf Steigendes Stichstoffangebot Dissertation, University Hohenheim, Stuttgart, Germany, 22, No:2, 112-115.
- WEED. D.A.J. AND R.S. KANWAR. 1996. Nitrate and water present in and Leaching From Root-Zone Soil. *Journal of Environmental Quality* 25(4): 709-719.

- WUEST, S.B., and CASSMAN, K.G., 1992. Fertilizer Nitrogen Use Efficiency of Irrigated Wheat: II. Portioning Efficiency Of Preplant Versus Late-Season Application. *Agron. J.*, 84:689-694.
- VURAL, Ç., DAĞDELEN, N., 2008, Aydın Koşullarında Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Cin Mısırın Sulama Programının Oluşturulması ADÜ Ziraat Dergisi 2008; 5(2): 105-113, Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü.
- WILLIAM, J. E., and RANDALL, G. W., 1997. Fate of Fertilizer Nitrogen an Affected by Time and Rate of Application on Corn. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61:1695-1703.
- YAZAR, A., 1990. Utilization of Infrared Thermometry Technique for Assessing Crop Water Stres and Irrigation Scheduling for Soybean. *Dol a Tr.d. of Agriculture and Forestry.* 14:517-533.
- YAZAR, A., SEZEN, S.M., GENCEL, B., 2002. Drip Irrigation of Corn in the Southeast Anatolia Project (GAP) area in Turkey. *Irrig. And Drainage.* 51,293-300.
- YILDIRIM, O., KODAL, S., SELENAY, M.F. VE YILDIRIM, E., 1995, Kısıntılı Sulamanın Verime Etkisi, 5. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, s.347-365, Antalya.
- YILDIRIM, Y. ve KODAL, S., 1995, Ankara Koşullarında Sulamanın Mısır Verimine Etkileri, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ankara.
- YILMAZ, M., 2005. Silajlık Olarak Yetistirilen Bazı Mısır (*Zea mays L.*) Çesitlerinde Azotlu Gübrelemenin Verim ve Bazı Agronomik Özelliklere Etkisi. *GOP. Üniv. Fen Bilimleri Ens. Yüksek Lisans Tezi*, Tokat.
- YURTSEVER, N., 1984. Deneyisel İstatistik Metodları. *Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü, Genel Yayın No: 121, Teknik Yayın No: 56*, Ankara
- YOLCU ve TAN., 2008.Ülkemizde Yem Bitkileri Tarımına Genel Bir Bakış *Tarım Bilimleri Dergisi Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi* 2008 14(3) 303-312

ÖZGEÇMİŞ

1971 yılında Diyarbakır'ın Bismil ilçesinde dünyaya geldi. İlk öğrenimi 1982 yılında Bismil Cumhuriyet İlkokulunda, Orta öğrenimimi 1985 yılında Bismil Ortaokulunda, Lise öğrenimi 1988 yılında Bismil Lisesinde tamamladı. 1990 yılında Dicle Üniversitesi Şanlıurfa Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri bölümünü kazanarak 1995 yılında yüksekokul öğrenimi tamamladı.

1999 yılında Ziraat Bankası Bartın Şubesinde memur olarak görev başladı. 2000 yılında kurum içi yükselme sınavını başarıyla kazanarak Ziraat Mühendisi olarak Hakkari Şubesine atandı.

2001 yılında kurumlar arası geçiş ile Devlet Personel Daire Başkanlığı tarafından Devlet Su İşleri Adana 6. Bölge Müdürlüğüne bağlı Antakya 63. Şube Müdürlüğünde Ziraat Mühendisi olarak atandı. 2002 yılında Devlet Su İşleri Diyarbakır 10. Bölge Müdürlüğü'ne tayin oldu, 2008 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Bölümünde Yüksek Lisans öğrenimimi tamamladı. 2009 yılında görev yaptığı 101 Şube Müdürlüğü'nde İşletme ve Bakım Baş Mühendisliği görevine atandı bu görevimi halen sürdürmektedir, aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalında Doktora öğrenimine başladı ve halen devam etmektedir.

EKLER

Çizelge Ek 1. Deneme Yıllarında, Bitki Vejetasyon Süresince Meydana Gelen Buharlaşma Miktarı (mm)

2011 Yılı		2012 Yılı	
Tarih	Buharlaşma Miktarı (mm)	Tarih	Buharlaşma Miktarı (mm)
25.06.2012	0.0	25.06.2012	0.0
02.07.2011	67.2	30.06.2012	35.2
07.07.2011	52.5	05.07.2012	37.9
12.07.2011	46.3	10.07.2012	50.7
17.07.2011	50.9	14.07.2012	40.3
22.07.2011	36.8	19.07.2012	53.2
27.07.2011	46.8	24.07.2012	56.9
01.08.2011	49.3	29.07.2012	48.2
06.08.2011	50.2	03.08.2012	48.9
11.08.2011	51.4	08.08.2012	47.7
16.08.2011	41.8	13.08.2012	44.3
21.08.2011	46.7	18.08.2012	43.8
26.08.2011	40.3	23.08.2012	49.6
31.08.2011	32.7	28.08.2012	43.8
05.09.2011	36.8	02.09.2012	38.2
10.09.2011	32.3	07.09.2012	40.2
15.09.2011	33.4	12.09.2012	37.7
20.09.2011	32.1	17.09.2012	37.1
25.09.2011	22.1	20.09.2012	22.9
TOPLAM	769.5	TOPLAM	776.4

Çizelge Ek 2. Farklı sulama suyu düzeyleri ve azot gübresi uygulama sıklığında, üretim girdi maliyetleri

Maliyet unsurları	Masraflar			
	1 da/TL	10 da/TL	50 da/TL	100 da/TL
İcar bedeli	80	667	1538	2296
Damla sulama sistemi maliyeti	122	1017	2346	3502
Tohum	30	250	577	861
Gübre bedeli	120	1000	2308	3444
Sulama	13	130	650	1300
İşçilik	31	438	1251	2341
Şoför maliyeti	15	125	405	624
Hasat	15	125	405	624
Tamir bakım	18	150	432	665
Nakliye	12	100	324	499
Ot ilacı	10	83	303	583
İnsektisit ve fungusit	15	125	455	874
1. Sürüm için akar yakıt gideri	10	83	556	1134
2.Sürüm için akar yakıt gideri	6	50	333	680
Tapan çekimi için akar yakıt gideri	6	50	333	680
Ekim işlemi için akar yakıt gideri	6	50	333	680
1.Ara çapa için akar yakıt gideri	6	50	333	680
2.Ara çapa için akar yakıt gideri	6	50	333	680
Maliyet unsurları sonuçları				
Yıllık sabit masraflar	352	2933	6769	10103
Sulama	13	130	650	1300
İşçilik (montaj ve diğerleri)	91	938	2819	4753
Bakım-onarım	25	208	758	1457
Enerji	40	333	2222	4535
Toplam maliyet	521	4543	13218	22148
Sulama suyu miktarlarına göre maliyetler				
I ₁ konusu	486	4182	11430	18550
I ₂ konusu	504	4364	12332	20345
I ₃ konusu	521	4543	13238	22148
I ₄ konusu	539	4729	14134	23950

Çizelge Ek 3. Farklı sulama suyu düzeyleri ve azot gübresi uygulama sıklığında, 1 da'lık alanda ait maliyet sonuçları

Sulama suyu düzeyleri	Azot güb. uyg.sık.	Yeşil ot verimi (kg/da)	Satış fiyatı (TL/kg)	Gayri safi üret.değ. (TL/da)	Üretim masrafları (TL/da)	Net gelir (TL/da)	Çıktı/ Girdi oranı
I _{1(0.50)}	N ₁	5393	0.15	809	486	323	0.66
	N ₂	5844	0.15	877	486	391	0.80
	N ₃	5856	0.15	878	486	392	0.81
I _{2(0.75)}	N ₁	6405	0.15	961	504	457	0.91
	N ₂	6615	0.15	992	504	488	0.97
	N ₃	7178	0.15	1077	504	573	1.14
I _{3(1.00)}	N ₁	6935	0.15	1040	521	519	1.00
	N ₂	7382	0.15	1107	521	586	1.13
	N ₃	8782	0.15	1317	521	796	1.53
I _{4(1.25)}	N ₁	7617	0.15	1143	539	604	1.12
	N ₂	8282	0.15	1242	539	703	1.30
	N ₃	8960	0.15	1344	539	805	1.49

Çizelge Ek 4. Farklı sulama suyu düzeyleri ve azot gübresi uygulama sıklığında, 10 da'lık alanda ait maliyet sonuçları

Sulama suyu düzeyleri	Azot güb. uyg.sık.	Yeşil ot verimi (kg/da)	Satış fiyatı (TL/kg)	Gayri safi üret.değ. (TL/da)	Üretim masrafları (TL/da)	Net gelir (TL/da)	Çıktı/ Girdi oranı
I _{1(0.50)}	N ₁	5393	0.15	8089	4182	3907	0.93
	N ₂	5844	0.15	8766	4182	4584	1.10
	N ₃	5856	0.15	8784	4182	4602	1.10
I _{2(0.75)}	N ₁	6405	0.15	9608	4364	5244	1.20
	N ₂	6615	0.15	9923	4364	5559	1.27
	N ₃	7178	0.15	10766	4364	6402	1.47
I _{3(1.00)}	N ₁	6935	0.15	10403	4543	5860	1.29
	N ₂	7382	0.15	11072	4543	6529	1.44
	N ₃	8782	0.15	13173	4543	8630	1.90
I _{4(1.25)}	N ₁	7617	0.15	11426	4729	6697	1.42
	N ₂	8282	0.15	12422	4729	7693	1.63
	N ₃	8960	0.15	13441	4729	8712	1.84

Çizelge Ek 5. Farklı sulama suyu düzeyleri ve azot gübresi uygulama sıklığında, 50 da'lık alanda ait maliyet sonuçları

Sulama suyu düzeyleri	Azot güb. uyg.sık.	Yeşil ot verimi (kg/da)	Satış fiyatı (TL/kg)	Gayri safi üret.değ. (TL/da)	Üretim masrafları (TL/da)	Net gelir (TL/da)	Çıktı/ Girdi oranı
I _{1(0.50)}	N ₁	5393	0.15	40444	11430	29014	2.54
	N ₂	5844	0.15	43829	11430	32399	2.83
	N ₃	5856	0.15	43920	11430	32490	2.84
I _{2(0.75)}	N ₁	6405	0.15	48039	12332	35707	2.90
	N ₂	6615	0.15	49615	12332	37283	3.02
	N ₃	7178	0.15	53832	12332	41500	3.37
I _{3(1.00)}	N ₁	6935	0.15	52014	13238	38776	2.93
	N ₂	7382	0.15	55362	13238	42124	3.18
	N ₃	8782	0.15	65866	13238	52628	3.98
I _{4(1.25)}	N ₁	7617	0.15	57131	14134	42997	3.04
	N ₂	8282	0.15	62111	14134	47977	3.39
	N ₃	8960	0.15	67203	14134	53069	3.75

Çizelge Ek 6. Farklı sulama suyu düzeyleri ve azot gübresi uygulama sıklığında, 100 da'lık alanda ait maliyet sonuçları

Sulama suyu düzeyleri	Azot güb. uyg.sık.	Yeşil ot verimi (kg/da)	Satış fiyatı (TL/kg)	Gayri safi üret.değ. (TL/da)	Üretim masrafları (TL/da)	Net gelir (TL/da)	Çıktı/ Girdi oranı
I _{1(0.50)}	N ₁	5393	0.15	80888	18550	62338	3.36
	N ₂	5844	0.15	87658	18550	69108	3.73
	N ₃	5856	0.15	87840	18550	69290	3.74
I _{2(0.75)}	N ₁	6405	0.15	96079	20345	75734	3.72
	N ₂	6615	0.15	99230	20345	78885	3.88
	N ₃	7178	0.15	107664	20345	87319	4.29
I _{3(1.00)}	N ₁	6935	0.15	104027	22148	81879	3.70
	N ₂	7382	0.15	110724	22148	88576	4.00
	N ₃	8782	0.15	131732	22148	109584	4.95
I _{4(1.25)}	N ₁	7617	0.15	114261	23950	90311	3.77
	N ₂	8282	0.15	124223	23950	100273	4.19
	N ₃	8960	0.15	134405	23950	110455	4.61