

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BURSA KOŞULLARINDA MISIR BİTKİSİ SU-VERİM
İLİŞKİSİNİN CERES-MAIZE BİTKİ GELİŞME MODELİYLE BELİRLENMESİ**

Dilruba OKAY

**DOKTORA TEZİ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI**

BURSA 2006

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BURSA KOŞULLARINDA MISIR BİTKİSİ SU-VERİM
İLİŞKİSİNİN CERES-MAIZE BİTKİ GELİŞME MODELİYLE BELİRLENMESİ

Dilruba OKAY

DOKTORA TEZİ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Bu Tez 03/11/2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç.Dr. Senih YAZGAN
Danışman

Prof.Dr. İlhan TURGUT
Üye

Doç.Dr.Kemal S. GÜNDOĞDU
Üye

Prof.Dr. Halim ORTA
Üye

Prof.Dr. Ali Osman DEMİR
Üye

ÖZET

Bu çalışmada, DSSAT V3 (Decision Support System for Agrotechnology Transfer version3) programının CERES-Maize bitki gelişme modeli kullanılarak, mısır bitkisinin su-verim ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla, Bursa ve yöresinde yetiştirilen Tector mısır çeşidinin farklı gelişme dönemlerinde uygulanan su kısıntılarının verim ve verim parametrelerinin tahminlenmesinde, modelin yöreye uygunluğu araştırılmıştır.

Bu amaçla, Bursa ili Yenişehir ilçesinde 2004 yılında Tector mısır çeşidine ilişkin tarla denemesi kurulmuş, mısır bitkisinin 4 farklı gelişme döneminde (vejetatif gelişme, tepe püskülü, koçan çıkarma ve süt olum) su kısıntısının olması (toprak nem düzeyinin tarla kapasitesine getirilmesi için gerekli olan suyun % 50'si uygulanmış) ve olmaması (toprak nem düzeyinin tarla kapasitesine getirilmesi için gerekli olan suyun % 100'ü uygulanmış) koşullarında 16 farklı sulama konusu oluşturularak, elde edilen verim ve verim parametreleri model sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Model sonucunda elde edilen tahmini değerler arazi sonuçları ile karşılaştırarak modelin güvenilirliği test edilmiş, sonuçların büyük benzerlik gösterdiği, modelin yöreye uygun olabileceği sonucuna varılmıştır.

Sonuç olarak, modelle elde edilen tane verimi, tane ağırlığı, tane sayısı, yaprak alan indeksi, kuru madde miktarı (biomas) ve hasat indeksi parametrelerinin arazi ölçümleri sonucu elde edilen değerlere yakın olduğu, bu parametrelerin model ile tahminlenebileceği söylenebilir.

ANAHTAR KELİMELEER: CERES-Maize, Bitki Gelişme Modeli, Mısır, Su-Verim İlişkisi

ABSTRACT

In this study, to be able to define relationship between water and yield of corn type called Tector which is grown up in Bursa conditions, a research about yield and prediction of yield of corn model which can be suitable for the district using grow up model of DSSAT V3 (Decision Support System for Agrotechnology Transfer version3).

For this purpose, in 2004 a field experiment had been settled in Yeni şehir Bursa, researching for 4 different grow up periods (vegetative grow up, silking, grain filling and maturity) and under water conditions which are deficiencies of water (which is applied as 50% to get field capacity) and full water (which is applied as 100% to get field capacity) that had been settled in 16 different deficit irrigation. Efficiencies under these conditions are compared with model solutions. The predictions as results of model solutions were compared with field results for testing model solutions correctness, as result it is observed that both solutions were similar and suitability of model to the district is perfect.

As a result, it can be predictable to use model for efficiency calculation that is affected by parameters such as grain yield, grain weight, grain number, leaf area index, biomass and harvest index which are very close to the parameters that are results of model solution.

KEYWORDS: CERES-Maize, Crop Growth Model, Maize, Water-Yield Relationship

İÇİNDEKİLER	Sayfa
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	6
2.1. Mısır Bitkisi	6
2.2. Bitki Su Tüketimi-Verim İlişkisi	20
2.3. Sulama Suyu-Verim İlişkisi	23
2.4. Bitki Benzetim Modelleri ve CERES-Maize Bitki Gelişme Modeli	29
2.5. Genetik Katsayılar	41
3. MATERYAL VE YÖNTEM	42
3.1. Materyal	42
3.1.1. Araştırma Yeri	42
3.1.2. Toprak Özellikleri	42
3.1.3. Sulama Suyunun Sağlanması	44
3.1.4. İklim Özellikleri	44
3.1.5. Bitki Özellikleri	47
3.1.6. Veri Tabanı	47
3.2. Yöntem	48
3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analiz Yöntemleri	48
3.2.2. Toprak Hazırlığı ve Ekim	48
3.2.3. Gübreleme	48
3.2.4. Araştırma Konuları ve Deneme Deseni	49
3.2.5. Toprak Nemi Gözlemleri	53
3.2.6. Sulama Yöntemi ve Uygulanacak Sulama Suyunun Belirlenmesi	58
3.2.7. Nötronmetre Kalibrasyonu	58
3.2.8. Mısır Bitkisine İlişkin Gözlem ve Ölçümler	61
3.2.8.1. Gelişme Dönemleri	61
3.2.8.2. Bitki Boyu ve Yaprak Sayısı	61
3.2.8.3. Yaprak Alanı	62
3.2.8.4. Kuru Madde Miktarı ve Gövde Kalınlığı	62

3.2.8.5.	Koçan Yüksekliği, Koçan Boyu ve Koçan Çapı	62
3.2.8.6.	Koçanda Sıra Sayısı, Sırada Tane Sayısı ve Koçanda Tane Sayısı	63
3.2.8.7.	Taneleme Yüzdesi	63
3.2.8.8.	Tek Koçan Ağırlığı	63
3.2.8.9.	1000 Tane Ağırlığı	63
3.2.8.10.	Tane Ağırlığı	63
3.2.8.11.	Hasat Nemi	64
3.2.8.12.	Toprak Üstü Kuru Madde Miktarı (Biomass)	64
3.2.8.13.	Tane Verimi	65
3.2.9.	Hasat	65
3.2.10.	Hasat İndeksi	66
3.2.11.	Bitki Su Tüketimi	66
3.2.12.	Bitki Üretim Fonksiyonu	67
3.2.13.	Su Kullanım Etkinliği (WUE)	67
3.2.14.	CERES-Maize Bitki Gelişme Modeli	68
3.2.15.	Bitki Genetik Katsayıları	69
3.2.16.	İstatistik Analiz Yöntemleri	69
4.	ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA	71
4.1.	Mısır Bitkisinin Gelişme Dönemleri	71
4.2.	Sulamaya İlişkin Sonuçlar	74
4.3.	Bitki Su Tüketimi	78
4.4.	Tane Verimi	80
4.5.	Bitki Üretim Fonksiyonu	84
4.6.	Mısırın Su Kullanım Etkinliği	85
4.7.	Bitki Boyu ve Yaprak Sayısı	87
4.8.	Kuru Madde Miktarı ve Gövde Kalınlığı	92
4.9.	Koçan Yüksekliği, Koçan Boyu ve Koçan Çapı	95
4.10.	Koçanda Sıra, Sırada Tane ve Koçanda Tane Sayısı	100
4.11.	Taneleme Yüzdesi	103
4.12.	Tek Koçan Ağırlığı	104

4.13. 1000 Tane Ağırlığı	106
4.14. Tane Ağırlığı	107
4.15. Hasat Nemi	109
4.16. Yaprak Alan İndeksi (YAI)	110
4.17. Toprak Üstü Kuru Madde Miktarı (Biomass)	112
4.18. Hasat İndeksi	113
4.19. Arazi Çalışmaları ve CERES-Maize Bitki Gelişim Model Sonuçlarının Karşılaştırılması	114
KAYNAKLAR	127
EKLER	142
TEŞEKKÜR	158
ÖZGEÇMİŞ	159

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Bir Parselin Ayrıntılı Görünümü	51
Şekil 3.2. Deneme Alanının Görünümü	52
Şekil 3.3. Parsellerden Alınan Toprak Örneklerinin Nem İçeriğinin Belirlenmesi	53
Şekil 3.4. Parsellerde Nötronmetre Ölçümleriyle Nem İçeriğinin Belirlenmesi	54
Şekil 3.5. Parsellerde Alüminyum Tüplerin Yerleştirilmesi	55
Şekil 3.6. Parsellerde Nötronmetre Ölçümü	55
Şekil 3.7. Sulamadan Önce 0-30 cm'lik Toprak Katmanı Ağırlık Yüzdesi Cinsinden Nem İçeriğinin Değişimi	56
Şekil 3.8. Sulamadan Sonra 0-30 cm'lik Toprak Katmanı Ağırlık Yüzdesi Cinsinden Nem İçeriğinin Değişimi	56
Şekil 3.9. 0-120 cm'lik Toprak Katmanlarının Hacim Yüzdesi Cinsinden Nem İçerikleri (%)	57
Şekil 3.10. Toprak Profilinin Farklı Derinlikleri için Belirlenen Kalibrasyon Eşitlikleri	60
Şekil 3.8. (Devam) Toprak Profilinin Farklı Derinlikleri için Belirlenen Kalibrasyon Eşitlikleri	61
Şekil 3.11. Parsellerden Örnek Bitkilerin Alınması ve Hasat Alanı	65
Şekil 3.12. Z Testi Kabul ve Red Aralıkları	70
Şekil 4.1. Denemenin Genel Görünüşü ve Bitkinin Çıkış Zamanı	72
Şekil 4.2. Vejetatif Gelişme Dönemi	72
Şekil 4.3. Tepe Püskülü Dönemi	73
Şekil 4.4. Koçan Çıkarma Dönemi	73
Şekil 4.5. Sulamalardan Sonra Topraktaki Mevcut Nem Miktarları	76
Şekil 4.5 (Devam). Sulamalardan Sonra Topraktaki Mevcut Nem Miktarları	77
Şekil 4.6. Sulama Suyu (I) ile Bitki Su Tüketimi (ET) İlişkisi	79
Şekil 4.7. Deneme Parsellerinden Elde Edilen Tane Verimlerinin	81

	Değişimi	
Şekil 4.8.	Sulama Suyu (I) ile Tane Verimi (Y) İlişkisi	83
Şekil 4.9.	Bitki Su Tüketimi (ET) ile Tane Verimi (Y) İlişkisi	83
Şekil 4.10.	Mısır Bitkisinin Mevsimlik Verim Tepki Etmeni	85
Şekil 4.11.	Gelişme Süresince Ortalama Bitki Boyu Değişimi	88
Şekil 4.12.	Hasatta Ölçülen Bitki Boylarının Değişimi	90
Şekil 4.13.	Gelişme Süresince Ortalama Yaprak Sayısı Değişimi	92
Şekil 4.14.	Kuru Madde Miktarının Değişimi	93
Şekil 4.15.	Gelişme Süresince Gövde Kalınlıklarının Değişimi	95
Şekil 4.16.	Yaprak Alan İndeksi Değişimi	111
Şekil 4.17.	Tane Veriminin Arazi Ölçümleri ile Model Sonuçlarının	119
	Karşılaştırılması	
Şekil 4.18.	Sulama Konularına İlişkin Gözlenen ve Hesaplanan	119
	Tane Verimleri	
Şekil 4.19.	Tane Ağırlığının Arazi Ölçümleri ile Model Sonuçlarının	120
	Karşılaştırılması	
Şekil 4.20.	Sulama Konularına İlişkin Gözlenen ve Hesaplanan	120
	Tane Ağırlıkları	
Şekil 4.21.	Tane Sayısının Arazi Ölçümleri ile Model Sonuçlarının	121
	Karşılaştırılması	
Şekil 4.22.	Sulama Konularına İlişkin Gözlenen ve Hesaplanan	121
	Tane Sayısı	
Şekil 4.23.	Yaprak Alan İndeksinin Arazi Ölçümleri ile Model	122
	Sonuçlarının Karşılaştırılması	
Şekil 4.24.	Sulama Konularına İlişkin Gözlenen ve Hesaplanan	123
	Yaprak Alan İndeksi	
Şekil 4.25.	Kuru Madde Miktarının Arazi Ölçümleri ile Model	123
	Sonuçlarının Karşılaştırılması	

Şekil 4.26.	Sulama Konularına İlişkin Gözlenen ve Hesaplanan Kuru Madde Miktarı	124
Şekil 4.27.	Hasat İndeksinin Arazi Ölçümleri ile Model Sonuçlarının Karşılaştırılması	125
Şekil 4.28.	Sulama Konularına İlişkin Gözlenen ve Hesaplanan Hasat İndeksi	125

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Mısırdaki FAO Olum Grupları	7
Çizelge 3.1. Deneme Alanı Topraklarının Bazı Fiziksel Özellikleri	43
Çizelge 3.2. Deneme Alanı Topraklarının Bazı Kimyasal Özellikleri	43
Çizelge 3.3. 2004 Yılı Aylık Ortalama İklim Verileri	45
Çizelge 3.4. Uzun Yıllık Ortalama İklim Verileri (1984-2003)	46
Çizelge 3.5. Parsellere Uygulanan Gübre Miktarları (kg/da)	48
Çizelge 3.6. 0-120 cm'lik Toprak Katmanları Hacim Yüzdesi Cinsinden Nem İçerikleri (%)	57
Çizelge 3.7. Genetik Katsayılar	69
Çizelge 4.1. Bitki Gelişme Dönemleri	71
Çizelge 4.2. Sulama Konularına Her Sulamada Uygulanan Sulama Suyu Miktarları	75
Çizelge 4.3. Sulama Konularından Elde Edilen Dönemsel Bitki Su Tüketimi Değerleri (mm)	79
Çizelge 4.4. Deneme Parsellerinden Elde Edilen Tane Verimleri (kg/da)	80
Çizelge 4.5. Tane Verimi Varyans Analizi Sonuçları	82
Çizelge 4.6. Oransal Su Tüketimi ve Verim Değerleri	84
Çizelge 4.7. Sulama Konularına Göre Mısırın Sulama Suyu ve Toplam Su Kullanım Etkinlikleri	86
Çizelge 4.8. Yetiştirme Mevsimi Boyunca Ortalama Bitki Boyu ve Yaprak Sayısı Değişimi	88
Çizelge 4.9. Ortalama Bitki Boyu Değişimi	89
Çizelge 4.10. Hasatta Ölçülen Bitki Boyları	90
Çizelge 4.11. Hasatta Ölçülen Bitki Boylarının Varyans Analizi Sonuçları	91
Çizelge 4.12. Ortalama Kuru Madde Miktarları (g)	93

Çizelge 4.13. Ortalama Gövde Kalınlıkları (mm)	94
Çizelge 4.14. Sulama Konularına Göre Koçan Yüksekliği, Koçan Boyu ve Koçan Çapı Değerleri	96
Çizelge 4.15. Koçan Yüksekliği Varyans Analizi Sonuçları	96
Çizelge 4.16. Koçan Boyu Varyans Analizi Sonuçları	97
Çizelge 4.17. Koçan Çapı Varyans Analizi Sonuçları	99
Çizelge 4.18. Sulama Konularına Göre Koçanda Sıra Sayısı, Sırada Tane Sayısı ve Koçanda Tane Sayısı Değerleri	100
Çizelge 4.19. Koçanda Sıra Sayısı Varyans Analizi Sonuçları	101
Çizelge 4.20. Sırada Tane Sayısı Varyans Analizi Sonuçları	101
Çizelge 4.21. Koçanda Tane Sayısı Varyans Analizi Sonuçları	102
Çizelge 4.22. Tane/Koçan Oranı Değerleri	104
Çizelge 4.23. Taneleme Yüzdesi Varyans Analizi Sonuçları	104
Çizelge 4.24. Sulama Konularının Tek Koçan Ağırlığı	105
Çizelge 4.25. Tek Koçan Ağırlığı Varyans Analizi Sonuçları	105
Çizelge 4.26. Sulama Konularının 1000 Tane Ağırlığı	106
Çizelge 4.27. 1000 Tane Ağırlığı Varyans Analizi Sonuçları	107
Çizelge 4.28. Sulama Konularının Ortalama Teksel Tane Ağırlıkları	108
Çizelge 4.29. Tane Ağırlığı Varyans Analizi Sonuçları	108
Çizelge 4.30. Sulama Konularındaki Hasat Nemi	109
Çizelge 4.31. Hasat Nemi Varyans Analizi Sonuçları	110
Çizelge 4.32. Sulama Konularındaki Yaprak Alan İndeksi	111
Çizelge 4.33. Sulama Konularındaki Toprak ÜstüKuru Madde Miktarı	112
Çizelge 4.34. Sulama Konularındaki Hasat İndeksi	113
Çizelge 4.35. Hasat İndeksi Varyans Analizi Sonuçları	114
Çizelge 4.36. Denemede Gözlenen ve CERES-Maize Modeliyle	115

Benzetimi Yapılan Sonuçların Hipotez Testi Değerleri

Çizelge 4.36 (Devam). Denemede Gözlenen ve CERES-Maize Modeliyle 116

Benzetimi Yapılan Sonuçların Hipotez Testi Değerleri

Çizelge 4.36 (Devam). Denemede Gözlenen ve CERES-Maize Modeliyle 117

Benzetimi Yapılan Sonuçların Hipotez Testi Değerleri

Çizelge 4.36 (Devam). Denemede Gözlenen ve CERES-Maize Modeliyle 118

Benzetimi Yapılan Sonuçların Hipotez Testi Değerleri

1. GİRİŞ

Dünya üzerinde yaşayan insanların enerji ve protein ihtiyaçlarının büyük bir kısmı tahıllarla karşılanmakta ve tahıllar insanlar için en ucuz enerji kaynağı olmaktadır. Dünyanın bazı yerlerinde toplam enerjinin % 80'i ve toplam proteinin % 50'den fazlası tahıllar tarafından karşılanmaktadır (Anonim 2001a).

Dünyada ve Türkiye'de yıldan yıla nüfusun ve hayvan sayısının hızla artması nedeniyle besin maddelerine olan gereksinimi karşılama sorunu, günümüzde tahıl üretimine önem kazandırmaktadır (Gençoğlan 1996). Dünya tahıl ekilişinde buğday ve çeltikten sonra üçüncü, üretimde ise buğdaydan sonra ikinci sırada yer alan mısır, dünyanın en önemli tahıllarından biri olup, önemi her geçen gün artmaktadır. Dünyada mısır, insan gıdası ve hayvan yemi olarak tüketiminin yanı sıra, sanayide nişasta, şurup, şeker, bira, endüstriyel alkol ve viski yapımında kullanılmaktadır (Anonim 2001a).

Dünyada üretilen mısırın yaklaşık % 27'si insan beslenmesinde ve kullanımında, % 73'ü ise hayvan yemi olarak tüketilmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde üretilen mısırın % 45.9'u hayvan, % 54.1'i insan beslenmesinde kullanılırken, gelişmiş ülkelerde hayvan yeminin payı % 88.9'a ulaşmaktadır (Anonim 2003a).

Dünyada ortalama 138 milyon hektar alanda mısır ekimi yapılmaktadır. Toplam dünya üretimi ortalama 600 milyon ton, ortalama hektara verim ise 4.3 ton'dur. Mısır üretiminde dünyada önde gelen ülkeler Çin, Rusya, Hindistan, Polonya, ABD, Meksika, Brezilya ve Almanya'dır. Mısır üretiminde önde gelen bu ülkeler, dünya üretiminde yarıdan fazla paya sahiptirler. Dünya mısır tüketimi 612 milyon ton ve bu tüketimin yaklaşık 198 milyon tonu ABD, 124 milyon tonu Çin'dedir (Anonim 2003a).

Ülkemizde insanların temel gıda maddesi ekmektir ve ekme yapımında en çok kullanılan tahıllar arasında ilk sırayı buğday almasına rağmen, özellikle bazı bölgelerimizde (Karadeniz) mısır ekmeği de yaygın olarak tüketilmektedir. Mısır bitkisinin, tanesinden ve otsu gövdesinden yararlanılmaktadır. Mısırın taneleri insan beslenmesinde, ekme yapımı ve çerezlik olarak doğrudan kullanıldığı gibi yemeklik sıvı yağ, nişasta, glikoz ve yem sanayiinde de

değerlendirilir. Otsu gövdesi ise hayvan yemi olarak da kullanılmaktadır (Şahin 2001) .

Ülkemizde mısır üretimi, tahıllar arasında buğday ve arpadan sonra üçüncü sırada yer almaktadır. Yurdumuzun hemen hemen her bölgesinde üretim deseni içerisinde yer alan bir bitkidir. Bugünkü üretim ve verim değerleri, yıllık 2-2.3 milyon ton ve üretim miktarı ortalama 430 kg/da dır. Üretim ve verimde 1985 sonrasında % 109'a varan artışlar kaydedilmiştir. Bu artış, kullanılan melez tohumluğu ve araştırma sonuçlarının uygulamaya aktarılmasıyla ortaya çıkmıştır.

Mısır ekim alanları, 2001 ve 2002 yıllarında bir miktar düşüş göstermiş, 2003 yılında ise 575 000 ha'a yükselmiştir. Mısır ekim alanı 2004 yılında rekor artışla 700 000 ha'a ulaşmıştır. Aynı yıllarda mısır üretimi de ekim alanına benzer bir seyir takip etmiş, 2000 yılında 2.3 milyon ton olan mısır üretimi 2001 yılında 2.2 milyon ton, 2002 yılında ise 2.1 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim 2002). Mısır üretimi 2003 yılında 2.8 milyon tona, 2004 yılında ise 3.0 milyon tona yükselmiştir. Bu yıllarda birim alan verimi 410-420 kg/da arasında yaklaşık sabit kalmış olup, sadece 2003 yılında 487 kg/da ile oldukça yüksek gerçekleşmiştir. Türkiye mısır ekim alanında 2003 yılında özellikle de 2004 yılında kaydedilen artışlar; hayvancılığın gelişmesine paralel olarak mısıra olan talep artışı, uygulanan alım ve ithalat politikaları, teşvik uygulamalarının (özellikle silajlık mısırdaki) yanı sıra, Akdeniz ve Ege Bölgelerinde pamuk ekim alanlarının buğday+ikinci ürün mısır tarımına kayması, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde sulama olanaklarının gelişmesine paralel olarak ortaya çıkan ikinci ürün mısır üretim potansiyeli ve Orta Anadolu ve Geçit Bölgelerinin sulanan alanlarında tane ve silaj amaçlı ana ürün mısır yetiştiriciliğinde kaydedilen gelişmelerinde önemli payı olduğu söylenebilir (Sade ve Soylu 2005) .

Nüfus artışına bağlı olarak, gıda tüketiminde beklenen artışlar tarımsal üretim ve pazarlanmasında önemli değişimlere yol açacaktır. Bitkisel üretimdeki artışların birim alan verimindeki artışlarla sağlanacağı ve bu yöndeki çalışmaların her bir bitki için ayrı ayrı ele alınması gerektiği gözden kaçırılmamalıdır. Verim artışının başta çeşit olmak üzere, üretim tekniklerinin iyileştirilmesi, girdi kullanımının yaygınlaştırılması ve tarımda yeni teknolojilerin

uygulanması ile mümkün olacağı bir gerçektir. Tarımda yapılacak araştırmalara önem verilmesi ve giderek azalan tarımsal faaliyetlerin yeniden hızlandırılması zorunludur (Anonim 2001a).

Kurak ve yarı kurak iklim kuşağında yer alan bölgelerde optimum bitki gelişimi yönünden yağışın yetersiz ve dağılışının düzensiz oluşu, mısır tarımında büyük bir risk oluşturmakta ve sulamayı en önemli verim etmeni durumuna getirmektedir. Sulamanın öneminin her geçen gün biraz daha arttırmasına 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).

Söz konusu iklim kuşağında sulama suyuna ve pahalı su kaynaklarına olan talep arttıkça, verim ile sulama suyu arasındaki ilişkiyi ortaya koyan ve optimum sulama işletmeciliğini belirlemede kullanılan su-üretim fonksiyonlarına da gereksinim artmaktadır. Su-üretim fonksiyonu, toprak, iklim ve bitkiye ilişkin etmenlere bağlı olarak değişmektedir. Her bitki için su kullanımı ile verim arasındaki ilişkiyi göstermek amacıyla geliştirilen su-üretim fonksiyonu, belli parametreler ve belirlenen ölçütler içerisinde belirlenmeye çalışılmaktadır (Gençoğlan 1996).

Su-üretim fonksiyonları, sulama sistemlerinin kapasiteleri, sulama programları ve su kullanım etkinliklerinin yorumlanmasında önemli ipuçları vermektedir. Söz konusu fonksiyonlar, bitkilerin su gereksinimlerinin, bitki gelişme modellerinin, su kullanım etkinliklerinin ve sulama programlarının değerlendirilmesi ile su dağıtım işlemlerinin yapılması yanında sulama sistemlerinin planlanmasında, işletilmesinde ve ekonomik analizlerinde de kullanılmaktadır. Ayrıca, bir bitkiyi ekonomik olarak sulamanın yolu, verim ile sulama suyu arasındaki ilişkinin bilinmesine bağlıdır (Howell ve Musick 1984).

Sulama, çevre koşullarını değiştirdiği için dolaylı olarak verim özelliklerini etkilemektedir. Özellikle mısır bitkisi, toprak nem koşullarına karşı oldukça hassas bir bitkidir. Bitkinin su açığı ve bunun bitkide yarattığı stres ve sonuçta bitki büyümesi ve verimde oluşan etkileşim bitki çeşidine ve bitki gelişme dönemlerine göre değişir.

Mevsimlik su tüketimi 500-800 mm arasında değişen mısır bitkisinin, toprakların kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 55'i tüketildiği zaman sulanması halinde yüksek verim ve aynı zamanda kaliteli ürün elde edilebileceği, çiçeklenme ve tane oluşum dönemlerinde yeterli miktarda suyun bitkiye verilmemesi halinde verimde önemli düzeyde azalmalar olabileceği belirtilmektedir (Doorenbos ve Kassam 1979). Bitkideki su eksikliği ve bunun sonucu olarak ortaya çıkan bitki su stresi, su tüketimi ve verim üzerinde önemli etkiye sahiptir. Toprakta kullanılabilir nemin azalışına bağlı olarak, bitkide fizyolojik oluşumlar bozulmakta, büyüme yavaşlamakta, verim ve ürün kalitesi düşmektedir (Korukçu ve Kanber 1981).

Özellikle Marmara Bölgesinde, su kaynaklarının zaman zaman sınırlı olması nedeniyle suyun ekonomik olarak kullanılması gerekmektedir. Ayrıca bu bölgede yeni alanların sulamaya açılması, mevcut sulanabilir alanlarda ikinci ürün yetiştiriciliğinin artması, yer üstü ve yer altı su kaynaklarının kirlenmesi, sulama suyuna olan talebin giderek artmasına neden olmaktadır. Bu durum mevcut su kaynaklarının daha etkin kullanılmasına olanak sağlayacak çalışmaları gündeme getirmektedir (Yılmaz ve ark. 2005a).

Küresel ısınmanın artışına bağlı iklimde meydana gelen değişimler sonucu, su kullanımının önemi dahada artmıştır. Bununla birlikte mısır ekim alanlarının giderek artması, bu bitkinin su ve gübre gereksiniminin yüksek olması, üreticilerin gelecekte su kısıtıyla karşı karşıya kalmalarını kaçınılmaz kılacaktır.

Su kaynaklarının etkin kullanımının yanı sıra uygun biçimde planlanmış sulama programı ile su, enerji ve gübre gibi üretim girdilerinin etkin kullanımları da gerekir. Oldukça zaman alan bu planlamanın yapılmasında günümüzde model yaklaşımları yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu modeller, bitki veriminin değişimini ve su stresinin bağlı verim azalışlarının önceden belirlenmesine de olanak sağlamaktadır.

Yarı kurak iklim kuşağında yer alan Bursa ve yöresinde yoğun olarak yetiştiriciliği yapılmakta olan mısır bitkisinin su-verim ilişkilerini önceden tahminlemede, DSSAT V3.0 programının CERES-Maize bitki gelişme

modelinin, kullanılabilirliği sınanmıştır. Bu amaçla, arazide kurulan denemeden ve modelden elde edilen sonuçlar kurulan hipotez testi ile karşılaştırılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde mısır bitkisine ilişkin genel bilgilerle birlikte, bitki su tüketimi-verim, sulama suyu-verim ilişkisi, CERES-Maize bitki gelişme modeli ve genetik katsayılar ile ilgili yapılmış çalışmalara yer verilmiştir.

2.1. Mısır Bitkisi

Sıcak iklim tahılı olan mısırın (*Zea mays L.*) Gramineae familyasının Maydeae oymağına girdiği ve bu oymak içerisinde sekiz ayrı cinsinin bulunduğu belirtilmektedir (Kün 1985).

Mısır bitkisinin ana vatanı hakkında çeşitli görüşler ileri sürülmektedir. Ancak, bir çok kaynakta bu bitkinin anayurdunun Amerika kıtası olduğu belirtilmektedir (Kün 1985). Mısırın dünyaya yayılması ise bu kıtanın keşfinden sonra olmuştur. Günümüzde üretimi yapılan hibrit çeşitler ilk olarak Amerika'da yapılan ıslah çalışmaları sonucunda elde edilmiş ve 1800'lü yıllarda Avrupa'ya, Güney Amerika'ya, Afrika'ya ve Avustralya'ya götürülmüştür¹.

Ülkemize ise mısır bitkisinin 1600'lü yıllarda Suriye'den getirildiği belirtilmektedir. Ülkemizde 1984 yılında tohumluk üretiminde özel sektör kuruluşlarının faaliyetine izin verilmesi ve 1987 yılında tohumluk dağıtımında devlet tekelinin kaldırılması ile tohumculuk teknolojisinde hızlı bir gelişme gözlenmiştir. Günümüzde yerli ve yabancı firmalar tarafından çok sayıda hibrit mısır çeşidi üretilerek piyasaya sunulmaktadır. Çeşit sayısının çokluğu mısır üreticilerine seçim zorluğu yaratmaktadır. Farklı bölgelerdeki tüm üreticiler için en uygun olarak tanımlanabilecek tek bir çeşit söz konusu değildir. Her üretici kendi koşullarına uyan en iyi çeşidi seçmek durumundadır (Elçi ve ark. 1987).

Dünyada yetiştirilen mısır çeşitleri başlıca 7 grupta incelenir. Bunlar; atdişi mısır (*Zea mays indentata Sturt.*), sert mısır (*Zea mays indurata Sturt.*), cinmısırı (*Zea mays everta Sturt.*), şeker mısır (*Zea mays saccharata Sturt.*), kavuzlu mısır (*Zea mays tunicata Sturt.*), unlu mısır (*Zea mays amylacea Sturt.*) ve mumlu mısır (*Zea mays ceratina Kulesch.*)'dir. Bunlardan en çok

¹ www.tarim.gov.tr/uretim/bitkisel/yetistiricilik_bilgi/misir

yetiştirilenler atdışı mısır ve sert mısırdır. Cinmısır ve şeker mısır çeşitleri ise genellikle çerezlik olarak değerlendirilir. Diğerlerinin fazla ekonomik bir değeri yoktur (Elçi ve ark. 1987). Ülkemizde genelde yetiştirilen mısır çeşitleri; atdışı mısır, sert mısır, cinmısır ve şeker mısırdır. Bunlardan atdışı mısır hibrit çeşitlerin tohumlarının kullanılmasının çiftçiler arasında yaygınlaşmasıyla ekiliş alanı hızla 1980'li yıllardan sonra artış göstermiştir. Sert mısırın ekiliş alanı genellikle Karadeniz Bölgesi gibi mısır unundan ekmek yapılan yerlerde çok yaygındır. Cinmısır ve şeker mısır çerezlik olarak yemek üzere küçük alanlarda ülke genelinde ekilmektedir².

Mısır yazlık olarak yetiştirilen bir bitki olmasına karşın uzun bir ekim periyoduna sahiptir. Ekimden bitkinin fizyolojik olumuna kadar olan toplam sıcaklık istekleri baz alınarak olum gruplarına ayrılmıştır (FAO 100, FAO 300,.....FAO 800). Üretim yapılacak yerin iklim şartlarına göre ve yetiştirilecek çeşidin FAO olgunluk grubuna göre ekim zamanı belirlenmelidir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Mısırdaki FAO Olum Grupları

Olgunlaşma Gün Sayısı	Erkencilik Durumu	FAO Olum Grupları	Toplam Sıcaklık İhtiyacı (°C)
70	Çok Erkenci	100-200	889
75			945
80			1000
85	Erkenci	300-400	1055
90			1110
95			1165
100	Orta	400-500	1220
105			1275
110			1330
115	Geçci	600-700	1385
120			1440
125			1495
130	Çok Geçci	800	1550
135			1605
140			1650

Kaynak: Ülkesel Tohumluk Tedarik, Dağıtım ve Üretim Programı 2005. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı TÜGEM Tohumluk Dairesi Başkanlığı Yayınları

² www.ttae.gov.tr/makaleler/misirtarimi.htm

Ana üründe ekim zamanının belirlenmesinde en doğru ölçüt toprak sıcaklığı olup, ekim derinliğindeki sıcaklığın 10 °C'nin üstünde olması istenir. Toprak sıcaklığı yeterli olmayınca çimlenme gecikir ve tohum zarar görür. İkinci ürün yetiştiriciliğinde olgunluk grubuna göre seçilmiş olan çeşit mümkün olduğu kadar erken ekilmeli ya da bölgelere ve olgunluk gruplarına göre yapılan araştırmalar sonucu belirlenmiş olan en son ekim tarihlerine bakılarak ekimi yapılmalıdır (Anonim 2001a).

Mısır yüksek oranda (% 96) yabancı döllenmiş bir bitkidir. Mısır bitkisinde erkek çiçekler tepe püskülünde, dişi çiçekler ise sap boğumundan çıkan koçanlar üzerinde toplanmıştır. Bir mısır bitkisi 3-5 milyon çiçek tozu vermektedir. Tepe püskülünde, bitkinin koçan püskülü vermesinden 1-3 gün önce çiçeklenme başlar. Nemli ve serin havalar mısırdaki çiçeklenme süresini uzatır, sıcak ve kurak havalar ise kısaltır. Bir bitkinin çiçektozu dönemi 1 hafta ya da 10 gün sürer (Cerit ve ark. 2001).

Bir koçanda püsküllerin çıkışı, hava koşullarına da bağlı olarak, 2-4 günde tamamlanır. Her koçanda 300-1000 püskül oluşur ve polen tozu alıncaya kadar 10-15 gün canlı kalabilir. Koçan üzerinde püsküllerini ilk çıkaranlar orta ve alt başakçıklardır. Üst başakçıklarda püskül gelişmesi daha geçtir. Bu yüzden, koçanın üst ucundaki çiçeklerin tozlanma, döllenme ve tane doldurma olanakları daha kısıtlıdır. Püskül çıkar çıkmaz döllenmeye hazırdır. Koçan püskülü üzerine düşen çiçektozları 5-10 dakika sonra çim borusunu oluşturur ve yumurtalığa doğru uzatmaya başlar. Döllenmeden sonra ilk koçan püskülü pörsür ve kısa zamanda kurur (Cerit ve ark. 2001).

Mısırdaki çiçek tozu dökme ve koçan püskülü çıkarma süresi (çiçeklenme), genotipe ve çevre şartlarına bağlı olarak değişir. Shaw (1988)'a göre, belirli bir çeşit ve belirli bir coğrafi bölge için çiçeklenme, geniş ölçüde hava sıcaklığına bağlıdır. Poehlman ve Borthakur (1969)'un bildirdiğine göre, normal çevre şartlarında çiçek tozu dökme zamanı ile koçan püskülü çıkarma zamanı arasında geçen süre genellikle 1-3 gün olmasına rağmen; Edmeades ve ark. (1990)'a göre, stres ortamlarında özellikle koçan püskülü çıkarma süresinin uzaması ile bu aralık, 1-2 hafta veya daha uzun bir süre olabilir. Bu durumda

koçansız bitki veya seyrek tane tutmuş koçan sayısı artar ve tane verimi bundan olumsuz etkilenir (Dok 2005).

Mısır ılıman ve tropik bölgelerde tarımı yapılan bir bitkidir. Mısır bitkisi, 58° kuzey, 40° güney enlemleri arasında deniz seviyesinden daha alçak yerlerle yüksekliği 4000 metreye kadar olan yerlerde yetişebilmektedir³. Mısır bitkisi 10-11 °C'de çimlenmeye başlayabilir. Toprak sıcaklığı 5-10 cm derinlikte 15 °C'ye ulaştığı zaman çimlenme hızlanır. Sıcak iklim bitkisi olmasına rağmen mısır bitkisi aşırı sıcaklık isteyen bir bitki değildir¹. Mısır bitkisinin yetişmesi için uygun hava koşulları, gündüzleri 24-32 °C sıcaklık ve güneşli günler, 13-14 °C'ye kadar düşen serin geceler, yetiştirme süresince ve özellikle tozlanma zamanı % 50 üzerinde nispi nemdir³.

Çimlenme sırasında, kök ve sap uzama miktarı ile sıcaklığın 10-30 °C arasında yer almasıyla doğrusal bir ilişki vardır. Sıcaklık 32 °C'ye ulaştığında kök ve sap uzamasında ani bir azalma görülür ve sıcaklık 40 °C'ye ulaştığında çimler ölür. Öte yandan sıcaklık 9 °C'nin altına düşerse de kök uzaması durur (Cerit ve ark. 2001).

Mısırın gelişme döneminde günlük ortalama sıcaklık 20 °C'den yüksek olduğunda, erkenci çeşitler 80-110 gün, orta erkenci çeşitlerde ise 100-140 gün arasında olgunlaşmaktadır. Günlük ortalama sıcaklık 20 °C'nin altında ise, çeşide bağlı olarak sıcaklıktaki her 0.5 °C düşüş için olgunlaşma süresi 10-20 gün uzamakta ve sıcaklık 15 °C olduğunda hasada gelmesi 200-300 güne kadar çıkmaktadır. Günlük ortalama sıcaklığın 10-15 °C olduğu soğuk koşullarda koçan tane bağlayamadığından genellikle silajlık olarak yetiştirilmektedir (Doorenbos ve Kassam 1979).

Döllenmeden sonraki ilk birkaç gün, verimi etkileyen diğer faktörler gibi ışıklandırma açısından da bitkiler için kritik bir dönemdir. Bu konuda yapılan araştırmalarda; döllenmeden sonraki ilk 3 günlük dönemde % 90 gölgelenmenin (tam bulutluluk) bir melezin verimini % 25 düşürdüğünü; altı günlük gölgelenmenin % 71 düşürdüğü belirlenmiştir. Gölgelenmeye daha toleranslı bir melezde bile % 16-44 arasında verim azalması belirlenmiştir (Cerit ve ark. 2001).

³ www.cine-tarim.com.tr

Mısır için optimum ve minimum bağıl nem değerleri sıcaklığa ve alınabilen su miktarına bağlı olmakla birlikte, genel olarak nem % 60'ın altına düşmemesi gerekir. Bağıl nemin % 50 düzeylerine indiği ortamlarda bitki, maksimum transpirasyondan sonra stomalarını kapatmak zorunda kalır. Nemin % 75'den % 50'ye düşmesi su tüketimini iki katına çıkartır. Mısır bitkisinin özellikle tozlanma dönemindeki düşük hava neminden olumsuz etkilenmesi tane bağlamayı aksatır ve transpirasyonla su kaybını artırır. Döllenme stresi nem stresiyle birlikte % 6 dişi çiçekteyken her gün için % 3 verim kaybı yaparken, % 75 dişi çiçekteyken her gün için verim kaybı % 7 olduğu belirtilmektedir. Tane doldurma dönemindeki nem stresinden dolayı stresli her gün için verim düşüşü % 4.1 olarak bulunmuştur (Cerit ve ark. 2001).

Mısır bitkisinin toprak seçiciliğinin fazla olmadığı ve hemen her tür toprakta tarımının yapılabileceği konusunda ortak görüşe sahip olan çeşitli araştırmacılar (Kün 1985, Gençdoğan 1996), yine de çok kumlu ya da ağır killi topraklar dışında kalan, organik madde ve kullanılabilir bitki besin maddelerince zengin, derin, iyi drenajlı ve yüksek su tutma kapasitesine sahip toprakların yüksek verim için en uygun olduğunu belirtmektedirler. Aynı araştırmacılar, mısır bitkisinin pH yönünden oldukça geniş sınırlara sahip topraklarda (pH=5.5-8.5) tarımının yapılabileceğini ancak, uygun toprakların hafif asit ya da nötr (pH=6-7) karakterde olduğunu bildirerek, mısırın toprak tuzluluğuna karşı orta derecede duyarlı bitkiler sınıfında yer aldığını vurgulamışlardır.

Doorenbos ve Kassam (1979), toprak tuzluluğunun 1.7 mmhos/cm olduğu durumda tuzluluk nedeniyle verimde herhangi bir azalma olmamasına karşın, tuzluluk 2.5 mmhos/cm olduğunda verimde % 10, 3.8 mmhos/cm'de % 25, 5-8 mmhos/cm'de % 50 oranında azalmalar meydana geldiğini, toprak tuzluluğunun 10 mmhos/cm ve daha fazla olması durumunda ise verim elde etmenin olanaksız olduğunu bildirmişlerdir.

Mısır tarımında toprak işlemenin amacı, iyi bir tohum yatağı hazırlamak, ön bitkiden kalan sap artıklarını gömmek, toprağı havalandırmak, yabancı otları yok ederek toprakta depolanan suyu arttırmaktır². Mısır için toprak işlemede dünyada değişik yöntemler kullanılmaktadır. Ülkemizde mısır genel olarak

geleneksel toprak işleme yöntemi olan pullukla derin sürüm, gerekirse ikileme, diskaro ve tırmık kullanılarak yapılmaktadır (Anonim 2001a).

Mısır ekiminde, ekim zamanı, ekim derinliği ve ekim sıklığı önemli konulardır. Genel olarak ekim zamanı yetiştiricilik yapılacak yörenin yükseltisine göre değişmektedir. Ana üründe ekim zamanının belirlenmesinde en doğru ölçüt toprak sıcaklığı olup, ekim derinliğindeki sıcaklığın 10 °C'nin üstünde olması istenir. Toprak sıcaklığı yeterli olmayınca çimlenme gecikir ve tohum çeşitli şekillerde zarar görür. İkinci ürün yetiştiriciliğinde olgunluk grubuna göre seçilmiş olan çeşit mümkün olduğu kadar erken ekilmeli; bölgelere ve olgunluk grubuna göre yapılan araştırmalar sonucu belirlenmiş olan en son ekim tarihlerine bakılarak ekim yapılmalıdır (Anonim 2001a). Ülkemizde alçak bölgelerde en uygun ekim zamanı Nisan ayı başlarıdır. Orta ve Doğu Anadolu gibi yüksek bölgelerde ise daha geç tarihlerdeki ekim genellikle iyi sonuç verir. Erken ekimin verim arttırıcı etkisi bulunmakla birlikte, erken ekim yaparken bazı önlemlerinde birlikte uygulanması gereklidir⁴. En iyi ekim zamanı toprak ısısına göre belirlenir, çimlenmenin iyi olabilmesi için toprak sıcaklığının 12-15 °C olması istenir⁵.

Mısırdaki ekim derinliği, iklim ve toprak koşullarına göre değişir. Mısır genellikle 2-7.5 cm derinliğe ekilir¹. Ağır bünyeli topraklarda daha yüzlek, hafif bünyeli topraklarda ise daha derine ekilir (Anonim 2001a). Toprak yüzeyinin kuru ve sıcak olması durumunda ekim derinliği arttırılabilir. Örneğin, kuru topraklarda tohumu daha nemli bir ortama bırakmak için killi topraklarda 7.5-8.5 cm, siltli topraklarda 10-11.5 cm ve kumlu topraklarda 12.5 cm derinliğe ekim yapılabilir. Toprak nemi ve sıcaklığının yeterli olduğu topraklarda ve uygun ekim zamanında ideal ekim derinliği 5 cm'dir⁴.

Mısırdaki verimi etkileyen en önemli faktörlerden biri dekardan hasat edilen bitki sayısıdır. Bitki sıklığı; çeşidin özelliği, toprağın verim gücü, sulama durumu ve yetiştirme amacına göre değişmektedir. Orta geçici çeşitler için sıklık, hasat sırasında dekarda 5500-6000 bitkiyi sağlayacak şekilde, sıra arası 65-70 cm, sıra üzeri 20-25 cm olmalıdır (Anonim 2001a). Yeterli suyun olduğu yerlerde erkenci çeşitlerde bitki sıklığının fazla, suyun kısıtlı olduğu yerlerde ve geçici

⁴ www.angelfire.com/space/tarim/misir.html

çeşitlerde bitki sıklığının az olması istenir. Bunu sağlamak için tane iriliğine göre dekara 2-3 kg arasında tohum kullanılmalıdır. Ekilecek tohumun 1000 tane ağırlığı, dekarda istenilen en uygun bitki sayısı ekim normunda etkili olmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucu yüksek verim için en uygun bitki sayısı dekarda 6000-7000 bitki olarak tespit edilmiştir⁵.

Mısır bitkisi ekiminden 8-10 yapraklı durumu alıncaya kadar bakım ister. Bitki 10-15 cm boylandığında seyreltme yapılır. Seyreltmede amaç, ekimde çeşitli riskler göz önüne alınarak fazla tohum atıldığında normal bitki sıklığını sağlamaktır. Seyreltme ile birlikte ilk çapa yapılır. İkinci çapa, bitki boyu 40-50 cm'ye ulaştığında boğaz doldurma ve azotlu gübre verme döneminde yapılır⁶.

Mısır bitkisi yılın en sıcak döneminde yetişen bir bitki olduğundan su tüketimi fazladır. Bunun yanında mısır tarla bitkileri arasında suyu en etkili kullanan, yani birim su ile en fazla kuru madde üreten bir bitkidir⁴.

Mısır bitkisinin iyi bir verim için yetiştirme dönemi boyunca topraktan yaklaşık 500 mm su alması gerekmektedir. 500 mm'lik suyun dağılımının; Mayıs ayında 75 mm, haziran ayında 100 mm, Temmuz ayında 175 mm, Ağustos ayında 100 mm ve Eylül ayında 50 mm olması gerekir. Su ihtiyacının yağışla veya sulama suyuyla karşılanması gerekmektedir. Yazları sıcak geçen günlerde su isteği 500 mm'nin üstüne çıkabilir. Bitki gelişme süresi yaklaşık 125 gün olan bir mısırın tükettiği toplam su miktarı iklime bağlı olarak 400-800 mm arasında değişir⁷.

Mısır bitkisinde iyi bir verimin sağlanması için bitkinin su ihtiyacının tam ve zamanında sağlanması gerekir. Özellikle tepe püskülü çıkarmadan bir hafta önce ile süt olum devresi arasında mısırın su ihtiyacı fazladır. Yapılan araştırmalar çiçeklenme dönemindeki bir haftalık su stresinin, verimi % 50 azalttığını göstermiştir. Yapılacak sulama sayısı, sulama zamanı ve her bir sulamada uygulanacak su miktarı iklim ve toprak koşullarına bağlıdır. Toprak ve bitki yüzeyinden olan potansiyel evaporasyon değerleri bu konuda bize kolaylık sağlar. Potansiyel evaporasyon ile kaybedilen suyun doğal yağışlar ve/veya sulama ile karşılanması gerekmektedir (Anonim 2001a).

⁵ www.tigem.gov.tr/guncel/misirziraati.asp

⁶ www.bahce.biz/bitki/sebze/misir.htm

⁷ www.tigem.gov.tr/guncel/misirsulama.asp

Mısır bitkisi; çimlenmeden 6-8 yapraklı oluncaya kadarki devrede toplam su ihtiyacının % 15'ini, 6-8 yapraklı dönemden çiçeklenmeye kadarki devrede (bu dönemde ikinci azot uygulaması ve boğaz doldurma ile sulama ve çiçeklenmeden bir hafta önce sulama yapmak gerekir) toplam su ihtiyacının % 30-40'ını, döllenenmeden süt olum devresine kadar toplam su ihtiyacının % 35-40'ını (sulama çok önemli bir yer tutar), süt olumdan fizyolojik oluma kadar geçen devrede ise su ihtiyacının % 15'ini kullanır (bu dönem yapılacak sulama tane dolması için gereklidir)⁷.

Mısır, topraktan çok fazla miktarda su ve besin maddesi kaldırır. Ancak mısır, fizyolojik olarak bir C4 (C4 tipi bitkiler grubuna tatlı darı, şeker kamışı, mısır gibi bitkiler dahildir. C4 tipi bitkiler diğer bitkilere göre CO₂ ve suyu daha iyi kullanmakta, kuraklığa dayanıklı olmakta, fotosentez verimleri de yüksektir) bitkisi olduğundan, kullandığı bu su ve besin maddelerine karşılık, birim alanda, çok yüksek oranda kuru madde üretir. Bu özelliğinden dolayı mısırdaki su ve besin maddelerindeki herhangi bir eksiklik, verimde azalışlara yol açar. Bu bakımdan mısırdaki bitki beslemeye ayrıca özen gösterilmesi gerekmektedir. Mısıra verilecek gübre miktarı, toprak ve iklim şartları, çeşit ve bitki sıklığına göre değiştiği gibi ekilişin ana veya ikinci ürün olmasına ve tane üretimi veya silajlık üretim olmasına göre de değişebilmektedir. Mısırın özellikle azotlu gübre isteği çok fazladır (Anonim 2001a). Azotlu gübre gereksinimi büyüme periyodu başlarında çok fazla değilken, ekimin üçüncü haftasında birden artar ve püskül oluşumunun 10 gün öncesinden başlayarak 25-30 gün sonrasına kadar en yüksek düzeye ulaşır⁴. Hibrit çeşitlerle Türkiye'de yapılan araştırmalarda 15-20 kg/da N ve 6-8 kg/da P₂O₅ , 15 kg/da K₂O vermenin yüksek verim sağladığı görülmüştür. Uygulama kolaylığı bakımından azotlu gübrenin yarısı ve fosforun tamamı ekimle birlikte verilmelidir. Azotun kalan kısmı da bitkiler 40-50 cm olduğunda sıra arasına verilerek toprağa karıştırılmalıdır⁵.

Azot, mısır bitkisinde ürün miktarı ve ürün kalitesi üzerinde etkilidir. Azot eksikliği özellikle vejetatif gelişmeye olumsuz etki yaparak vejetatif gelişmenin zayıflamasına neden olduğu gibi generatif gelişmeyi de etkiler⁵. Üreticilerin en fazla kullandığı azotlu gübreler, amonyum sülfat (% 21 N), üre (% 46 N) ve amonyum nitrat (% 26 N)'dir. Bu gübrelerin tümü bitkinin ihtiyacı olan azotu

sağlamalarına karşın özellikleri gereği, toprak asitliğini nötrleştirmek için tuzlu veya alkali topraklarda amonyum sülfat, diğer nötr veya asit karakterli topraklarda ise üre veya amonyum nitrat kullanılmaktadır².

Fosfor eksikliği, daha çok bitkinin gelişmesinin ilk devresinde ortaya çıkar ve gelişmesini çok zayıflatır. Bitkinin toprak üstü kısmı kadar kök sistemi üzerinde de önemli etki yapar, kök oluşumu ve gelişmesini çok zayıflatır. Ayrıca ürün miktarını düşürdüğü gibi kaliteyi de etkilemektedir⁵. Sadece fosfor içermesi yönünden mısır tarımında en çok kullanılan gübre triple süperfosfat (% 43-46)'tır. Toprak analizi sonucu bu gübreye ihtiyaç duyulursa tamamı ekim öncesi toprağa verilip karıştırılır. Yapılan araştırmalarda saf olarak 7-8 kg/da fosforun dekardan en yüksek verimi almada yeterli olduğu görülmüştür².

Potasyum bitkilerde karbonhidrat oluşması ve taşınması için gerekli bir besin maddesidir. Potasyum mısır bitkisinde sap gelişmesini kuvvetlendirdiğinden eksikliğinde, sap iyi gelişemeyerek kırılma ve yatmalar görülür. Bunun dışında potasyum kök gelişimini olumlu etkiler, bitkinin soğuğa dayanıklılığını artırır ve azottan en iyi şekilde yararlanmayı sağlayarak verim düzeyini yükseltir. Bitkinin potasyum eksikliğinin devamlı ve şiddetli olduğu hallerde genç yapraklarda da belirti görülmeye başlar. Potasyum noksanlığı belirtileri diğer bitki besin maddesi noksanlıklarının belirtilerine benzemez yalnız bazı virüslerin ve uygun olmayan iklim faktörlerinin yapraklarda meydana getirdiği belirtilerle karıştırılabilir. Potasyum noksanlığı tane kalitesini de önemli ölçüde etkiler, bitkinin kuraklıktan çok zarar görmesine sebep olur⁵. Genelde Türkiye toprakları potasyum besin maddesi açısından zengindir. Bu nedenle toprak analizleri sonucu tavsiye edilmedikçe potasyumlu gübre kullanmaya gerek yoktur. Eğer toprakta potasyuma gerek duyulursa potasyum sülfat (% 50K) gübresinden ekim öncesi veya ekimle birlikte gübreleme yapılabilir².

Mısır bitkisi, havaların sıcak veya yağışlı gitmesine ve çeşidin erkenciliğine bağlı olarak çiçeklenmeden 45 ile 55 gün sonunda hasat olumuna gelir. Mısır bitkisi hasat olumuna geldiğinde bitkilerin sap ve yaprakları tamamen kuruyup kahverengiye dönüşür².

Mısırdaki hasat olgunluğu tanelerdeki nem oranı ölçülerek belirlenir. Nem ölçme imkanı yoksa tanenin koçanla birleştiği yerde (dibinde) siyah tabakanın

oluşup oluşmadığına bakılır. Siyah tabaka önce tanenin koçanla birleştiği, koçan kısmında başlar ve sonra tanenin dip tarafında oluşur. Bir koçanın olgunlaştığı, koçan ortasındaki tanelerin en az % 75'inin siyah tabakaya sahip olması koşulunda kabul edilir (Cerit ve ark. 2001). Fizyolojik olgunluğa ulaşan mısır taneleri yaklaşık % 35 oranında nem içerir¹. Mısırdaki hasat, koçan kavuzları kuruyup tane rutubeti % 30'un altına düştükten sonra yapılabilir. Hava koşulları uygun ise hasadı geciktirmek, tanedeki rutubetin düşürülmesi yönünden istenir. Hasat biçer döver ile yapılacak ise rutubetin % 20'nin altına düşmüş olması gerekir (Anonim 2001a). Erken hasat genellikle tercih edilen bir durumdur. Böylece sap çürümesi ve rüzgardan dolayı yatma riski azalır, sonbahar yağışlarına yakalanma riski azalır ve hasat kayıpları en aza indirilmiş olur. Erken hasadın en önemli dezavantajı ise, kurutma için daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulmasıdır. Hasadın gecikmesi ürün kaybının artmasına ve kalitenin düşmesine neden olmaktadır (Anonim 2001a).

Mısırdaki önemli verim bileşenleri; koçanda sıra sayısı, sırada tane sayısı, koçanda tane sayısı, bitki boyu, koçan yüksekliği, sap kalınlığı, 1000 tane ağırlığı ve tane/koçan oranıdır. Koçanda tane sayısı, çevre şartlarından oldukça fazla etkilenir (Claasen and Shaw 1970; Hall ve ark. 1981; Dok 2005). Koçanda sıra sayısı, bitki gelişmesinin erken bir döneminde ve oldukça kısa bir süre (yaklaşık 1-2 hafta) içerisinde belirlenir (Dok 2005). Sıradaki tane sayısı, oldukça fazla etkilenen bir verim bileşenidir. Bu karakter çiçeklenmeden yaklaşık 3-4 hafta kadar önce başlayan ve koçan püskülü çıkışından itibaren üçüncü haftanın sonuna kadar devam eden uzun bir dönem içerisinde belirlenir (Dok 2005).

Mısırdaki bitki boyu, koçan yüksekliği ve sap kalınlığı, geniş ölçüde genetik faktörlerin etkisi altındadır. Bununla beraber ışık miktarı ve yoğunluğu, bitki besin maddeleri gibi faktörler de, bu karakterler üzerine etkili olabilmektedir. 1000 tane ağırlığı, çeşit ve çevre şartları tarafından önemli ölçüde etkilenir. Normal mısırlarda (cüce olmayan mısırlarda) bitki boyu ile olgunlaşma süresi arasında olumlu bir korelasyon vardır. Bu sebepten kısa boylu mısırlar genellikle daha erkenci, uzun boylu mısırlar daha geççi olurlar (Uyanık 1984).

Ege bölgesinde üç melez mısır çeşidi ile (TTM 813, TTM 815 ve TTM 81-19) yapılan bir çalışmada çeşitlerin, ekim zamanlarına göre birbirlerinden farklı verimler oluşturduğu; 15 Nisan'dan 1 Haziran'a kadar yapılan ekimlerin verim üzerine etkisi olmadığı, ancak 1 Haziran'dan sonra yapılan ekimlerin verim üzerine olumsuz etki yaptığı; bunun iki nedeninden birincisinin vejetasyon süresi ve ekolojik şartlar, diğerinin ise koçan kurdu zararının olduğu tespit edilmiştir (Konak ve Demir 1987).

Sağlamtimur (1989), Çukurova koşullarında üç değişik mısır çeşidinde, dört farklı ekim zamanı ve üç değişik bitki sıklığını incelediği çalışmada, en yüksek verimin erken ekimlerden elde edildiğini, ekim zamanı geciktikçe verimin azaldığını saptamıştır.

Cesurer (1992), Kahramanmaraş koşullarında ana ürün olarak yetiştirilebilecek yüksek verimli melez mısır çeşitlerini belirlemek amacıyla 19 çeşit ile 1990-1991 yıllarında yürüttüğü araştırmada; G.4522, G.4730, LG.2771, P.3344, P.3377 ve DK.698 mısır çeşitlerinin ana ürün olarak yetiştirilebileceği sonucuna varmıştır.

Turgut (2000), Bursa koşullarında 1995 ve 1997 yıllarında farklı bitki sıklıklarının ve azot dozlarının Merit şeker mısırı çeşidinde taze koçan verimi ile bazı verim öğeleri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Araştırmada sabit olan sıra arası mesafelerinde 10, 15, 20, 25, 30 ve 35 cm sıra üzeri mesafeleri ile 0, 10, 20, 30 ve 40 kg N/da dozları uygulanmıştır. Çalışmada, bitki sıklığının ve azot dozlarının koçan boyu, koçan çapı, koçanda tane sayısı, taze koçan ağırlığı, bitkide koçan sayısı ve taze koçan verimine etkileri önemli bulunmuş, taze koçan verimi bakımından bitki sıklığı x azot dozu interaksyonu da önemli çıkmıştır. Elde edilen bulgulara dayanarak en yüksek taze koçan verimini verecek ekim sıklığını ve en uygun azot dozunu belirlemek için yapılan regresyon analizinde, 21.4 cm x 65 cm (7190 bitki/da) ekim sıklığının ve 28 kg/da azot dozu kombinasyonu en yüksek değerlerin elde edildiği kombinasyon olarak belirlenmiştir.

Kara ve Akman (2002), Isparta ekolojik koşullarında koltuk ve uç alma ile yaprak sıyrmanın mısırdaki verim ve koçan özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 2000 - 2001 yıllarında yürüttükleri çalışmada, ortalama koçan boyu

2000 yılında 20.1-21.1cm, 2001 yılında ise 18.1-21.3 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Turgut ve Balcı (2002), şeker mısırı çeşitlerinde değişik ekim zamanlarının taze koçan verimi ve bazı tarımsal karakterler üzerine etkisini araştırmak amacıyla 1999 ve 2000 yıllarında Bursa'da yürüttükleri çalışmada, 4 ekim zamanı (15 Nisan, 15 Mayıs, 15 Haziran ve 15 Temmuz) ile 4 şeker mısırı çeşidini (Bonanza, Jubilee, Merit ve Reward) kullanmışlardır. İki yıllık sonuçlara göre, ekim zamanları arası farklılıklar bitki boyu, koçan yüksekliği, koçan uzunluğu, tepe püskülü çiçeklenme süresi, taze koçan ağırlığı, bitkide koçan sayısı ve taze koçan veriminde istatistiki olarak önemli çıkmıştır. Ekim zamanlarına göre dekara taze koçan verimi 1653.4 kg/da ile 1954.8 kg/da arasında değişmiştir . 15 Haziran ekimi 1954.8 kg/da değeri ile ekim zamanları içerisinde en yüksek taze koçan verimine sahip olmuştur. Bu ekim zamanını istatistiki olarak aynı grupta yer alan 15 Mayıs (1726.4 kg/da), 15 Temmuz (1679.9 kg/da) ve 15 Nisan (1653.4 kg/da) ekimlerinin izlediğini belirtmişlerdir.

Blumenthal ve ark. (2003), yarı kurak iklim kuşağında yer alan batı Nebraska'da 1995-2000 yılları arasında yürüttükleri çalışmada, 5 farklı bitki popülasyonu (17 300, 27 200, 37 100, 46 900 ve 56 800 bitki/ha) ve 5 farklı N gübre oranı (0, 34, 67, 101 ve 134 kg/ha) uygulayarak deneme parsellerini oluşturmuşlardır. Çalışmada, tane verimi en az 100 kg/ha, en fazla ise 5550 kg/ha olarak elde edilmiş, bitki popülasyonun 17 300'den 27 200'e çıkması durumunda verimin 353 kg/ha daha fazla artış gösterdiği, 27 200 bitki/ha üzerindeki popülasyon artışlarında, verim sonuçlarında bir tutarsızlık olduğu, N gübre oranları ile bitki popülasyonunun birbirlerini etkilemediği sonucuna varmışlardır.

Geren ve ark. (2003), İzmir ekolojik şartlarında, 1997-1998 yılının ikinci ürün yetiştirme sezonunda, farklı ekim zamanlarının (30 Haziran ve 15 Temmuz) değişik mısır çeşitlerinin (C-955, Frassino, HA-646, Molto, Otello, P-3223) bazı morfolojik özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, hasıl ve kuru madde verimiyle ham protein oranı bakımından ekim zamanları ve mısır çeşitleri arasında önemli farklılıklar tespit edildiğini, ham kül oranı bakımından ekim zamanları arasında önemli bir farklılık bulunmamasına

karşılık, mısır çeşitleri arasında farklılık oluştuğunu belirtmişlerdir. Kuru madde oranları yönünden ekim zamanlarının ve mısır çeşitlerinin etkili olmadığını, 30 Haziran ekimleri ile C-955 ve P-3223 mısır çeşitlerinin diğer çeşitlere ve ekim zamanlarına göre daha verimli olduğu sonucunu elde etmişlerdir.

Öktem ve ark. (2004), şeker mısırın Güneydoğu Anadolu bölgesinde en uygun ekim zamanını belirlemek amacıyla 2000 ve 2001 yıllarında Şanlıurfa'da yürüttükleri çalışmada; 25 Nisan, 10 Mayıs, 25 Mayıs, 10 Haziran, 25 Haziran, 10 Temmuz, 25 Temmuz, 10 Ağustos ekim zamanları ele alınmıştır. Ekim zamanları arasında her iki deneme yılında da taze koçan verimi, tepe püskülü çiçeklenme süresi, koçan çapı, koçanda tane sayısı, taze tek koçan ağırlığı ve koçan kavuz oranı bakımından istatistiki önemde (**P < 0.01) farklılıklar belirlenmiştir. En yüksek taze koçan verimi 2000 ve 2001 deneme yıllarında (177.51 ve 172.30 kg ha⁻¹) 25 Temmuz; en düşük değerler ise (18.24 ve 15.53 kg ha⁻¹) 25 Nisan ekim zamanında belirlenmiştir. Taze koçan verimi her iki deneme yılında da erken ekim zamanlarında (25 Nisan-25 Haziran) düşük bulunmuştur.

Eşiyok ve ark. (2004), 2003 yılında İzmir ili Bornova ve Menemen ilçelerinde ve Aydın ili Çine ilçesinde, bazı şeker mısırı çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerini belirlemek amacıyla üç bölgede yürüttükleri araştırmada, 10 şeker mısır çeşidi kullanılmış; kavuzlu ve kavuzsuz koçan ağırlığı, koçan randımanı, bitki başına koçan sayısı, koçanda sıra sayısı, sırada tane sayısı, suda çözünür kuru madde miktarı, etüvde kuru madde miktarı ve renk değerleri belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, çeşitler ve bölgeler arasında koçan çapı, ve bitki başına koçan sayısı hariç incelenen tüm parametreler bakımından istatistiki farklılık bulunduğunu, en yüksek verimin 2137 ve 2018 kg/da ile GH 2547 ve ACX 232 çeşitlerinden ve Menemen koşullarından elde edildiğini belirtmişlerdir. En yüksek koçan randımanının ise % 73.55 ile ACX 1072 çeşidinden elde edildiğini ve suda çözünür kuru madde miktarlarının % 14.54 ile 17.82 arasında yer aldığı sonucuna varmışlardır.

Dok (2005), 10 tek melez mısır çeşidinin (TTM 8119, TTM 815, LG 55, LG 2777, MF 714, PX 9540, PX 74, XL 72AA, G 4207 ve C 7993) Harran Ovasında ana ve ikinci ürün şartlarındaki performanslarını belirlemek amacıyla

1993 yılında yaptığı çalışmada, ana ürün olarak ekildiğinde 129 günde olgunlaşan çeşitler, ikinci ürün olarak ekildiğinde 151 günde olgunlaştığı sonucunu elde etmiştir. Çeşitler arasında % 50 çiçeklenme gün sayısı, bitki boyu, koçan yüksekliği, 1000 tane ağırlığı ve tane verimi yönünden hem ana ürün hem de ikinci ürün mısır yetiştiriciliğinde; koçanda tane sayısı ve koçan uzunluğu yönünden ana ürün mısır yetiştiriciliğinde; tane/koçan oranı yönünden ise sadece ikinci ürün mısır yetiştiriciliğinde istatistiksel yönden önemli bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. Ana ürün mısır yetiştiriciliğinde tozlanma ve döllenmeyi olumsuz yönde etkileyen iklim faktörlerinin, ikinci ürün şartlarında önemsiz olduğu ve böylece çeşitlerin potansiyel verim seviyelerine ulaşabildiğini belirtmiştir.

Öktem (2005), Harran Ovası ikinci ürün koşullarında 17 adet atdışi hibrit mısır genotipi ile tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak 2002 ve 2003 yıllarında yürüttüğü çalışmada, tane verimi yanında, koçan uzunluğu, koçan kalınlığı, koçanda sıra sayısı, sırada tane sayısı ve koçanda tane sayısı gibi koçan özelliklerini de incelemiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda; incelenen bütün özellikler bakımından her iki deneme yılında da genotipler arasında istatistiki önemde farklılıklar olduğu belirlenmiştir. İki yıllık araştırma sonuçlarına göre; Pegaso, Sır, Doge, Rx. 788, Maverik, BC 723 ve DK 743 gibi genotiplerde dekara 1000 kilogramın üzerinde verim elde edilmiştir. Pegaso, Sır ve Doge genotiplerinin diğer genotiplere nazaran daha yüksek verimli olduğu için Harran Ovası ve benzer ekolojilerde öncelikle önerilebilecek genotipler olduğu belirtilmiştir.

Özyiğit ve Bilgen (2005), 2001 yılında farklı hasat devrelerinin mısırdaki yeşil yem verimi, kuru madde verimi, kuru madde oranı, koçan verimi ve koçan kuru madde verimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla Antalya ekolojik koşullarında yürüttükleri denemede, 3 mısır çeşidi (Ant 90, TTM 8119, Ant Bey) kullanılmış ve 3 farklı hasat dönemi (süt olum, hamur olum, fizyolojik olum (tam olum) dikkate alınmıştır. En yüksek yeşil ot veriminin 2561.67 kg/da ile Ant Bey çeşidinden tam olum döneminde elde edildiğini, en düşük verimi ise süt olum döneminde hasat edilen Ant 90 çeşidinden 1546.67 kg/da ile elde ettiklerini bildirmişlerdir. Yine Ant Bey çeşidinde 662.51 kg/da ile en yüksek kuru madde

verimini elde ederken, TTM 8119 çeşidinin 364.88 kg/da ile en düşük değeri verdiğini, kuru madde oranı bakımından ise Ant 90'nın % 28.50 ile tam olgunluk döneminde en yüksek değeri verdiğini, Ant bey çeşidinden % 18.63 ile süt olum döneminde en düşük değerini elde edildiğini belirtmişlerdir.

Saruhan ve Şireli (2005), Diyarbakır'da dört farklı azot dozu (kontrol, 10, 20 ve 30 N kg/da) ve üç bitki sıklığının (70x5, 70x10, 70x15 cm) mısır bitkisinde koçan, sap ve yaprak verimleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmalarında, en yüksek koçan boyunu 70x15 cm ekim sıklığında 18.17cm olarak, en düşük koçan boyunu ise 70x 5 cm ekim sıklığından 12.20 cm olarak elde etmişlerdir. Birim alanda bitki sayısının artmasıyla, bitki başına düşen alanda besin elementi alım miktarı azaldığından, koçan boyunun ekim sıklığının artmasından olumsuz etkilendiğini bildirmişlerdir.

Yılmaz ve ark. (2005b), Diyarbakır ekolojik şartlarına uygun II. ürün olarak yetiştirilebilecek melez mısır çeşitlerini ve uygun ekim zamanını saptamak amacıyla 2003 yılı yetiştirme döneminde 12 mısır çeşidi ile üç tekrarlamalı olarak kurulan denemede, haziran ekimlerinden gerek tane verimi ve gerekse hasattaki tane nemi bakımından bölgede II. ürün olarak yetiştirilebilecek çeşitlerin mevcut olduğunu belirlemişlerdir. Maverik (1146.07 kg/da), DK 585 (1099.17 kg/da), DK 647 (1032.07 kg/da) ve Sele (1020.50 kg/da) çeşitlerinin II.ürün olarak bölge koşullarına uygun çeşitler olduğu sonucuna varmışlardır.

2.2. Bitki Su Tüketimi-Verim İlişkisi

Toprakta tutulan suyun bitkiler tarafından kullanılan kısmı ile toprak ve bitki yüzeyinden meydana gelen buharlaşmanın toplamı evapotranspirasyon olarak tanımlanır.

Bazı durumlarda gerçek ET, maksimum ET değerinden küçük olabilir. Bu durumda bir evapotranspirasyon eksikliği (ET_d) meydana gelir. Bunun sonucu olarak; verim, en yüksek ürünün (y_{max}) altına düşebilir. Bu yaklaşımla, verimle ET arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu kabul edilir. Bu konuda en çok

kullanılan ve oldukça basit bir yapıya sahip bulunan model, Stewart ve ark. (1977) tarafından önerilmiştir (Köksal ve ark. 2001).

$$y/y_{\max} = 1 - k_y ET_d = 1 - k_y(1 - ET/ET_{\max})$$

Söz konusu eşitlikte; y , gerçek verimi; y_{\max} , en yüksek verimi göstermektedir. ET_d , evapotranspirasyon azalışını ifade etmektedir.

$$ET_d = 1 - ET/ET_{\max}$$

Burada; k_y , eşitliğin eğimi veya bitki verim tepki etmenidir. Bitki çeşidine, gelişme dönemlerine ve sulama yöntemine bağlı olarak değişir. Eşitlikte bilinmeyen yalnızca k_y değeridir. ET/ET_{\max} oransal değeri, $y/y_{\max} = 0$ olduğu yerlerde doğrudan toprak yüzeyinden buharlaşmasına (E) eşittir. ET_{\max} değerinin bir kısmını oluşturan T_{\max} , doğrudan $1/k_y$ değerine eşittir. Buradan $k_y=1$ iken topraktan hiç buharlaşma olmadığı, $k_y=1.5$ ise ET_{\max} 'ın $1/3$ ve $2/3$ 'ü T_{\max} olduğu anlamına gelir. Eşitliğin kullanımında en önemli sorun, k_y katsayısının tarla denemeleriyle saptanmasıdır. k_y değerinin, yıldan yıla, birçok durumda aynı olduğu belirlenmiştir. Bu konuda gerek yabancı ülkelerde, gerekse Türkiye'de çok sayıda çalışma yapılmıştır. Birçok önemli bitki için k_y katsayıları belirlenmiştir. Doorenbos ve Kassam (1979), söz konusu eşitliği kullanarak çok sayıda bitki için verim ile ET arasındaki ilişkileri saptamışlardır. Araştırmacılar, suya karşı verimi ölçecek basit, yalnızca iklim, su, toprak ve bitkiye ilişkin bilgileri gerektiren, belirli hata sınırları içerisinde geniş bir uygulama alanı bulan ve uygulanabilir araştırmalara olanak sağlayan bir yaklaşım önermişlerdir.

Doorenbos ve Kassam (1979)'a göre, toplam yetişme mevsimi boyunca eşit düzeydeki ET kısıntısı bitkileri farklı etkiler. Örneğin; yerbıstığı, üzüm, pamuk ve soya gibi bitkiler ($k_y < 1$) için belirli bir mevsimlik ET kısıntısı muz, mısır ve biber gibi bitkilere ($k_y > 1$) uygulanan aynı ET kısıntısında daha az verim azalışı olur.

Araştırmalara göre, su verim ilişkisi bir yandan bitki su ihtiyacını; diğer yandan ise maksimum ve gerçek verim değerleri, nicelik olarak belirlendiği

zaman kolayca saptanabilir. Bu yöntemle, bitkideki su eksikliği gerçek su tüketiminin (ET), maksimum su tüketimine (ET_{max}) oranı olarak belirlenir. Bitki su gereksinimi topraktaki kullanılabilir nem tarafından tamamen karşılanıyor ise $ET=ET_{max}$ olur. Su kaynağı yetersiz kaldığında $ET<ET_{max}$ yazılabilir. Birçok bitki ve iklim koşulları için ET_{max} ve ET kolayca belirlenebilir.

Bitki su ihtiyacının tam olarak karşılanamadığı koşullarda bitkideki su eksikliği, gelişimi ve verimi etkileyecek düzeye kadar yükselir. Ancak, bu etkilenme bitki çeşidi ve gelişme dönemine göre değişiklik gösterir. Oransal bitki su tüketiminin saptanması (ET/ET_{max}) yolu ile su eksikliğinin verim azalmasına etkisi, gerçek (y) ve maksimum (y_{max}) verimlere ilişkin yeterli bilgi olduğunda kolayca bulunabilir. Gerçek verimin (y), maksimum verime (y_{max}) oranına oransal verim denir. Bu değer, değişik su uygulama düzeylerinde ayrı ayrı belirlenebilir. Ekonomik etmenler üretimi kısıtlamadığı ve su gereksinimi tam olarak karşılandığında $y=y_{max}$ olur. Su kaynağı yetersiz ise bu durumda $y<y_{max}$ yazılabilir (Köksal ve ark. 2001).

Bitki su üretim fonksiyonları, verimin farklı miktarlarda uygulanan su miktarına tepkisini tanımlar ve çeşitli sulama işletmeciliğinde kullanılır. Hexam ve Heady (1978)'nin bildirdiğine göre, bir çok bitki için su üretim fonksiyonları geliştirmişlerdir. Araştırmacılar, bu fonksiyonların su talebinde ve sulama programında kullanımını göstermişlerdir. Diğer yandan bir çok araştırmacı su üretim fonksiyonlarını, bitki su kullanımlarının ekonomik değerlendirmesinde kullanmışlardır (Gençoğlan ve ark. 2005). Su üretim fonksiyonlarının bir çoğu, verimi sulama suyu miktarına ilişkilendirerek geliştirilmiştir. Bu fonksiyonlar, kıştan kalan nem, yağış ve bitki su gereksinimini karşılayacak sulama suyunu içermektedir. Sulama suyunu temel alan üretim fonksiyonları belirli toprak ve sulama koşulları altında geliştirildikleri için bu alanlar dışında sulama işletmeciliğinde kullanılmayabilir (Gençoğlan ve ark. 2005).

2.3. Sulama Suyu-Verim İlişkisi

Tarımda devamlılığı ve kararlılığı sağlayan, bunun yanında diğer tarımsal girdilerin etkinliğini arttıran ve birim alanda verimliliği sağlayan tarımsal girdilerden biri olan sulamadan beklenen yararı sağlayabilmek için temel koşul, bitkinin ihtiyaç duyduğu miktardaki suyun yağışlarla karşılanamayan bölümünün toprakta bitkinin kök bölgesine gereken zamanda ve gereken miktarda verilmesidir (Akıncı 2004).

Yüksek ve nitelikli verim için topraktaki elverişli suyun en iyi biçimde kullanılması gerekir. Bu amaca, farklı gelişme koşullarında suyun (doğal yağışlar veya sulama) bitki gelişimi ve verimi üzerindeki etkisinin doğru biçimde anlaşılması ile ulaşılabilir (Doorenbos ve Kassam 1979).

Verimde azalışlara neden olmamak amacıyla, sulama zamanının ve her sulamada uygulanacak sulama suyu miktarının belirlenmesi gerekir. Sulama zamanı, optimum sulama ya da kısıtlı sulama yapılması tercihlerine göre farklılık gösterebilir. Su kaynağı kapasitesinin yetersiz olduğu şartlarda, bitkinin kritik gelişme dönemleri dikkate alınmak kaydıyla ve belirli bir su stresi ile karşılaşmasıyla kısıtlı su uygulayarak verimin belirli bir miktar azalmasına izin verilebilir. Su kaynağının kısıtlı olması durumunda, bitkilerin su-verim ilişkileri dikkate alınarak bitkinin suya hassas olmadığı dönemlerde sulama yapılmaması veya daha az su verilmesi yoluyla kısıtlı sulama yapılması, bu şekilde mevcut suyla daha fazla alana ve sosyal kesime hizmet götürülerek daha fazla gelir sağlanmalıdır⁸.

Sulanabilir alana oranla su kaynağının sınırlı olduğu koşullarda amaç, birim alanda geliri değil, toplam alandan geliri en üst düzeye çıkartmaktır. Birim alandan en yüksek verimi almak için, sulama suyu miktarı bitki transpirasyonunun en yüksek düzeyde olmasına olanak vermeli ve sulama aralığı, özellikle strese duyarlı bitki gelişme dönemlerinde kök bölgesinin üst katmanlarında yüksek toprak suyu potansiyelini sürdürecektir miktarda olmalıdır. Uygulanacak birim su için en yüksek verimin alınması ise, derine sızma ve

⁸ www.khgm.gov.tr/kutuphane/makale

yüzeş akış gibi kayıpları en aza indirecek planlama, tesis ve işletme sistemleri gerektirmektedir (Sezen 1993).

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). Sulamaya ayrılan su miktarı, endüstriyel ve kentsel kullanım yanında çevre kirliliği nedeniyle giderek azalmaktadır. Bunun sonucu, sulama şebekelerinin kısıtlı su kullanma koşullarına göre planlanması ve işletilmesi için öncelikle verim ile sulama suyu arasındaki ilişkilere gereksinim duyulmaktadır (Kanber ve ark. 1994).

Sulama sistemlerinin ekonomik yönden değerlendirilmesi, verim ile sulama suyu arasındaki ilişkilerin bilinmesini zorunlu kılmaktadır. Suyu bir girdi, verimi çıktı olarak ele alırsak, ikisi arasındaki ilişki bitki su-verim fonksiyonunu oluşturur. Ancak, bu fonksiyonlar önemli ölçüde deneysel olduklarından yalnız belli yöreleri ve koşulları temsil ederler. Bunun yanında, su-verim fonksiyonlarında iklim değişkenleri, bitki besin maddeleri, toprak tuzluluğu, toprak ve sulamadaki yersel değişkenlikler, hastalık ve zararlılar vb. etmenler dikkate alınmış veya alınmamış olabilir. Tüm bunlara karşın su-verim fonksiyonları, işletme ve ekonomik analizler için en yüksek net gelirin hesaplanmasında, marjinal üretimin karşılaştırılmasında da gereklidir (Gençoğlan 1996).

Verimin üst sınırını, iklim etmenleri ile bitkinin genetik yapısı oluşturur. Bu sınıra ancak su kaynaklarının mühendislik özelliklerini, bitkinin fizyolojik su gereksinimine göre düzenlemekle ulaşılabilir. Dolayısıyla, bitkisel üretimde etkili su kullanımı, su kaynakları ile dağıtım sisteminin planlama, projelendirme ve işletilmesinin optimum gelişme ve yüksek verim için gereksinim duyulan suyun zaman ve nicelik açısından karşılanması durumunda sağlanır (Doorenbos ve Kassam 1979).

Bitki üretim fonksiyonlarının saptanmasında genelde iki yaklaşım vardır. Bunlardan birincisi, araziden elde edilen deneysel değerlerle, ikincisi ise toprak-su-bitki sistemini tanımlayarak oluşturulan matematiksel modellerle belirlenmesidir. Denemeden elde edilen değerlerin, araştırmanın yürütüldüğü yıllara ve deneme alanının özelliklerine bağlı olması nedeniyle, bitki üretim

fonksiyonlarının elde edilmesinde bazı sorunlar ortaya çıkmaktadır (Gençoğlan 1996).

Kanber ve ark. (1990b), bitki üretim fonksiyonunu; bitkisel üretimin evapotranspirasyonla, sulama suyu miktarıyla veya transpirasyonla olan matematiksel ilişkisi şeklinde tanımlamışlardır. Verim ile evapotranspirasyon arasındaki regresyon analizi sonucu elde edilen su-üretim fonksiyonları, geliştirildikleri bölgelerin toprak ve iklim özelliklerine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Hatta aynı bölgede farklı yıllarda elde edilen ilişkilerde bile farklılıklar olabilmektedir. Bu nedenle, bölgeden bölgeye ve yıldan yıla değişen koşullarda kullanılabilen eşitliklere gereksinim vardır.

Uygulama ve araştırmalarda kullanılan su-üretim fonksiyonlarının bir kısmı doğrusal, bir kısmı ikinci dereceden ve bir kısmı da doğrusal değildir. Söz konusu fonksiyonlar kullanıcının gereksinimini, her zaman olmamakla birlikte, bazen karşılayamamaktadır. Verim ile evapotranspirasyon arasındaki ilişkinin doğrusal olması her zaman doğru bir yaklaşım olmayabilir. Ancak, araştırmacılar ve uygulayıcılar, pratikte doğrusal ilişkinin yeterli olması nedeniyle su-üretim fonksiyonlarının doğrusal olduğunu varsaymışlardır (Helweg 1991).

Stewart ve Hagan (1976), evapotranspirasyonun verimle sıkı biçimde ilişkili bir tarla su ölçütü olduğunu ancak, uygulanan sulama suyu miktarının, suyun sabit alınmasını temsil ettiğini, planlama ve sulamacılar tarafından çok önem verilen bir ölçüt olduğunu belirtmişlerdir. Verim ile kullanılabilir nem veya verim arasındaki fonksiyon, verim ile ET arasındaki fonksiyon gibi doğrusal değil konvekstir. Bir çok araştırmacı verim ile sulama suyu arasındaki eğrisel ve hatta sigmoidal ilişkiler elde etmişlerdir (Tekinel ve Kanber 1979).

Mat (1967) tarafından, sulama suyu ile verim arasındaki fonksiyonun çok ayrıntılı bir matematiksel açıklaması yapılmıştır. Aynı yaklaşımı pamuk sulamasıyla ilgili bir çalışmada kullanan Tekinel ve Kanber (1979), sulama suyunda % 30'a varan kısıntının yapılması durumunda, verimde ekonomik olarak önemli bir azalmanın olmadığını saptamışlardır. Çalışmada, sulama suyu verim fonksiyonu ekonomik yaklaşımla çözümlenmiştir (Köksal ve ark. 2001).

Su uygulaması bitkinin kritik dönemlerine göre yapılmadığında, verim ile evapotranspirasyon karşılıklı grafiklendiğinde, noktaların rastgele dağıldığı ifade edilmiştir. Ancak, tersi durumda, bitkinin kritik gelişme dönemlerinin belirlenerek söz konusu dönemlerde bitkinin gereksinim duyduğu suyun uygulanması durumunda, noktaların bir doğru üzerinde olacağı belirtilmiştir. Elde edilen doğrunun, ölçülen evapotranspirasyona karşılık gelen verimin üst sınırını temsil ettiği sonucuna varılmıştır. Verimin üst sınır değerleri ile uygulanan sulama suyu karşılıklı grafiklendiğinde ilişkinin dış bükey olduğu belirlenmiştir. Doğrusal ve eğrisel bu iki çizgi arasında yatay bir doğru çizildiğinde söz konusu doğrunun, sulamadaki kayıpları gösterdiği saptanmıştır. Su uygulama randımanı ne kadar yüksek ise uygulanan su ile verim arasındaki ilişkinin doğrusal fonksiyona o derece yaklaştığı belirlenmiştir. Eğrisel ilişkinin doğrusal ilişkiden ayrılması, idealden sapmayı gösterdiği gözlenmiştir. İdeale yaklaşan üretim fonksiyonunun, sulama sisteminin işletme düzeyini ve performansını yansıttığı ifade edilmiştir (Gençoğlan 1996).

Bitki gelişme modelleri de su-verim fonksiyonlarının elde edilmesinde kullanılabilir. Ancak, bu modellerde kullanılan kabullerin temeli, deneysel üretim fonksiyonlarına göre daha basittir (Kanber ve ark. 1994).

Doorenbos ve Kassam (1979), mısır bitkisinin toprakların kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 55'i tüketildiği zaman sulanması koşulunda iyi bir verim elde edilebileceğini, mevsimlik verim tepki etmeninin 1.25 alınabileceğini belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar deneysel veri eksikliği, iklim değişiklikleri, bitki su tüketimi miktarı ve doymuş toprak derinliğine bağlı olarak verim tepki etmeni değerlerinden sapmaların olabileceğini belirtmişlerdir.

Stegman (1986), yarı nemli iklim bölgesindeki farklı toprak bünyesine sahip olan iki ayrı alanda mısır bitkisinin su-verim ilişkilerini araştırmış ve mevsimlik sulama suyundan kaba bünyeli toprakta % 23, orta bünyeli toprakta ise % 30 düzeyinde bir kısıntı yapılması halinde maksimum verimde % 5 civarında bir verim azalması olduğunu saptamıştır.

Braunworth ve Mack (1989), su eksikliğinin mısır verim ve kalitesine etkisini araştırmışlar, kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 50'si tüketilmeden yapılan sulama konularında verim değerlerinin birbirine yakın olduğunu

belirlemişlerdir. Bunun yanında kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 50'si tüketildiğinde mevcut nemi tarla kapasitesine getirecek şekilde kontrol parseline uygulanan sulama suyunda % 15 oranında yapılacak bir kısıntı ile en yüksek verimin elde edilebileceği aynı araştırmacılar tarafından belirlenmiştir.

Öğretir (1994), Eskişehir koşullarında mısırın dört farklı gelişim dönemini dikkate alarak yürüttüğü su-verim ilişkisini araştıran çalışmada, en yüksek verimi su eksikliği olmayan ve tüm gelişme dönemlerinde sulanan konudan almıştır. Ayrıca tepe püskülü ve koçan oluşum dönemlerindeki kısıntılar 1000 tane ağırlığının azalmasına neden olmuştur.

Çetin (1996), Harran ovası koşullarında ikinci ürün mısırın su tüketimini belirlemek amacıyla yaptığı araştırmada mısırın gelişme devreleri ve gün aralıklarını dikkate alarak konuları oluşturmuştur. Sulama aralığı arttıkça verim, 1000 tane ağırlığı, bitki boyu, koçan boyu ve koçan çapının azaldığını tespit etmiştir.

Yıldırım ve Kodal (1998), Ankara koşullarında mısır bitkisinin farklı sulama suyu miktarındaki verimini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, 9 konulu 4 tekrarlı bir deneme kurmuşlardır. Kontrol parsellerine, bitki kök bölgesindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 50'si tüketildiğinde mevcut nemi tarla kapasitesine çıkaracak şekilde sulama suyu uygulanırken, diğer parsellere kontrol parseline uygulanan suyun % 0, 25, 50, 75, 125, 150, 175 ve 200'ü kadar sulama suyu uygulanmıştır. Fazla miktarda su uygulamasının verimi önemli düzeyde artırmadığını ve verim tepki etmenini (k_v) toplam büyüme mevsimi için 0.96 olarak elde etmişlerdir.

Nicoullaud ve ark. (2000), Paris'in güneybatısında 55 ha'lık alanda uniform su uygulama desenlerinin uygunluğunu analiz etmek, toprak tiplerinin etkilerini ve sulamanın mısır verimi üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmada deneme alanına, Nisan 2000 tarihinde hektara 90 000 bitki olacak şekilde mısır ekmişlerdir. Bu çalışmada, FAO sınıflandırmasına göre 3 farklı toprak tipi (haplic calsisols, rendzic leptosols, calcaric cambisols) ve 60, 90, 150 ve 180 mm/ha farklı sulama oranlarına göre verim değerlendirilmiştir. Toprak tiplerinin ve sulamanın mısır verimi varyasyonlarına etkisini ANOVA analizi kullanarak belirlemişler ve ortalama

mısır veriminin sulama oranıyla ve toprak tipine bağlı olarak arttığı sonucunu elde etmişlerdir. En yüksek verim 150 mm sulama oranıyla 12.36 t/ha olarak haplic calsisols toprak tipinde, en düşük verim ise 60 mm sulama oranıyla 11.09 t/ha olarak calcaric cambisols'da elde edilmiştir. Toprak tipindeki farklılığın yoğunluk ve toprak profilinin kullanılabilir nem içeriğinden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Kırnak ve ark. (2001), 1999-2000 yıllarında Harran Ovası koşullarında mısır bitkisinin kısıntılı sulama uygulamalarında ortaya koyduğu verim ve gelişim tepkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, 5 konulu 3 tekrarlı bir deneme kurmuşlardır. Kontrol parseline 7 günde bir etkili kök bölgesindeki mevcut nemi tarla kapasitesine çıkaracak şekilde sulama suyu uygularken, diğer konulara kontrol konusuna verilen suyun % 20, 40, 60, 80'i kadar su damla sulama sistemiyle uygulamışlardır. Kontrol konusuna denemenin birinci ve ikinci yılında sırasıyla toplam 1215 ve 1295 mm su uygulanmış, söz konusu konuya ilişkin su tüketimi birinci yıl 1320 mm, ikinci yıl 1435 mm olarak belirlemişlerdir. Söz konusu sulama konusunda dekara verim 1999 yılında 1294 kg; 2000 yılında ise 1405 kg olarak elde etmişlerdir. Uygulanan su miktarındaki azalış oranına bağlı olarak bitki boyu, gövde çapı, yaprak alan indeksi ve kuru madde miktarında önemli düşüşler gözlemişlerdir. Verim-tepki etmeni (k_y) toplam büyüme mevsimi için 1999 ve 2000 yılı için sırasıyla 0.77 ve 0.81 olarak hesaplamışlardır.

Yılmaz ve ark. (2005a), 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, Aydın'da 2003 ve 2004 yıllarında Pioneer 3394 hibrit çeşidi kullanarak, 3 tekerrürlü tesadüf blokları deneme desenine göre denemeleri kurmuşlardır. Bu amaçla, 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 oluşturulmuş ve karık sulama yöntemi uygulanmıştır. Sulama konularının verim ve agronomik özellikler üzerine etkisinin her iki yılda da önemli olduğunu, ortalama değerlere göre, konulara uygulanan sulama suyu miktarının 148-493 mm; mevsimlik bitki

su tüketimi değerlerinin 174-558 mm arasında değiştiğini, ortalama tane veriminin ise 288-1134 kg/da arasında değiştiği sonucunu elde etmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, en yüksek iki yıllık ortalama tane veriminin T1 konusundan (1134 kg/da), en düşük tane veriminin ise sezon boyunca hiç sulanmayan T5 konusundan (288 kg/da) elde edildiğini, diğer sulama konularından belirlenen tane verimlerinin bu iki değer arasında değiştiğini, her iki yılda da uygulanan sulama suyu miktarlarının azaldıkça tane veriminin düştüğü sonucuna varmışlardır.

2.4. Bitki Benzetim Modelleri ve CERES-Maize Bitki Gelişme Modeli

Model kullanımı bilim dünyasında, herhangi bir doğal olayın matematiksel olarak ifade edilmesi ve buna bağlı olarak çözümlenmesiyle önem kazanmıştır. Yirminci yüzyılın ortalarına doğru, araştırma konularında tahminsel yaklaşımlar oluşturma düşüncesiyle gelişen model kullanımı, incelenen konunun zaman, ölçek ve boyut olarak çözümünün kompleks olması nedeniyle tercih edilmiştir. Özellikle bazı bilim dallarında olayların karmaşık davranışlar göstermesi, model kullanımını zorunlu hale getirmiştir (Şaylan ve ark. 1998).

Model kavramı, "Araştırmaların ışığı altında gözlemlerle beraber, birtakım kabuller yaparak, olay için açıklama getirmektir" şeklinde tanımlanabilir (Yarranton 1971).

Bir model, çözümlenmesi ön görülen olaya ilişkin ardışık işlem sıralarından oluşur. Kullanıcı, modelin mantığını yani algoritmaları hazırlar, veriler girilir, model bu verileri işler ve verilere bağlı çıktıları oluşturur. Dolayısıyla oluşturulan ardışık işlem sıralarında bir mantık ve işlem hatası yapılmamış ise, modelin işleyişi oldukça basittir. Model, gerek olayların işleyişini basitleştirmesi, gerek kullanıcıyı amaca kısa sürede ulaştırması nedeniyle, günümüzde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Model işlevi, genel anlamda, gerçek olayı basit yaklaşımlarla benzetmeye çalışıp, olay hakkında daha fazla bilgi sahibi olmak ve gelecek ile ilgili tahminlerde bulunmaktır (Çaldağ 2000).

Modellerde kullanılan eşitlikler ve sabitler, yersel veya zamansal olarak değişebildiği için, yapılan kabuller, modeller için sınırlayıcı faktörlerdir.

Bitki benzetim modelleri; bitki gelişiminde meydana gelen karmaşık olayları inceleyen ve bu olayları matematiksel ifadelerle ortaya koyan, bilgisayar programları olarak tanımlanabilir. Burada amaç, gerçek bitki gelişimine benzer sonuçları veren modelleri oluşturmaktır. Bu modeller genelde iki grupta toplanır; birinci gruptaki modeller, tanımlamalı ve açıklamalı modeller, ikinci gruptaki modeller ise statik ve dinamik modellerdir (Penning de Vries ve ark. 1989; WMO 1990).

Tanımlamalı modeller; bitki sistemindeki davranışların nedenlerini dikkate almadan açıklar. Bu tür modeller genellikle bir veya birkaç matematiksel eşitlikten oluşurlar. Genelde bu eşitlikler sınırlı koşullar için kullanılabilirler ve geliştirildikleri şartların dışında sağlıklı sonuçlar vermeyebilirler.

Açıklamalı modellerde ise; sistemin davranışlarının yanı sıra, bu davranışlara etki eden olaylar da incelenir. İkinci adımda ise, sisteme etki eden temel faktörler belirlenir. Bu model çeşidi, bitki sisteminin reaksiyonlarını, bitkinin gelişmesi sırasında meydana gelen olayların birer fonksiyonu olarak açıklanır. Böyle bir modeli oluşturabilmek için bitki sistemine etkide bulunan, işlem ve mekanizmalar iyi analiz edilmelidir. Bu modeller bitki sistemine etkide bulunan, işlem mekanizmalarının (fotosentez, yaprak alanının artması vb) bir bileşimidir. Bu karmaşık sistemdeki her bir işlem hem radyasyon, sıcaklık, vb çevre faktörlerinin, hem de yaprak alanı ve bitki gelişme dönemi gibi, bitkinin durumu ile de sıkı bir ilişki halindedir. Bu model çeşidinde, bitki sisteminin yapısı fizyolojik, fiziksel ve kimyasal esaslara ve çevre faktörlerinin bitki üzerindeki etkilerine dayanılarak açıklanır (Şaylan ve ark. 1998).

Günümüzde daha çok bitki gelişimi sırasında meydana gelen olayları ayrıntılarıyla ele alan açıklamalı modeller kullanılmaktadır. Kullanıcıya giderek artan çeşitlilikte seçenek ve çıktı olanağı sununan bu tip modeller, farklı uzmanlık alanlarındaki araştırmacıların ortak eserleridir. Model yazılımlarının gelişen bilgisayar teknolojisinin olanaklarına paralel olarak güncellenmesi, sürekli değişen meteorolojik koşulların daha da karmaşık hale getirdiği bitki gelişiminin yorumlanmasını kolaylaştırmaktadır (Çaldağ ve ark. 2001).

Statik modeller de zaman faktörü göz önüne alınmazken, dinamik benzetim modellerinde, sistemin davranışları zamana bağlı olarak incelenir (Şaylan 1995).

Günümüzdeki tarımsal meteorolojik modellerin çoğu, bitki gelişimi ve mekanizma süreçlerinin içinde ayrı ayrı ve entegre bir şekilde değerlendirildiği açıklayıcı modellerdir.

İlk bitki gelişimi benzetim modelleri altmışlı yılların sonu ve yetmişli yılların başlangıcında geliştirilmiştir. Brouwer ve Wit, 1969 yılında ilk bitki benzetim modellerini geliştiren araştırmacılarıdır. Bundan iki yıl kadar sonra Curry ve Chen, geliştirdikleri bir dinamik benzetim modeli ile bu gelişimi takip etmişler ve bilgisayarların gelişmesi ile birlikte çalışmalar hız kazanmıştır (Franzini 1993). Bitki fizyolojisindeki olayların da matematiksel olarak ifade edilmesiyle bitki gelişim modelleri bir ivme kazanmıştır. Bu çalışmalar sırasında genel bitki gelişimi benzetim modelleri ve özel bitki gelişimi benzetim modelleri geliştirilmiştir. Genel bitki benzetim modellerinde birçok bitki parametresi göz önüne alınırken, özel bitki benzetim modellerinde sadece tek bir bitki çeşidi göz önüne alınmaktadır (Çaldağ 2000).

Modeller, çeşitli bitkilerin fizyolojik aşamalarındaki bazı ilişkileri temel almaktadır. Koşulların değiştiği alanlarda çok az veya hiçbir düzeltme yapmadan bitki gelişimini, fizyolojik temellere bağlı olarak tahmin eden bu programların, uygulamada belirli bir potansiyeli vardır. Bu modeller, hasat zamanında olduğu kadar hasattan önceki bölgesel verimlerin tahminlenmesinde de belirli bir potansiyele sahiptir. Üreticilerin ürünlerini satması veya depolamasının, gelecekte oluşacak fiyatlara üretimin etkisini belirleme açısından verimin önceden tahmin edilmesi çok önemlidir. Bu nedenlerle bitki gelişim modelleri, son yıllarda verimin önceden tahmin edilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Gençoğlan 1996).

Tarımsal disiplinler içerisinde bitkisel üretim; toprak, iklim, yönetim uygulamalarıyla, bitki genotipi arasındaki karmaşık etkileşimi içermekte ve geçmişten günümüze değin bu konu üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Dolayısıyla bitki gelişim modelleri, uygun veri kaynakları ile birleştirildiği zaman

bilgi teknolojisi içerisindeki gelişmeler ve tarımsal araştırmalar için büyük bir potansiyel oluşturmaktadır (Ritchie ve ark. 1998).

Tarımsal yetiştiricilikteki birçok soruna yanıt aramak için oluşturulan modeller; bitki gelişimi sırasında meydana gelen olayların analizi (sulama, hava ve toprak sıcaklığındaki değişimler, kuraklık, toprak nem içeriğindeki azalma vb), bitki veriminin önceden tahmini, toprak, bitki ve meteorolojik faktörlerin bitki gelişimine olan etkisinin belirlenmesi, son derece karmaşık olan bitki sistemi ve reaksiyonları ile ilgili eğitim çalışmaları, tarımsal politik kararların alınması gibi amaçlara hizmet eder (Ritchie ve ark. 1998).

Bitki gelişim modellerinin geliştirilmesinin başlıca nedenleri, mevcut koşulları tanımlamak, araştırmalardaki eksiklikleri gidermek, öncelikleri belirlemek, bilgileri bir bütün haline getirmek ve disiplinler arası koordinasyonu sağlamaktır (Sezen ve ark. 1998).

Bitki gelişim modelleri, çeşitli bitkilerin fizyolojik gelişme aşamalarındaki ilişkileri temel almaktadır. Koşulların değiştiği durumlarda çok az veya hiçbir düzeltme yapmaksızın bitki gelişimini, fizyolojik temellere bağlı olarak tahmin eden bu gibi programların uygulamada belirli bir potansiyeli vardır. Bu modeller belirli bir zamanda, mevcut verilere göre veya hasat zamanına kadarki verilere bağlı olarak verimin tahminine olanak sağlamaktadır (Hodges ve ark. 1987).

Jones ve Ritchie (1990), bitki gelişme modeli geliştirilirken genellikle bir veya iki stres faktörünün dikkate alındığını, diğer faktörlerin en iyi koşullarda etkisinin olmadığını varsayarak, bitki gelişme modelini; bitkilerin iklimden, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısından, zararlılardan, hastalıklardan, yabancı otlardan ve bunların kombinasyonlarından etkilenen, karmaşık ve dinamik olayları matematiksel ilişkilerden yararlanarak çözümlen ve bitkiye ilişkin verilerin belirlenmesinde kullanılan modeller olarak tanımlamışlardır (Hoogenboom ve ark. 1991).

Carberry ve ark. (1989), bitkinin günlük gelişimini tahmin eden çok sayıda model geliştirildiğini belirtmekte ve genellikle, aynı kriterleri bulunan modellere ek yeni bir model geliştirmek yerine, mevcut olan modeli kullanmanın daha kolay olduğunu ifade etmektedirler. Yazar (1991), benzetim modellerinin bitkisel

üretim konusunda karar vermenin değişik aşamalarında yaygın olarak kullanıldığını belirtmiştir.

Modeller aracılığıyla, bitki gelişimini etkileyen faktörlerin derecesi, sulama zamanının belirlenmesi, toprak neminin değişimi, gübreleme, ilaçlama ve diğer faaliyetlerin en uygun zamanlarının belirlenmesi, tarımsal kuraklık ve benzeri etkilerin saptanması, oldukça fazla işgücü ve yatırım gerektiren sorunların tahmini mümkündür (Wit ve Keulen 1975).

Bitki gelişim modelleri, bitkinin fenolojik gelişme dönemlerine bağlı olarak su stresinin bitki gelişimi üzerindeki etkilerini dikkate alan, bitki gelişimini dinamik olarak benzeten modellerdir. Bu modeller, bitki veriminin değişimini ve su stresinin hesaplanmasını sağlayan sulama modelleriyle birlikte kullanılmaktadır. Farklı senaryoları kapsamlı bir şekilde değerlendirme imkanı sunan modeller, sulama yönetimini geliştirmek için son derece önemlidir (Cavero ve ark. 2001).

Modellerin en önemli yararlarından biri de, gerçek hayatta yapılması zor olan veya çok uzun zaman gerektiren araştırmaların sonuçlarının kısa zamanda elde edilmesini sağlamasıdır. Herhangi bir tarımsal uygulamanın verim üzerine etkisini belirlemeye çalışan bir araştırmacının amacı, yapılan herhangi bir tarımsal faaliyetin ürün üzerine etkilerini önceden belirlemek, onların bitki gelişimi gibi son derece karmaşık olan canlı sistemini daha iyi analiz edecek sonuçları elde etmektir (Şaylan 1995).

Meteoroloji ile tarımın bir arada ele alındığı tarımsal meteoroloji bilimi, iklimde ve atmosferik olaylardaki değişikliklerin kültür bitkileri üzerindeki etkilerini araştıran meteoroloji biliminin en önemli dallarından biridir (Şaylan ve ark. 1998).

Tarımsal üretim çok sayıda faktör tarafından sınırlandırılmaktadır. Özellikle bitkisel üretimde toprak, iklim ve atmosfer, bitki gelişiminde rol oynayan ana bileşenlerdir. Günümüz teknolojisinde bitkisel üretimin arttırılması için yapılan tüm teknolojik çalışmalara rağmen bitki ve toprak faktörlerinin dışında iklim faktörü (seraların dışında) tarımsal üretimi sınırlandırıcı en önemli faktördür. Bu nedenle hava şartları tarımla uğraşanlar için daima en önemli sorunlardan biri olmuştur. Sözü edilen nedenlerden dolayı tarımsal meteoroloji

bilimi doğmuştur. Bu bilim dalında, gelişen bitki ve hayvan organizmalarının fiziksel özelliklerinin incelenmesi ve bunun tarım yararına saptanan sonuçlarla etkileşimi araştırılmaktadır (Şaylan 1998).

Tarımsal üretimi arttırmak amacıyla dünya üzerinde çeşitli ülkelerde araştırmalar yapılmaktadır. Yapılan bilimsel yaklaşımların amacı, bitki verimini arttırabilmek, verimin azaltıcı etkilerini belirlemek ve bunlara çözüm yolları bulmaktır. Bu amaçla dünyada özellikle meteoroloji bilimi içerisinde tarımsal meteoroloji dalında oldukça yoğun çalışmalar bulunmaktadır. Özellikle atmosfer-toprak-bitki ilişkisini daha iyi analiz edebilmek için bitki-iklim benzetim modelleri kullanılmaktadır. Bitki-iklim modellerinin kullanılması ile, tarımsal faaliyetlerde meteorolojik etkiler daha iyi değerlendirilebilmektedir. Yapılan her işlemin sonuçları ve bitkinin göstereceği tepkiler önceden tahmin edilebilmektedir. Bu durum toprak, bitki ve atmosfer arasındaki karmaşık ilişkileri daha iyi anlamaya yardımcı olmakta ve birim alandan alınan verimin arttırılmasına katkıda bulunmaktadır (Şaylan ve ark. 1998).

Dünyada iklim değişikliklerini inceleme amacıyla yapılan araştırma sonuçlarına göre bazı parametrelerde, bu değişikliğin gözlemlendiği sonucuna varılmıştır. Bitki gelişimi, iklim değişimine karşı oldukça duyarlı olduğundan tarım ve ormancılık faaliyetlerinin etkilenebileceği kaçınılmazdır. Bu nedenle gelecekteki iklim değişiminin bitkisel üretime olan etkilerini önceden belirleyebilmek amacıyla yoğun olarak bitki-iklim modelleri kullanılmaya başlanmıştır (Çaldağ 2000).

Bitkilerin çevreleri ile etkileşimlerinin gelişime ve verime karşılıklı etkileri ise bitki-iklim modelleri sayesinde gerçekleştirilmektedir (Çaldağ 2000). Model çalışmalarında karmaşık süreci oluşturan basit yapıları temsil eden algoritmalar her bir yapı için ayrı ayrı ortaya konur; ardından sıra bunların ve karşılıklı etkileşimlerinin ele alınmasına gelir. Söz konusu işlemlerin süratli ve güvenilir şekilde ortaya konmasının zorunluluğu günümüzdeki model çalışmalarını bilgisayar teknolojisinin son olanaklarına bağımlı hale getirmiştir. Araştırmacıların model kullanımından elde ettikleri sonuçların yorumlanması ile kültür tipi seçimi, sulama, ilaçlama, gübreleme gibi faaliyetlerin

zamanlanmasına ve miktarlarına ilişkin karar verme mekanizmalarına işlerlik kazandırılabilir (Çaldağ ve ark. 2001).

Verim tahmini, tarımsal meteorolojik tahminler içerisinde ekonomik bakımdan en önemli unsurlardan biridir. Verim tahmini yöntemlerinde son 10-15 yıl içerisinde hızlı gelişmeler kaydedilmiştir. Bugün birçok ülkede önemli kültür bitkileri için iklim şartlarının verim üzerindeki etkilerini belirlemeye yönelik birçok model geliştirilmiştir. Uygulamalı verim tahminlerinin çoğu, dünya gıda tüketiminin büyük bir bölümünü oluşturması ve uluslararası ticarete önemli bir yer tutması bakımından, özellikle tahıllar için hazırlanmaktadır. Bunun yanı sıra örneğin, soya fasulyesi, şekerpancarı, keten gibi diğer bazı kültür bitkileri için de verim tahminleri yapılmaktadır.

İklim-verim ilişkilerinin modellenmesinde başlıca üç yaklaşım söz konusudur:

1. Tipik bir bitki veya bitki grubu içerisinde meydana gelen fiziksel ve biyolojik olaylara meteorolojik değişkenlerin etkilerini ayrıntılı şekilde açıklayan bitki gelişimi benzetim modelleri,
2. Bitkinin seçilen meteorolojik değişkenlere karşı göstereceği tepkileri belirlemeye ilişkin bitki-iklim analiz modelleri,
3. Ampirik-İstatistik modeller; bu modellerdeki katsayılar, regresyon analiz tekniği yardımıyla belli bir alan için önceden elde edilmiş verim değeri ve aynı alana ait toprak ve iklim verileri kullanılarak çoğaltılmaktadır.

Verim tahminlerinde esas, tahmin edilecek bağımlı değişken (verim) ile buna etki eden bağımsız değişkenler (iklim faktörleri, toprak nemi vb) arasında çeşitli istatistiksel analiz yöntemleri yardımıyla bir bağın kurulması ve bundan yararlanarak da verim tahminlerinin yapılmasıdır.

Özellikle tarımsal üretimde, tahıl grubunun büyük bir paya sahip olması ve bunlar içerisinde buğdayın ayrı bir önemi olması verim tahminlemede model kavramı ilk önceleri buğdayda yürütülmüştür.

Modeller, atmosferik CO₂ ve iklimdeki eş zamanlı değişikliklerin bitki, toplum ve ekosistem üzerindeki etkilerinin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bitki gelişimi ve bitki populasyonlarındaki belirli değişiklikler, atmosferik CO₂ konsantrasyonu ve iklim değişiklikleriyle ilgili senaryoları

tahminleyen benzetim modellerine dahil edilebilmektedir (Dhakhwa ve ark. 1997) .

Alexandrov ve Hoogenboom (2000), Bulgaristan'da kışlık buğday ve mısır veriminde iklim değişikliğinin etkileri üzerine yaptıkları çalışmada, çoklu regresyon modeli oluşturmuşlardır. Çalışmada, 1970-1990 ve 1991-1999 yılları arasında model sonuçları ile kalibrasyonu yapılan gerçek değerler karşılaştırılmış ve fark olmadığı görülmüştür. Hesaplanan ve ölçülen verim değerleri arasındaki farklılık sadece 1974 ve 1985 yıllarında gözlenmiş, farklılığın nedeni ise o yıllarda görülen kuraklık olarak belirtilmiştir. Çalışma süresi boyunca, 1974 yılı dışında buğday veriminde tahminlenen ve ölçülen değerler arasındaki farkın %11'i geçmediğini belirtmişler ve çoklu regresyon eşitliği sonucu elde edilen korelasyon katsayısını ise 0.80 olarak bulmuşlardır. Verim-yağış arasındaki ilişkinin tanımlandığı regresyon modelinde, hava sıcaklığına ilişkin senaryolar, global iklim modelinde (GCM) oluşturulmuştur. Güncel CO₂ konsantrasyonu (330 ppm) koşulunda, yüksek sıcaklık ve yağışa bağlı olarak toplam bitki gelişme süresinin kısaldığı ve mısır veriminde azalmaların olduğu gözlenmiştir. Güncel CO₂ konsantrasyonu koşulunda, kışlık buğday ve mısır verimlerinin 2020, 2050 ve 2080 yıllarında artacağı, kışlık buğdayın vernalizasyon süresinin ve toplam bitki gelişme süresinin kısalmayacağını, CO₂ konsantrasyonun tek başına artmasının mısır gelişimini ve verimi etkilemeyeceği sonucunu elde etmişlerdir.

Dünyada özellikle Amerika'da ve Avrupa'da bitki gelişimini analiz etmek amacıyla kullanılan çeşitli modeller vardır. Bu modeller içerisinde, güvenilirliği birçok araştırma ile test edilen ve Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) tarafından geliştirilen CERES (**C**rop **E**stimation through **E**nvironment **S**ynthesis)-Maize (Mısır) modeli yaygın olarak kullanılmaktadır.

Model, Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı Tarımsal Araştırma Servisi (USDA-ARS) Texas, Grassland'da Bitki Sistemleri Değerlendirme Birimi Toprak ve Su Araştırma Laboratuvarında, hükümetin yurtiçindeki ve yurtdışındaki mısır alanlarına yönelik gelişmelere destek vermesi sonucunda, büyüme, gelişme ve verim üzerine bitki çeşidi ve sıklığı, iklim, toprak nemi ve azotun

etkilerini tahminlemek amacıyla, CERES-Maize bitki gelişme modeli olarak geliştirilmiştir (Ritchie ve Godwin 1998).

Bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere ve modelin güvenilirliğinin artmasına bağlı olarak, CERES-Maize modelinin yeni versiyonları geliştirilmiş ve değişik çalışma grupları tarafından çeşitli amaçlar için kullanılmıştır. Model 1982'de IBSNAT (International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer)'ın desteğiyle, USAID (United States Agency for International Development) ve Hawaii Üniversitesi'nin birlikte çalışması sonucunda günümüzde kullanılan son haline getirilmiştir.

CERES-Wheat (buğday) ve Maize (mısır) modelleri, IBSNAT tarafından geliştirilen modeller arasındadır. IBSNAT, CERES-Maize ve CERES-Wheat modellerinin ayrıntısında, çeltik, sorgum, arpa ve darı gibi tahıl bitkilerinin modelleri, Florida Üniversitesi'nde BEANGRO (fasulye), PNUTGRO (yerfıstığı), SOYGRO (soya) baklagil modelleri de geliştirilmiştir (Ritchie 1998b).

Modelin amacı, verim ve verim bileşenlerini doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen alternatif yetiştirme tekniklerini değerlendirerek verimi tahmin etmektir. Model, yıl içerisinde yetiştirilecek bitkilere karar vermede ve geleceğe yönelik üretim tahminlerinin analizinde risk faktörünü hesaplayıp karar vermede kullanılabilir. Kolayca ulaşılabilen iklim, toprak ve bitki genetiği girdilerini kullanması, tahmin süresinin çok kısa olması ve iyi bilinen bir bilgisayar dilinde yazılmış olması bu modelin kullanımını kolaylaştırmaktadır (Ritchie 1985).

Dünyada tarım alanlarındaki su kaynaklarının yıldan yıla ve bölgeden bölgeye değişmesi, bitkilerin yetiştirme mevsimini ve alanlarını sınırlamaktadır. Su kaynağıyla beraber iklimde de görülen değişimler, çiftçiler için risk oluşturmaktadır. İklim, bitki ve toprak parametrelerini toprak-su dengesine ilişkilendiren modeller, tarımdaki riskleri en aza indirmede ön bilgiler sunmaktadır. Söz konusu modellerden CERES-Maize; tarımsal işleme ilişkin karar vermede, stratejik planlamaların risk analizinde, yetiştirme mevsimi içindeki tarımsal faaliyetlerin belirlenmesinde, büyük alanların verim tahmininde ve araştırma gereksinimlerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Ritchie 1985).

CERES-Maize bitki gelişim modelinin amaçlarından biri de kullanıcılara verim tahmini sonuçlarını vermek olduğu için modelin başarısı, verimi belirleyen

temel özelliklere etki eden etmenlere bağlıdır. Bu etmenler; iklim, toprak, bitki gelişme dönemleri, genetik özellikler; bitki organlarının (sap ve yaprak) büyümesi, gelişmesi, sararması ve kuru madde miktarları, bitkinin büyüme ve gelişme dönemlerindeki su ve azot eksikliğidir (Gençoğlan 1996).

Tarımsal işletmecilikte, CERES-Maize bitki gelişme modeli, kullanıcılara farklı sulama tarihleri ve sulama miktarlarını sunarak, en iyi sulama stratejilerini seçme veya karşılaştırma olanağı sağlamaktadır (Jones ve Ritchie 1990).

Bitki gelişim modelinin iyi sonuç verip vermediği ancak modeldeki analiz sonuçları ile arazi ölçümlerinin karşılaştırılması yoluyla belirlenebilir. Bitki büyüme modellerinin değerlendirilmesinde; deneme yerine, toprak özelliklerine, başlangıç koşullarına, iklim durumuna, tarımsal uygulamalara ve arazide yapılan ölçümlere gereksinim duyulmaktadır. Değerlendirme, yalnız bir uygulamanın olduğu çiftçi koşullarında yapıldığı gibi değişik iklim ve farklı uygulamalarda da yapılabilir (Anonim 1986).

Alexandrov (1995) 'un, Bulgaristan'ın temel ürünleri olan mısır ve kışlık buğday verimliliğini belirlemek amacıyla agrometeorolojik veriler ile CERES-Maize ve CERES-Wheat bitki-iklim modellerini kullanarak, yaptığı çalışmadan elde edilen sonuçların, bölgesel ve ulusal düzeyde, tarımsal karar vericiler tarafından kullanılabilmesi bildirilmiştir (Çaldağ 2000).

Gençoğlan (1996) tarafından, Adana'da TTM 815 mısır çeşidinin su-verim ilişkilerini, su kısıntısının verim ve verim bileşenleri ile kök dağılımına etkilerini belirlemek; infrared termometre ve porometre gözlemlerinden saptanan bitki su stresi indekslerinden yararlanarak sulama programını hazırlamak ve CERES-Maize bitki büyüme modelinin yöreye uyumluluğunu test etmek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada CERES-Maize bitki büyüme modelinin tarla kapasitesi, solma noktası ve su içeriklerine duyarlı olduğunu, ayrıca bazı konularda verim ve verim bileşenlerini tam olarak tahminleyemediğini belirlemiştir.

Rosenzweig ve Tubiello (1996), Amerika Birleşik Devletleri merkezinde gelecek mısır verimini tahmin etmek amacıyla, CO₂ ve sıcaklığın fizyolojik etkilerini kapsayacak nitelikte olan dinamik bir bitki gelişme modeli olan CERES-Maize modelini kullanmışlardır. Çalışmada, ülkenin merkezinde kuzey-güney

bölgesinde yer alan Fargo, North Platte, Dodge City ve San Antonio bölgeleri ele alınmış, 4 farklı ortalama sıcaklık artışı (1-4 °C) 1951-1980 yılları günlük iklim verilerine uygulanmıştır. Sıcaklık değişimlerinin iki farklı etkisi; minimum ve maksimum sıcaklıklar eşit olarak arttığı ve minimum sıcaklık maksimum sıcaklığın 3 katı olduğu koşullarda benzetim yapılmıştır. Ortalama sıcaklıktaki 1-4 °C'lik artışlar 4 bölgede de verim azalmasına neden olmuştur. Maksimum ve minimum sıcaklıklar eşit olarak arttığı koşul ile minimum sıcaklığın maksimum sıcaklığın 3 katı artması koşulunda elde edilen tane veriminde oldukça fazla bir azalma gözlenmiştir. Verim azalışları % 5-40 arasındadır. Bölgelerdeki verim azalışları mısır gelişme dönemlerinde sıcaklık artışlarının doğrudan etkisiyle sonuçlanmıştır. Minimum sıcaklığın ve maksimum sıcaklığın 3 katı artması koşulunda elde edilen verim, maksimum ve minimum sıcaklıkların eşit olarak artması koşulundaki verim değerinden % 4-25 daha fazla olacağı sonucunu elde etmişlerdir. Gözlemlenmiş ve benzetimi yapılmış mısır verimleri karşılaştırıldığında $P < 0.05$ düzeyinde bir farklılık gözlenmemiştir. Fargo'da gözlenen ve benzetimi yapılan verim değerleri sırasıyla, 2402 kg/da, 3010 kg/da, korelasyon katsayısı 0.41; North Platte'de 1863 kg/da, 1974 kg/da, korelasyon katsayısı 0.40; Dodge City'de 1512 kg/da, 1796 kg/da, korelasyon katsayısı 0.49, San Antonio'da 1237 kg/da, 1569 kg/da, korelasyon katsayısı 0.72 olarak bulunmuştur. Benzetilen ve gözlenen verim değerleri arasında korelasyon 0.4-0.7 arasındadır.

Durak ve Şaylan (1998), CRPSM (Bitki Verim Benzetim Modeli) ve CERES-Maize modellerini kullanarak, iklim değişimlerinde bitkinin verdiği tepkileri incelemişlerdir. CRPSM modeli kullanılarak, soya bitkisi için sıcaklığı yapay olarak 1 °C ve 2 °C arttırmış ve azaltmışlardır. Bunun sonucunda, bitkinin veriminde oldukça az değişim meydana geldiğini, bunun başlıca nedenlerini de, yağışların yeterli olması, toprakta yeterli suyun bitki gelişimi için bulunması, dolayısıyla tarımsal kuraklığın bulunmaması nedeniyle, yalnızca sıcaklık artışının bu modelde verim üzerinde beklenen etkiyi yapmaması sonucuna varmışlardır. Bunun dışında yağışın % 10 azaldığı kabulüne göre belirlenen verim değeri, modelin normal verilerle hesaplandığı verim değerinden % 0.73 daha az belirlenmiş, yağışın % 15 azalması durumunda verim % 1.93'lük

azalma göstermiş, yağışın % 20 azalması durumunda da % 2.6 azalma göstermiştir. CRPSM modelinin yağış ve sıcaklıkta meydana gelen değişikliklerden beklenenden daha az etkilendiği sonucuna varmışlardır. Sıcaklığın 1 °C'den 4 °C'ye kadar artması ve azalması durumunda bitki gelişimini ve verimini incelemişler, sıcaklık arttığında bitki gelişiminin hızlandığını, sıcaklık azaldığında ise bitki gelişiminin yavaşladığını belirlemişlerdir. Araştırmacılara göre, modeller ile ilgili yapılan çalışmalarda sıcaklık değişimlerinin her model tarafından verime farklı şekilde yansıdığını bunun da birkaç sebebi olduğunu belirtmişlerdir. Bazı modellerde bitki gelişimi hatta bitki gelişim dönemlerinin tüm aşamaları sıcaklığın bir fonksiyonu olarak hesaplanmakta, sıcaklıkta bazı alt ve üst limitlerle sınırlandırılarak bitkinin belirli bir aşamada gelişmeye başladığı ve belirli bir değerin üzerinde de gelişiminin durduğu belirlenmiştir. Bazı modellerde ise alt sıcaklık limitini kabul ederken, üst sıcaklık limiti koymadıklarından sıcaklık yapay olarak ne kadar artarsa artsın bu bitki gelişimini sınırlandırmamaktadır. Bu tür modeller ile bitki gelişiminin verime etkilerinin analizinde karşılaşılan bir diğer önemli zorluğunda bitkilerin gelişmeye başlamaları için gerekli alt sıcaklık limiti ve gelişmelerinin duracağı üst sıcaklık limitinin her bitki türü için farklı olduğunu bildirmişlerdir.

Nouna ve ark. (2000), yarı kurak Akdeniz iklim kuşağında mısır bitkisinin verim sonuçlarını tarla denemeleri ve CERES-Maize model sonuçları ile karşılaştırdıkları çalışmalarında, tam sulanan koşullarda tane veriminin 8046 kg/ha olarak ölçüldüğünü, % 7.26 değişimle 8676 kg/ha olarak model sonucunda tahminlendiğini belirtmişlerdir. Aynı çalışmada; tane ağırlığı arazi ölçümleri sonucu 0.2059 g, model sonucunda ise 0.2400 g olarak tahminlenmiş ve ikisi arasındaki değişimin % 14.20 olduğu belirtilmiştir. Yaprak alan indeksine ilişkin arazi sonuçları ile model sonuçlarını ise sırasıyla 4.14 ve 4.1 olarak ölçmüşler, değerler arasındaki farklılığın ise % 0.97 olduğunu belirtmişlerdir.

2.5. Genetik Katsayılar

Belirli bir çeşidin nasıl bir genetik katsayısına sahip olduğu, maksimum ve minimum sıcaklığa, gün uzunluğuna, toprağın su ve azot içeriğine, çeşidin morfolojisine veya yaşam boyunca belirli karakterlerine bağlıdır. Genetik katsayılar, genotip-çevre etkileşiminin, kontrollü veya tarla koşullarının bir sonucudur. Ancak, model kullanıcıları bitkinin yetiştiği ortamı kontrol eden etmenleri tam olarak belirleyemediklerinden, söz konusu bu katsayıları, ölçüm değerlerinden saptayamamaktadırlar.

Genetik katsayılar, bitkilerin fizyolojik özelliklerini belirlemek için çeşitli modellerde kullanılmaktadır. Modellerde genetik katsayılar kullanılarak, farklı toprak, iklim ve işletim koşullarında bitki gelişim modelleri ile çeşitli genotiplerin özelliklerinin daha doğru tahmin edildiği belirtilmiştir. Bu amaçla genetik katsayılar altında yatan çevre ve genotip etkileşimlerini çözmeye yönelik programlara gereksinim vardır. Var olan programlardan biri olan GENCALC (Genetik Katsayıları Hesaplama Modülü), arazide ölçülen değerleri ve başlangıçta verilen uygun katsayıları kullanarak (GNUM: Tane sayısı katsayısı, GGRO: Tanenin optimum sıcaklıktaki gelişim hızı, DUJU: Vejetatif gelişme süresinin başında 1 °C üstündeki gün sayısı, DESP: Yalnızca çiçeklenme başlangıcında fotoperiyod duyarlılığı, DUGF: En yüksek 34 °C olmak koşuluyla tane dolum periyodunda 8 °C'nin üstündeki gün sayısı) deneme yanılma yoluyla genotipler için genetik katsayıları belirlemektedir (Hunt ve ark. 1993).

Bir bölgede yetiştirilen hibrit mısırın o bölgeye kalibrasyonunda 5 genetik katsayı olduğu varsayılmıştır. Modelin kalibrasyonu, mısırın farklı bölgelerde ve tarihlerde ekimi yapılarak, yaprak ve tane sayısını, püskül çıkarma, fizyolojik olgunluk tarihi ile tane ağırlığı belirlenerek yapılmıştır. Bunun yanında, ekim yapılan geniş bölgelerde, birçok hibridi temsil eden genetik katsayılar da geliştirilmiştir (Hodges ve ark 1987).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Yeri

Araştırma Bursa ili Yenişehir ilçesinde 2004 yılında yürütülmüştür. Söz konusu deneme alanının denizden ortalama yüksekliği 233 m olup, 29° 30' E, 40° 13' N enlem ve boylamlarında yer almaktadır.

3.1.2. Toprak Özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.1. ve Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelgelerden de görüldüğü gibi 0-120 cm derinlikte 30 cm'lik katmanlara göre toprağın hacim ağırlığı 1.47-1.68 g/cm³, ağırlık esasına göre tarla kapasitesinin nem içeriği % 29.92-37.73 ve solma noktasının ise % 17.72-23.74, pH'ı 7.52-8.05, organik madde içeriği % 0.94-2.32 arasında değişmektedir. Toprak profilinin 120 cm'lik derinliğindeki toplam kullanılabilir nemi 242.89 mm'dir. Toprak bünyesi siltli-killi özellikte olup, alkalilik ve tuzluluk sorunu bulunmamaktadır.

Çizelge 3.1. Deneme Alanı Topraklarının Bazı Fiziksel Özellikleri

Toprak Derinliği (cm)	Tane İrilik Dağılımı (%)			Bünye Sınıfı	Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	Tarla Kapasitesi		Solma Noktası		Kullanılabilir Su Tutma Kapasitesi	
	Kum	Silt	Kil			P _w (%)	mm	P _w (%)	mm	P _w (%)	mm
0 – 30	12.67	36.33	50.99	Siltli-killi-tın	1.67	37.73	189.02	23.74	118.94	13.99	70.08
30 – 60	14.04	44.72	41.23	Siltli-kil	1.47	30.93	136.40	19.37	85.42	11.56	50.98
60 – 90	8.86	42.53	48.61	Siltli-kil	1.68	29.92	150.79	17.72	89.30	12.20	61.49
90 – 120	12.93	40.00	47.07	Siltli-killi-tın	1.60	36.30	174.24	23.73	113.90	12.57	60.34

Çizelge 3.2. Deneme Alanı Topraklarının Bazı Kimyasal Özellikleri

Toprak Derinliği (cm)	Toplam Tuz (%)	pH	Kireç (%)	Organik Madde (%)	Fosfor P ₂ O ₅ (kg/da)	Potasyum K ₂ O (kg/da)	EC (dS/m)
0 – 30	0.037	7.52	16.5	2.32	3.13	55.49	585
30 – 60	0.031	7.75	29.5	1.49	1.34	23.17	478
60 – 90	0.034	7.86	31.5	1.08	1.94	15.34	531
90 – 120	0.032	8.05	33.0	0.94	0.83	13.38	498

3.1.3. Sulama Suyunun Sağlanması

Sulama suyu deneme alanına 100 m uzaklıktaki derin kuyudan sağlanmıştır. Su örnekleri laboratuvarında analiz edilmiş ve yapılan analizler sonucunda denemede kullanılan sulama suyunun ABD Tuzluluk Laboratuvarı'nın hazırladığı diyagrama göre C₂S₁ sınıfına girdiği belirlenmiştir. C₂S₁ sınıfı, orta tuzlu ve az sodyumlu suları karakterize ederler. Toprak uygun olduğu takdirde tuza çok hassas bitkilerin haricinde sulama suyu amacıyla kullanılmaya uygundur (Benami ve Ofen 1984).

3.1.4. İklim Özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü 2004 yılına ilişkin iklim verileri ve 1984-2003 yıllarına ait uzun yıllık aylık ortalama iklim verileri (Çizelge 3.3) Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğüne bağlı Yenişehir İstasyonundan sağlanmıştır.

Bursa'da I. ürün mısırın yetiştirme döneminde (Mayıs-Ekim) uzun yıllara ilişkin ortalama aylık sıcaklıklar 13.7 °C-23.1 °C arasında değişmektedir. Çalışmanın yürütüldüğü 2004 yılında söz konusu dönemler için 15.5 °C-22.3 °C arasında değişen ortalama aylık sıcaklık değerlerinin uzun yıllık değerlere oldukça yakın olduğu görülmektedir. Mayıs-Ekim döneminde uzun yıllık ortalama yağış, 19.1 mm ile en düşük Temmuz ve 63.9 mm ile en fazla Ekim ayındadır (Çizelge 3.4). Uzun yıllık ortalama verilere göre, yetiştirme mevsimi boyunca düşen yağış, bir yıl içinde düşen toplam yağışın % 40'ını oluşturmaktadır. Mayıs-Ekim döneminde aylık toplam yağış 56.2 mm olup, en düşük 1.6 mm ile Eylül, en fazla 18.2 mm ile Mayıs ayındadır. En fazla buharlaşma ise 313.2 mm ile Temmuz ayında gözlenmiştir.

Mısır bitkisinin ekiminin yapıldığı Mayıs ayında 5 cm toprak derinliğindeki ortalama sıcaklık 21.6 °C, ekimin yapıldığı 4 Mayıs tarihindeki toprak sıcaklığı 16 °C olup, çimlenme için gerekli olan sıcaklık değerleri arasında kalmaktadır.

Çizelge 3.3. 2004 Yılı Aylık Ortalama İklim Verileri

Meteorolojik Elemanlar	Aylar												
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ort. Maksimum Sıcaklık (°C)	11.5	5.8	21.2	18.9	20.9	24.3	25.9	26.1	24.2	25.2	18.8	9.6	19.7
Ort. Minimum Sıcaklık (°C)	3.1	- 1.0	-1.5	2.8	11.4	16.5	18.6	18.8	13.5	12.0	0.6	2.2	7.9
Ortalama Sıcaklık (°C)	7.3	2.4	8.6	11.5	15.5	20.6	22.2	22.3	19.2	15.8	9.1	5.9	13.4
Toplam Yağış (mm)	62.9	74.0	51.4	61.6	18.2	20	2.8	7.2	1.6	6.4	75.3	81.7	463.1
Ortalama Bağıl Nem (%)	73.0	70.0	68.0	66.0	65.8	62.2	57.6	65.0	63.1	64.3	67	72	66.2
Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	2.5	1.8	2.0	2.3	1.7	1.9	2.9	2.3	2.6	1.8	1.9	2.2	2.2
Toplam Buharlaşma (mm)	-	-	-	-	157.2	198.7	313.2	249.1	201.9	153.2	90.0	-	194.76
Güneşlenme Süresi (saat)	3.2	3.4	4.15	5.2	9.0	9.5	12.5	8.9	9.0	6.9	3.1	2.8	6.5
Güneşlenme Şiddeti(cal/cm ²)	120.50	145.34	233.40	300.65	343.54	354.77	404.67	300.13	290.77	199.84	153.38	98.25	245.43
5 cm Toprak Sıcaklığı (°C)	3.0	4.0	7.3	12.5	21.6	27.6	30.7	29.3	25.0	19.3	8.7	4.8	16.2
10 cm Toprak Sıcaklığı (°C)	3.2	4.0	7.2	12.3	20.9	26.3	29.1	28.4	24.6	19.3	8.9	5.0	15.8
20 cm Toprak Sıcaklığı (°C)	3.8	4.3	7.0	11.4	19.4	23.9	27.0	26.9	23.9	19.4	9.7	5.4	15.2
50 cm Toprak Sıcaklığı (°C)	6.2	5.7	7.4	10.5	17.8	22.2	25.6	26.5	23.9	20.5	11.7	6.3	15.4
100 cm Toprak Sıcaklığı (°C)	8.1	7.2	7.8	10	15.8	19.4	22.7	24.6	23.5	21.5	14.0	7.8	15.2

Çizelge 3.4. Uzun Yıllık Ortalama İklim Verileri (1984-2003)

Meteorolojik Elemanlar	Aylar												
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ort. Maksimum Sıcaklık (°C)	8.2	9.6	13.1	18.7	23.3	27.4	30.0	30.1	26.5	21.0	14.7	9.1	19.3
Ort. Minimum Sıcaklık (°C)	-0.4	-1.0	1.0	5.3	8.7	12.1	14.6	14.4	10.6	7.5	3.7	1.4	6.5
Ortalama Sıcaklık (°C)	3.6	4.0	6.8	11.9	16.4	20.6	23.1	22.7	18.5	13.7	8.6	5.0	12.9
Ortalama Yağış (mm)	49.5	44.0	42.9	62.5	49.0	41.6	19.1	19.5	25.0	63.9	56.6	66.9	540.5
Ortalama Bağıl Nem (%)	75	71	69	68	67	64	63	65	66	72	74	76	69
Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	2.2	2.3	2.2	1.9	1.7	1.6	1.9	1.8	1.5	1.3	1.8	2.4	1.9
Ortalama Buharlaşma (mm)	-	-	-	78.0	125.0	160.8	195.6	176.6	121.2	65.6	11.5	-	184.3
Güneşlenme Süresi (saat)	3.24	3.43	4.47	5.43	7.43	9.28	10.04	9.29	7.39	5.19	3.51	2.28	6.08
Güneşlenme Şiddeti (cal/cm ²)	121.96	169.84	241.40	302.66	382.01	430.08	428.77	388.91	316.29	204.63	132.13	95.38	267.84
5 cm Toprak Sıcaklığı (°C)	4.0	5.0	8.4	14.5	20.5	25.6	28.4	27.8	22.6	16.1	9.3	5.2	15.6
10 cm Toprak Sıcaklığı (°C)	4.2	5.0	8.2	14.3	20.0	24.7	27.2	26.9	22.4	16.4	9.7	5.5	15.4
20 cm Toprak Sıcaklığı (°C)	4.8	5.2	8.0	13.4	19.0	23.4	25.9	25.8	22.1	16.7	10.3	6.2	15.1
50 cm Toprak Sıcaklığı (°C)	7.0	6.7	8.4	12.5	17.0	21.1	23.9	24.6	22.2	18.3	12.9	8.9	15.3
100 cm Toprak Sıcaklığı (°C)	9.1	8.1	8.8	11.4	14.8	18.3	21.0	22.4	21.5	19.0	15.0	11.3	15.1

3.1.5. Bitki Özellikleri

Araştırmada Sygenta firmasının **Tector** melez mısır çeşidi kullanılmıştır. Söz konusu çeşit ana ürün olup, orta geççi bir çeşittir (Anonim, 2003b). FAO olgunlaşma grubuna göre 700 gurubunda yer alan **Tector** çeşidinin olgunlaşma gün sayısı 115-125 gün arasında değişmektedir (Anonim 2005).

3.1.6. Veri Tabanı

İklim modellerinin geçerliliği, özel deneysel koşullar altında uygun gözlem verileri ile bitki özelliklerinin benzetimine bağlıdır. Minimum veri tabanı; bitki gelişme dönemi boyunca deneysel olarak elde edilen iklim verileri, toprak özellikleri ve bitki yönetimine ilişkin deneysel verileri kapsar (Jones ve Ritchie 1990).

CERES-Maize modeli için gereksinim duyulan girdiler; iklim, toprak, genetik özellikler ve yönetim ile ilişkilidir.

DSSAT V3.0 bitki gelişim modelinde iklim veri tabanı, İklim Verileri menüsü altında çalışan programda oluşturulmuştur. İklim istasyonu tanımlanırken deneme alanına ilişkin enlem, boylam, denizden yükseklik değerleri girilmiştir. İklim veri tabanı oluşturulurken; günlük solar radyasyon (MJ/m^2), maksimum-minimum hava sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$) ve yağış (mm) değerlerinden yararlanılmıştır.

Toprak veri tabanı, Toprak Verileri menüsü altında çalışan programda oluşturulmuştur. Toprak veri tabanı oluşturulurken; toprak tekstürü, eğim, drenaj, toprak katman derinlikleri, kum yüzdesi, silt yüzdesi, kil yüzdesi, hacim ağırlığı, pH, organik madde, toplam tuzluluk ve elektriksel iletkenlik değerleri tanımlanmıştır.

Yönetim veri tabanında ise, ekim tarihi, ekim derinliği, bitki sıklığı, ekim yöntemi, ekim sıklığı, sıra aralığı, bitki çeşidi, sulama ve gübre uygulamalarının tarih ve miktarları tanımlanmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analiz Yöntemleri

Deneme alanı topraklarının temel bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Bozulmuş toprak örnekleri, 0-120 cm profil derinliğinden 30 cm'lik katmanlardan sistematik örnekleme esasına göre bozulmamış toprak örnekleme yöntemine göre alınmıştır.

3.2.2. Toprak Hazırlığı ve Ekim

Deneme yeri, pullukla derin sürülmüş, ekimden önce lister, diskaro ve tapan çekilerek tohum yatağı hazırlanmıştır. Deneme parsellerine 4 sıralı pnömatik mibzerle 5 cm derinliğe, sıra arası 70 cm ve sıra üstü 18 cm olacak şekilde 4 Mayıs 2004 tarihinde dekara ortalama 7937 adet **Tector** mısır tohumu gelecek şekilde ekim yapılmıştır.

3.2.3. Gübreleme

Deneme parsellerine ekimle birlikte 15-15-15 NPK gübresinden dekara 45 kg uygulanmıştır. Uygulanması gereken kalan azot, üre formunda sulama suyu ile birlikte parsellere verilmiştir. Ürenin ilk yarısı ekimden 67 gün sonra, 10 Temmuz 2004 tarihinde, dekara 20 kg olacak şekilde II. sulamayla birlikte uygulanmıştır (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5. Parsellere Uygulanan Gübre Miktarları (kg/da)

Uygulama Tarihi	Gübre Cinsi	Miktar (kg/da)	Parsellerdeki Miktar (kg)	Toplam Deneme Alanındaki Miktar (kg)
04.05.2004	NPK	45	2.52	120.96
10.07.2004	Amonyum nitrat	20	1.12	53.76

3.2.4. Araştırma Konuları ve Deneme Deseni

Deneme parsellerinin uzunluğu 10 m, genişliği 5.6 m olacak şekilde düzenlenmiştir. Parsel arasındaki mesafe 1.5 m, bloklar arasındaki mesafe ise 3 m'dir. Her parselde, sıra aralığı 70 cm olan 8 bitki sırası bulunmaktadır. Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak düzenlenmiştir. Deneme alanı ile bir parselin ayrıntılı görünümü Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de verilmiştir.

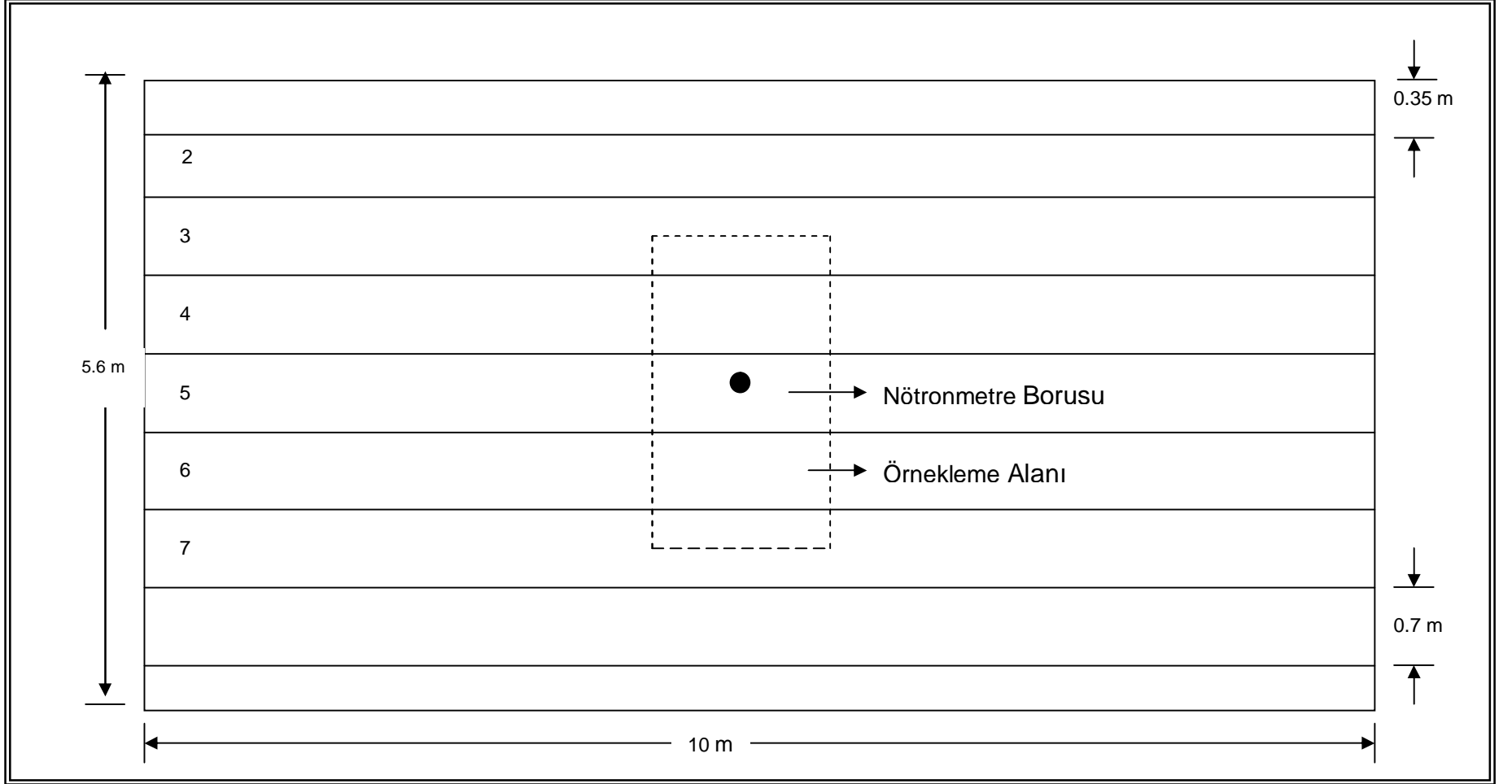
Mısır bitkisinin gelişme dönemleri; vejetatif gelişme (V), tepe püskülü (T), koçan çıkarma (K) ve süt olum (S) dönemi olmak üzere 4'e ayrılmaktadır (Doorenbos ve Kassam 1979). Denemede sulama konuları, bitki gelişme dönemlerinde su eksikliğinin olması ve olmamasına göre bitkinin 4 gelişme dönemi dikkate alınarak 16 farklı sulama konusu oluşturulmuştur.

Kısıtlı sulama yapılan parsellere 0-90 cm toprak derinliğinin tarla kapasitesine getirilmesi için gerekli olan suyun % 50'si, kısıntısız sulama yapılan parsellere ise tamamı uygulanmıştır. Buna göre sulama konuları;

- VTKS: Tüm gelişme dönemlerinde su eksikliğinin olmaması
- TKS: Vejetatif gelişme döneminde su eksikliğinin olması
- VKS: Tepe püskülü döneminde su eksikliğinin olması
- VTK: Süt olum döneminde su eksikliğinin olması
- VTS: Koçan çıkarma döneminde su eksikliğinin olması
- VT: Koçan çıkarma ve süt olum dönemlerinde su eksikliğinin olması
- VK: Tepe püskülü ve süt olum dönemlerinde su eksikliğinin olması
- VS: Tepe püskülü ve koçan çıkarma döneminde su eksikliğinin olması
- TK: Vejetatif gelişme ve süt olum dönemlerinde su eksikliğinin olması
- TS: Vejetatif gelişme ve koçan çıkarma dönemlerinde su eksikliğinin olması
- KS: Vejetatif gelişme ve tepe püskülü dönemlerinde su eksikliğinin olması
- V: Tepe püskülü, koçan çıkarma ve süt olum dönemlerinde su eksikliğinin olması

- T: Vejetatif gelişme, koçan çıkarma ve süt olum dönemlerinde su eksikliğinin olması
- K: Vejetatif gelişme, tepe püskülü ve süt olum dönemlerinde su eksikliğinin olması
- S: Vejetatif gelişme, koçan çıkarma ve tepe püskülü dönemlerine su eksikliğinin olması
- Susuz: Tüm gelişme dönemlerinde su eksikliğinin olması

Denemede sulama konularının bloklardaki tesadüfi dağılımı Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Bir Parselin Ayrıntılı Görünümü

16 NOLU PARSEL VTK	16 NOLU PARSEL TKS	16 NOLU PARSEL T
15 NOLU PARSEL VK	15 NOLU PARSEL T	15 NOLU PARSEL VS
14 NOLU PARSEL TK	14 NOLU PARSEL V	14 NOLU PARSEL Susuz
13 NOLU PARSEL Susuz	13 NOLU PARSEL VK	13 NOLU PARSEL V
12 NOLU PARSEL VS	12 NOLU PARSEL Susuz	12 NOLU PARSEL VKS
11 NOLU PARSEL VT	11 NOLU PARSEL VTKS	11 NOLU PARSEL TKS
10 NOLU PARSEL K	10 NOLU PARSEL KS	10 NOLU PARSEL KS
9 NOLU PARSEL KS	9 NOLU PARSEL TK	9 NOLU PARSEL S
8 NOLU PARSEL TKS	8 NOLU PARSEL K	8 NOLU PARSEL VT
7 NOLU PARSEL V	7 NOLU PARSEL VT	7 NOLU PARSEL VK
6 NOLU PARSEL T	6 NOLU PARSEL VKS	6 NOLU PARSEL VTS
5 NOLU PARSEL VTKS	5 NOLU PARSEL S	5 NOLU PARSEL TK
4 NOLU PARSEL VTS	4 NOLU PARSEL VTK	4 NOLU PARSEL K
3 NOLU PARSEL VKS	3 NOLU PARSEL TS	3 NOLU PARSEL VTK
2 NOLU PARSEL S	2 NOLU PARSEL VTS	2 NOLU PARSEL TS
1 NOLU PARSEL TS	1 NOLU PARSEL VS	1 NOLU PARSEL VTKS

III. TEKRAR

II. TEKRAR

I. TEKRAR

Şekil 3.2. Deneme Alanının Görünümü

3.2.5. Toprak Nemi Gözlemleri

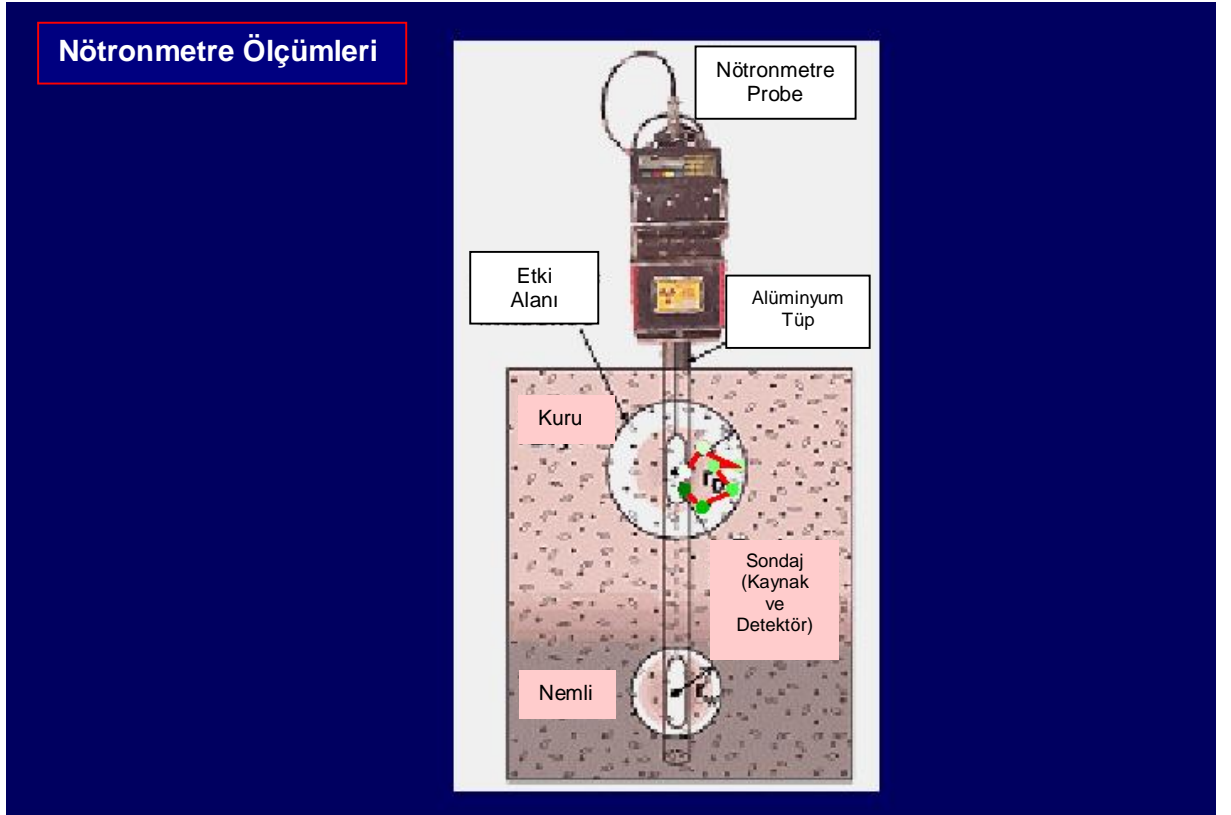
Toprak nemi gözlemleri Nötronmetre ile yapılmıştır. Ancak 0-30 cm'lik toprak katmanında nötron kaçıışı olacağı düşüncesiyle bu katmanda toprak nemi gravimetrik olarak izlenmiştir (Şekil 3.3). Diğer katmanlarda ise toprak nemi sulama öncesinde 30 cm'lik katmanlar halinde nötronmetre yöntemiyle (Şekil 3.4) izlenmiştir.

Nötronmetre yöntemi, yüksek bir yavaşlatma kapasitesine sahip hidrojen atomlarının, aygıtın radyoaktif kaynağından (çoğunlukla Amerikyum241/ Berilyum) saçılan nötronları yavaşlatarak, topraktaki suda bulunan hidrojen atomlarının belirlenmesi esasına dayanır. Nötronmetre, hızlı nötronları saçan bir kaynak ile buna birleşik yavaşlatılmış nötronları sayabilen bir dedektörden oluşur (Şekil 3.4).

Topraktaki mevcut nemin ölçümü için, nötronmetre probuna uygun ve araziye yerleştirilecek tüpler kullanılır. Tüpler toprakta fazla bir bozulmaya yol açmadan ve sıkıştırmadan açılan deliklere tüp ile toprak arasında boşluk kalmayacak şekilde yerleştirilmelidir (Çetin 2003).



Şekil 3.3. Parsellerden Alınan Toprak Örneklerinin Nem İçeriğinin Belirlenmesi



Şekil 3.4. Parsellerde Nötronmetre Ölçümleriyle Nem İçeriğinin Belirlenmesi

Nötronmetre ölçümlerini yapabilmek amacıyla, parsellerin ortasına 150 cm derinliğe kadar, 4.4 mm iç çapında ve 3 mm et kalınlığındaki alüminyum tüpler yerleştirilmiştir (Şekil 3.5). Ölçümler 15 saniye süre ile yapılmış ve dedektör tüpü içeren Hydroprobe tipi 503 DR Hydroprobe nötronmetre kullanılmıştır (Şekil 3.6).

Sulamadan önce, orta bloktan gravimetrik yöntemle 0-30 cm'lik toprak katmanından alınan örneklerin nem içerikleri ağırlık yüzdesi cinsinden (%), hacim yüzdesi cinsinden (%) ve derinlik (mm) cinsinden hesaplanmış, ağırlık yüzdesi (%) cinsinden nem içeriklerinin değişim grafiği Şekil 3.7'de verilmiştir. Sulamadan sonra 0-30 cm'lik toprak katmanındaki ağırlık yüzdesi cinsinden nem içeriklerinin değişimi ise Şekil 3.8'de verilmiştir.

Tüm blok parsellerinde 30 cm'lik katmanlar halinde, 0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm ve 90-120 cm toprak katmanlarında yapılan nötronmetre okumalarının ortalamaları alınarak, kalibrasyon eşitliklerinde ilgili toprak katmanı için belirlenen eşitlik yardımıyla toprak nem içeriği hacim yüzdesi (%) cinsinden

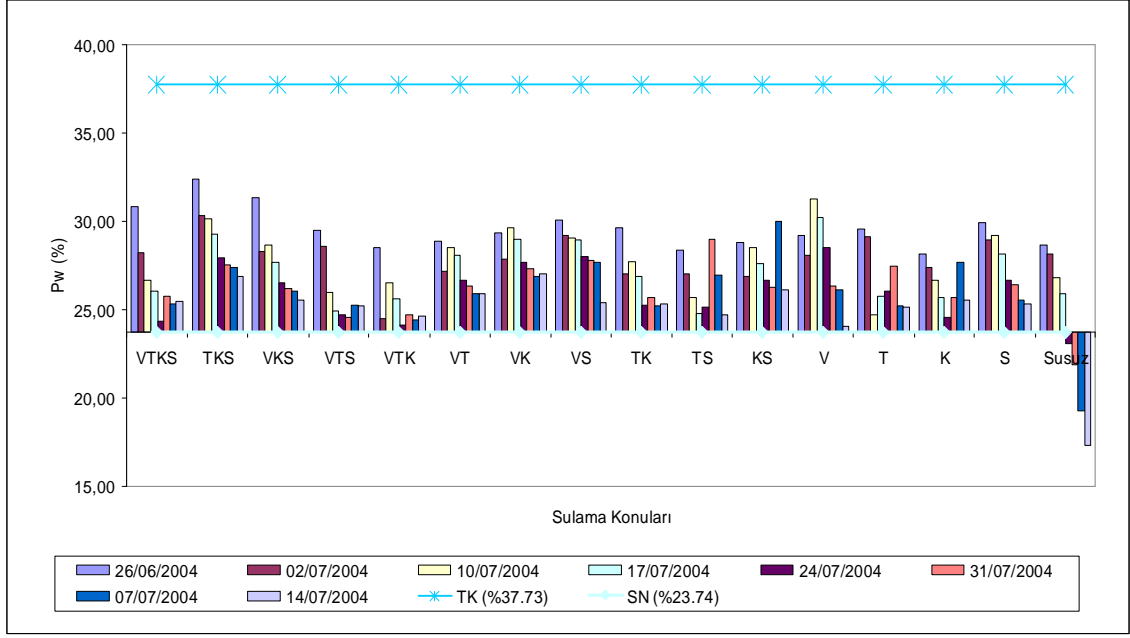
belirlenmiş ve 0-120 cm toprak neminin toplamı alınarak Çizelge 3.6 ve Şekil 3.9'da verilmiştir.



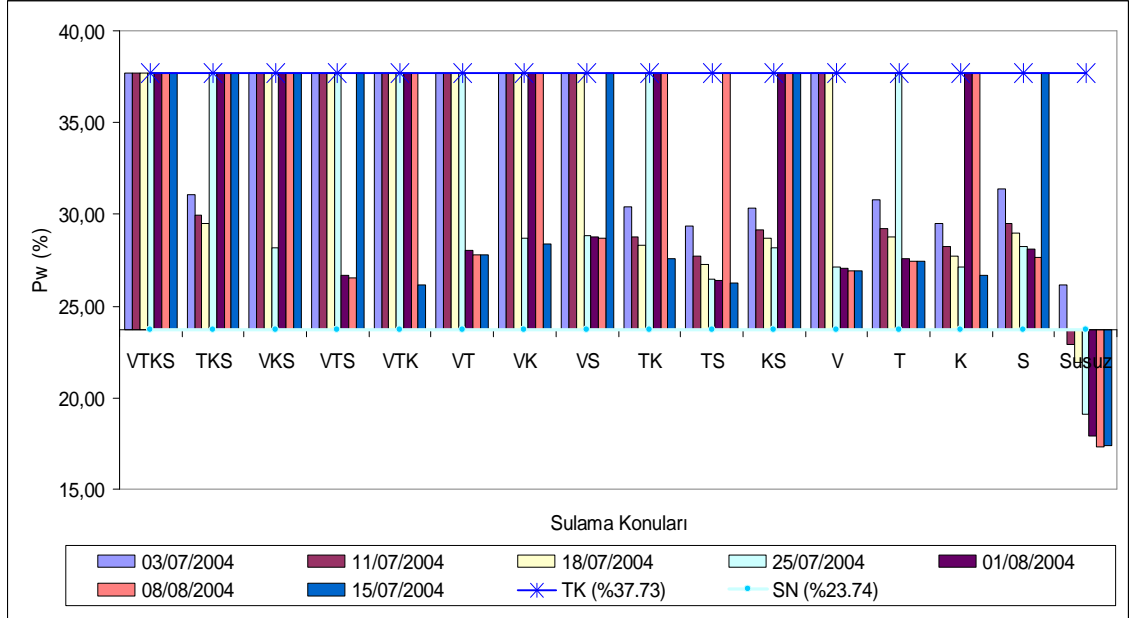
Şekil 3.5. Parsellerde Alüminyum Tüplerin Yerleştirilmesi



Şekil 3.6. Parsellerde Nötronmetre Ölçümü



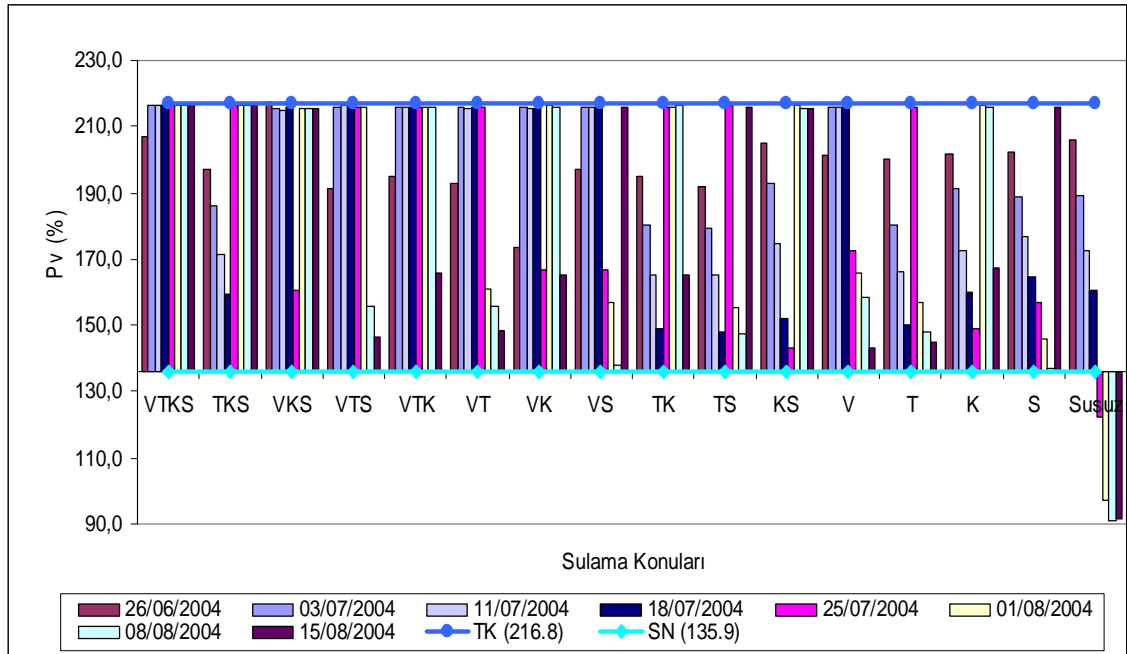
Şekil 3.7. Sulamadan Önce 0-30 cm'lik Toprak Katmanı Ağırlık Yüzdesi Cinsinden Nem İçeriğinin Değişimi



Şekil 3.8. Sulamadan Sonra 0-30 cm'lik Toprak Katmanı Ağırlık Yüzdesi Cinsinden Nem İçeriğinin Değişimi

Çizelge 3.6. 0-120 cm'lik Toprak Katmanlarının Hacim Yüzdesi Cinsinden Nem İçerikleri (%)

Konular	26/06/2004	03/07/2004	11/07/2004	18/07/2004	25/07/2004	01/08/2004	08/08/2004	15/08/2004
VTKS	206.8	216.6	216.5	216.5	216.6	216.4	216.5	216.4
TKS	197.0	186.1	171.6	159.3	216.4	216.3	216.4	216.4
VKS	217.7	215.4	214.8	215.8	160.6	215.6	215.4	215.5
VTS	191.6	216.0	216.2	215.9	215.8	215.7	155.8	146.2
VTK	194.8	216.0	215.8	216.1	215.9	216.1	216.0	166.0
VT	193.0	215.7	215.6	216.1	216.0	161.0	155.6	148.5
VK	173.7	216.0	215.6	215.4	167.0	216.2	216.0	165.0
VS	197.3	215.8	215.9	215.9	166.7	156.7	138.2	216.0
TK	195.0	180.1	165.3	148.9	216.0	215.8	216.2	165.3
TS	192.1	179.1	165.2	148.2	216.5	155.4	147.4	215.8
KS	204.8	192.8	174.7	152.3	143.5	216.4	215.6	215.4
V	201.1	215.9	215.7	216.0	172.5	165.7	158.6	143.2
T	200.4	180.4	166.4	150.1	216.0	157.0	148.2	145.0
K	202.0	191.5	172.4	160.1	149.1	216.3	215.9	167.2
S	202.2	188.9	176.5	164.5	156.9	145.9	137.0	215.9
Susuz	206.2	189.2	172.6	160.4	122.4	97.4	91.2	91.4



Şekil 3.9. 0-120 cm'lik Toprak Katmanlarının Hacim Yüzdesi Cinsinden Nem İçerikleri (%)

3.2.6. Sulama Yöntemi ve Uygulanacak Sulama Suyunun Belirlenmesi

Sulama zamanının ve uygulanacak sulama suyu miktarının belirlenmesi aşamasında kullanılacak kalibrasyon eğrisinin çıkarılması amacıyla, deneme parsellerinin yanında yaş kalibrasyon için 3 m x 3 m boyutlarında, ortasına alimünyum boru çakılmış ve doygun hale getirilmiş bir havuz yapılmıştır. Kuru kalibrasyon ölçümlerini izlemek için de parsellerin yanında sulanmayan bölümde oluşturulan havuzun ortasına alimünyum boru çakılmış ve ölçümler buradan yapılmıştır. Deneme parsellerinde sulamaya başlamadan önce yaş ve kuru kalibrasyon havuzlarından 0-30, 30-60, 60-90 ve 90-120 cm derinliklerinde toprak örnekleri alınmış, toprak nemi gravimetrik yöntemle belirlenmiş ve nötronmetre okumaları ile karşılaştırılarak kalibrasyon eğrisi çıkarılmıştır (Gençoğlan 1996).

Deneme parsellerinde yapılan nötronmetre okumalarına karşılık toprak nemi değerleri, kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak bulunmuştur. Sulama suyu miktarı kısıntsız koşullarda, 90 cm'deki toprak nemi tarla kapasitesine getirilinceye kadar, kısıntılı koşullarda ise bu değer yarısı kadar uygulanmıştır. Sulamalar, 7 gün aralıklarında yapılmış ve sulama suyu damla sulama yöntemiyle verilmiştir. Sistemde, 1 atm işletme basıncında, 4 L/h debiye sahip, laterale geçik tipte (inline), 0.20 m aralıklı damlatıcılar kullanılmıştır. Sistemde basınç düzenleyici kullanılmadığından, tüm parsellerin damlatıcı debileri ayrı ayrı ölçülmüş ve debi farklarına bağlı olarak parsel katsayıları elde edilmiştir. Sulama suyu derinlik cinsinden, damlatıcı debilerine bağlı olarak parsel katsayıları ile düzeltilerek uygulanmıştır.

Damla sulama yöntemiyle sulamalara başlamadan önce ekimin ardından 90 cm toprak derinliği, tarla kapasitesine getirilinceye kadar yağmurlama sulama yöntemiyle sulama suyu verilmiştir.

3.2.7. Nötronmetre Kalibrasyonu

Diğer yöntemler gibi nötronmetrede de gravimetrik yöntem ile kalibrasyon yapılması gerekir. Nötronmetre okumaları ile hacimsel toprak nem içeriği

arasında doğrusal bir ilişki vardır. Arazide okunan nötronmetre değerleri ancak iyi bir kalibrasyon doğrusu yardımıyla hacimsel toprak nem içeriğine doğru dönüştürülebilir (Çetin 2003). Bu eşitlik;

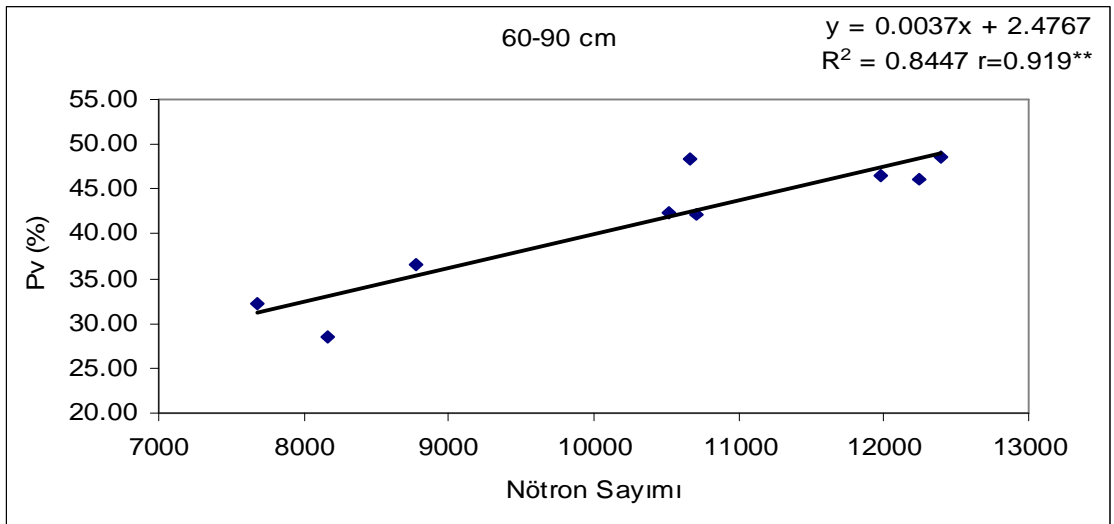
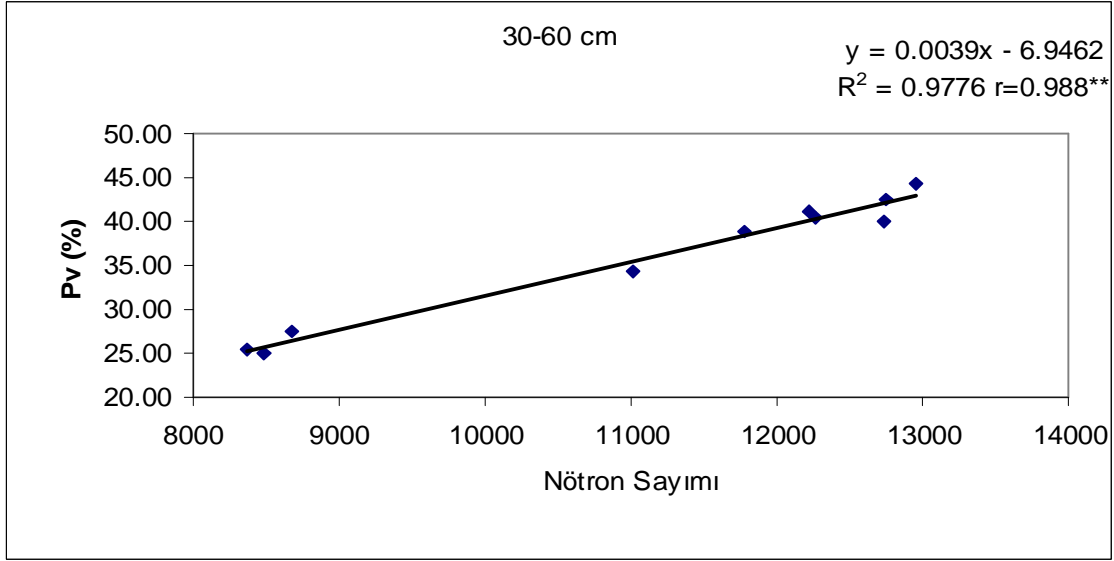
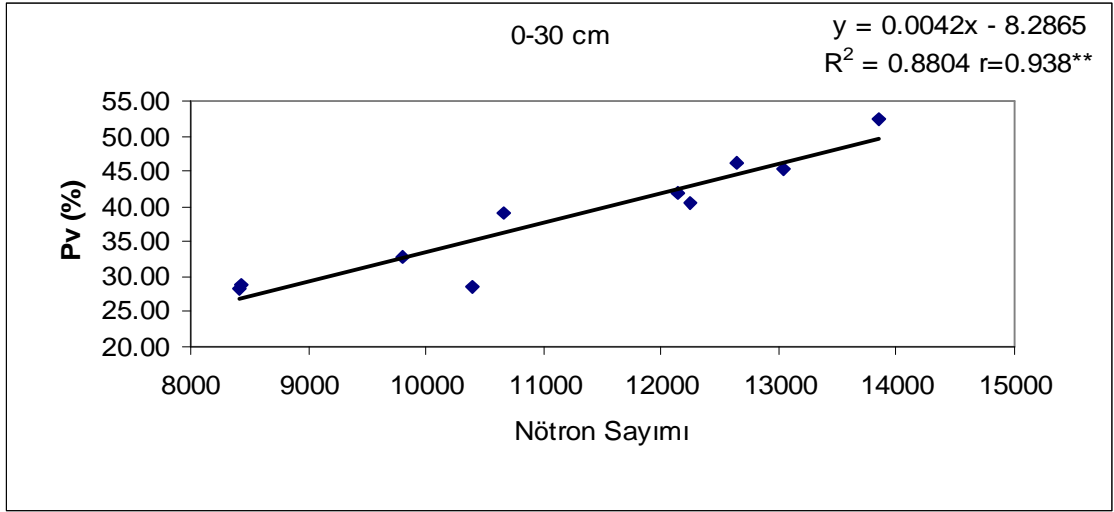
$$O_h = a + b (NO)$$

- O_h : Toprak hacimsel nem içeriği (%)
 a : Kalibrasyon eğrisi sabiti (intercept)
 b : Kalibrasyon doğrusunun eğimi
 NO : Nötronmetre okuması

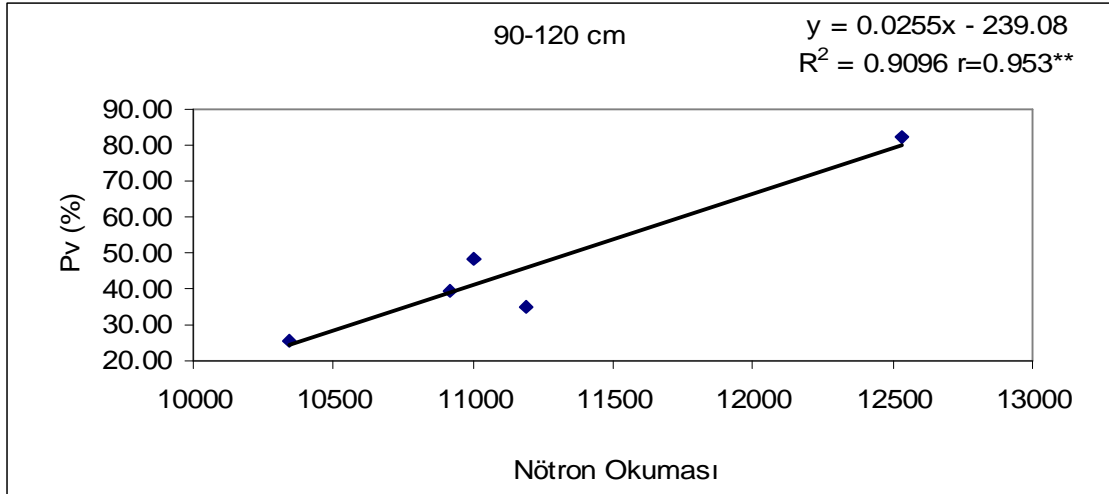
Kalibrasyon havuzlarında 0-120 cm'lik toprak profilindeki 0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm ve 90-120 cm katmanlarından alınan toprak örneklerinden toprak nemi değerleri belirlenmiş ve aynı derinliklerde nötronmetre ile okumalar yapılmıştır. Yaş ve kuru kalibrasyon havuzu topraklarının tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri ile karşılaştırıldığında, 0-120 cm'lik toprak katmanlarının toprak nemi değerleri tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri arasında kalmaktadır.

Toprak profilinde 30 cm'lik katmanlar halinde yapılan nötronmetre okumaları ile toprak nemi değerlerinden belirlenen nötronmetre kalibrasyon eşitlikleri Şekil 3.10'da verilmiştir.

Şekilden de görüldüğü gibi nötronmetre okumaları ile hacimsel nem içeriği değerleri arasındaki belirleme katsayıları 0.84-0.97 arasında değişmektedir. En yüksek korelasyon katsayısı 30-60 cm toprak derinliğinde ($r=0.988^{**}$) ve en düşük ise 60-90 cm toprak derinliğinde ($r=0.919^{**}$) bulunmuştur. Bulunan korelasyon katsayıları $P<0.01$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Kalibrasyon eşitliklerinin eğimleri 0.0037-0.0255, arakesitleri ise 2.4767-239.08 arasında değişmektedir.



Şekil 3.10. Toprak Profiline Farklı Derinlikleri için Belirlenen Kalibrasyon Eşitlikleri



Şekil 3.10. (Devam) Toprak Profiline Farklı Derinlikleri için Belirlenen Kalibrasyon Eşitlikleri

3.2.8. Mısır Bitkisine İlişkin Gözlem ve Ölçümler

Gözlem ve ölçümlere mısır bitkisinin ekim tarihi olan 4 Mayıs 2004 tarihinden itibaren 30 gün sonra başlanmıştır. Ölçüm ve gözlemler, sulamaya başlamadan önce 10 günde bir, daha sonra ise her 15 günde bir olacak şekilde tekrarlanmış, ekimden 105 gün sonra 18 Ağustos 2004 tarihinde sona erdirilmiştir. Gözlem ve ölçümler, Gençoğlan (1996) ve Turgut (2000)'un belirttiği ilkelere göre yapılmıştır.

3.2.8.1. Gelişme Dönemleri

Mısır bitkisinin vejetatif gelişme, tepe püskülü, koçan çıkarma ve süt olum dönemlerinin tarihleri ve bu dönemlerdeki gelişimleri gözlenmiştir.

3.2.8.2. Bitki Boyu ve Yaprak Sayısı

Deneme alanında yer alan 48 parselde; her parselin 1-2. ve 7-8. sıraları sınır etkisi nedeniyle gözlem dışı bırakılmış, 3.,4.,5.,6. sıralarda, 2 mısır bitkisi işaretlenerek toplam 8 bitkide toprak yüzeyinden tepe püskülünün ucuna kadar olan uzunlukları şerit metre ile ölçülmüş ve elde edilen değerlerden ortalama

bitki boyu hesaplanmıştır. Ayrıca deneme parsellerinde işaretli olan 8 bitkinin yaprakları sayılmıştır.

3.2.8.3. Yaprak Alanı

Yaprak alanı gözlemlerine ekim tarihinden itibaren 60 gün sonra 4 Temmuz 2004 tarihinde ilk sulamadan önce başlanmış, ölçümler her 15 günde bir tekrarlanmıştır. Gözlemlere ekimden 105 gün sonra 18 Ağustos 2004 tarihinde son verilmiştir.

Sulama konularına göre yaprak alanlarını belirlemek amacıyla II. blok deneme parsellerinin 1. sırasından, sıra ortasından ve genel olarak gelişimi parsellerdeki diğer bitkilerle aynı olan, bir bitki toprak yüzeyinden kesilerek örneklenmiştir. Örneklenen bitkinin yaş ağırlığı ölçülmüş ve yaprakları gövdeden ayrılarak, yaprak alanları planimetre ile tekrarlamalı ölçülmüştür. Bir bitkinin toplam yaprak alanı, bitkiye arazide bırakılan alana oranlanarak yaprak alan indeksi (LAI) belirlenmiştir (Karaata 1991).

3.2.8.4. Kuru Madde Miktarı ve Gövde Kalınlığı

Yukarıda belirtilen yaprak alanı ölçümünden sonra, örneklerin gövdeleri kumpas ile ölçülmüş ve ortalamaları alınmıştır. Kuru madde miktarlarının saptanması için yaş ağırlıkları alınan örneklerin, yaprakları, gövdeleri ve koçanları (koçan çıktıktan sonra) etüvde 65 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş, kuru ağırlıkları bulunmuştur (Karaata 1991). Yaş ve kuru ağırlıklarına göre kuru madde miktarı hesaplanmıştır.

3.2.8.5. Koçan Yüksekliği, Koçan Boyu ve Koçan Çapı

Hasatta, sulama konularından rastgele seçilen 10 bitkide ölçümler yapılmıştır. Koçan yüksekliği ölçülürken, toprak seviyesinden üst koçanın bağlı olduğu boğuma kadar olan mesafe ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır. Koçan

boyu ölçülürken, koçanın uzunluğu esas alınmış ve ortalama koçan boyu bulunmuştur. Koçan çapı belirlenirken, koçanın ortası, kumpas ile ölçülmüştür.

3.2.8.6. Koçanda Sıra Sayısı, Sırada Tane Sayısı ve Koçanda Tane Sayısı

Hasatta, sulama konularından rastgele seçilen 10 mısır bitkisinin koçanlarının sıraları ve koçanın ortasına gelen sırada, tane sayısı sayılmış, iki değer çarpılmasıyla, koçanda tane sayısı belirlenmiştir.

3.2.8.7. Taneleme Yüzdesi

Her bloktan, çeşidi temsil eden, 5 adet koçan seçilerek tartılmışlardır. Söz konusu koçanlar elle tanelerek, tane ağırlıkları hassas tartı ile tartılmış ve tane ağırlığının koçan ağırlığına oranı ile taneleme yüzdesi hesaplanmıştır.

3.2.8.8. Tek Koçan Ağırlığı

Her bloktan çeşidi temsil eden 5 adet koçan tek tek tartılarak, elde edilen ağırlıkların ortalaması alınmış ve gram olarak ifade edilmiştir.

3.2.8.9. 1000 Tane Ağırlığı

Elle tanelenen mısır tanelerinden rastgele 100 tanesi seçilerek, ağırlıkları ölçülmüş ve ortalamaları 10 ile çarpılarak 1000 tane ağırlığı hesaplanmıştır.

3.2.8.10. Tane Ağırlığı

Elle tanelenen mısır taneleri sayılarak, ağırlıkları 0.01 g duyarlı hassas terazide tartılarak belirlenmiştir. Ortalama tane ağırlığı; toplam tane ağırlıklarının ortalama tane sayısına bölünmesiyle bulunmuştur.

3.2.8.11. Hasat Nemi

Koçanlarından ayrılan taneler karıştırılarak, nem ölçümü Draminski Nem Ölçer aleti ile üç tekrarlı yapılmış ve nem değerlerinde herhangi bir ekstrem değer olmadığı görüldüğünde ortalamaları alınarak hasat nemi belirlenmiştir.

3.2.8.12. Toprak Üstü Kuru Madde Miktarı (Biomass)

Hasatta orta blok parsellerinin 2. sırasından 5 bitki kök bölgesinden kesilmiş, bitkiler arasındaki uzaklık ölçülmüştür (Şekil 3.11). Örneklenen bitkilerin yaş ağırlıkları alınarak, toprak üstü kuru madde miktarlarının saptanması için örneklerin, yaprakları, gövdeleri ve koçanları ayrı ayrı etüvde 65 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur (Karaata 1991). Bu değerlerden, birim alandaki kuru madde miktarı aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenmiştir (Howell ve ark. 1992) .

$$ABM = \frac{LM + EM + SM}{0.70 \times RL}$$

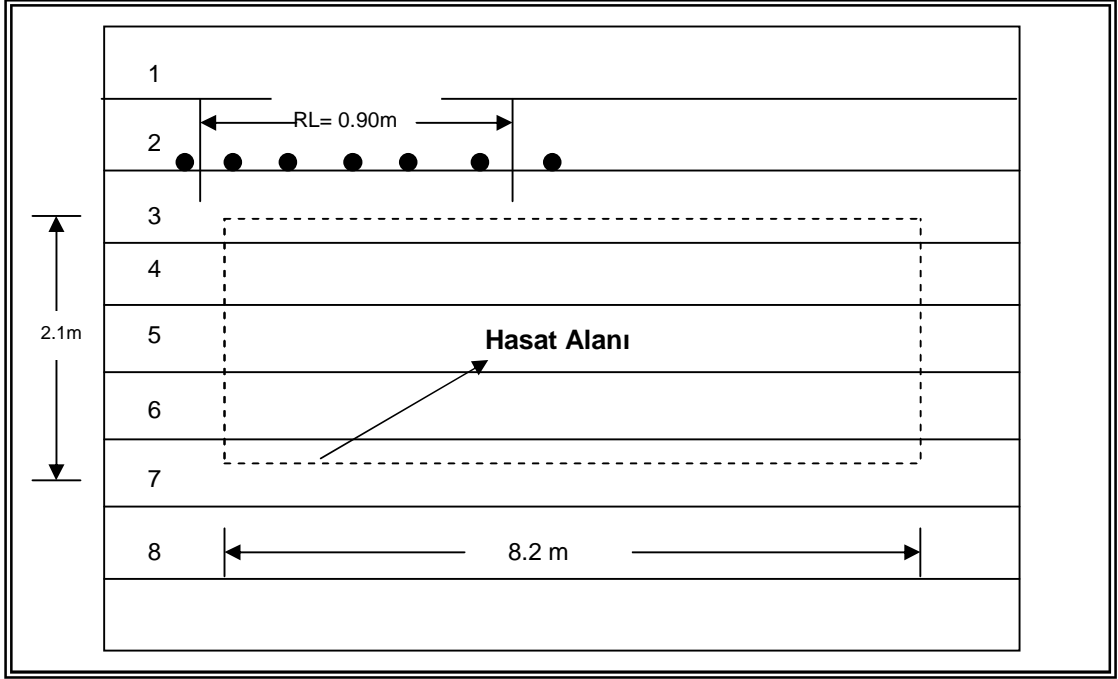
ABM: Toprak üstü kuru madde miktarı (kg/m²)

LM: Yaprak kuru ağırlığı (kg)

EM: Koçanın kuru ağırlığı (kg)

SM: Sapın kuru ağırlığı (kg)

RL: Bitki örneklerinin alındığı bölüm uzunluğu (m) (0.90 m)



Şekil 3.11. Parsellerden Örnek Bitkilerin Alınması ve Hasat Alanı

3.2.8.13. Tane Verimi

Parsel verimleri aşağıdaki eşitliğe göre % 15 nem esas alınarak hesaplanmıştır (Anonim 2001b) .

$$\%15\text{NemeGöreDüzeltilmişAğırlık} = \text{Parselkoçanağaağırlı} \frac{(100 - nem)}{85} \times \text{TanelemeYüzdesi}$$

3.2.9. Hasat

Koçan püsküllerinin kuruduğu, tanelerin sertleştiği, koçan kavuzlarının iyice sarardığı ve tanelerdeki su oranının % 50'den aşağı düştüğü dönemde, koçanlar elle hasat edilmiştir (Gençoğlan 1996).

Hasatta kenar etkisini gidermek için parsellerin 1-2. ve 7-8. sıraları 'hasat edilmemiş, 3.,4.,5. ve 6. sıralardan parsel başından ve sonundan 5'er bitki ayrılarak, kalan 4 sıra elle hasat edilmiştir (Şekil 3.11).

Hasat edilen koçanlar elle tanelenmiş, tanelenmiş mısırın su içeriğini belirlemek için örnekler alınarak ayrı ayrı tartılmış ve tane verimi % 15 nem içeriğine göre düzeltilmiştir (Howell ve ark 1992; Gençoğlan 1996).

3.2.10. Hasat İndeksi

Beadle (1985), hasat indeksini (HI), birim alandan elde edilen tane veriminin toprak üstü kuru madde miktarına oranı olarak tanımlanmıştır. Bu tanımlamanın eşitliği aşağıda verilmiştir.

$$HI = \frac{Y}{DM}$$

Eşitlikte;

HI : Hasat indeksi,

Y : Birim alandan elde edilen tane verimi (kg),

DM : Birim alandan elde edilen toprak üstü kuru madde ağırlığıdır (kg).

3.2.11. Bitki Su Tüketimi

Bitki su tüketimi nem ölçümü yapılan (iki sulama tarihi arası) dönemler için 90 cm toprak derinliğindeki su dengesi esasına göre Beyce ve ark (1972), Howell ve ark. (1986), James (1988) ve Gençoğlan (1996)'nın belirttiği eşitlikle hesaplanmıştır (Öktem ve ark. 2003).

$$ET = P + I - R_f - D_p \pm \Delta S$$

Eşitlikte;

ET : Evapotranspirasyon (mm)

P : Dönem boyunca düşen yağış miktarı(mm)

I : Dönem boyunca uygulanan sulama suyu miktarı (mm)

R_f : Yüzey akış miktarı (mm)

D_p : Derine sızma (mm)

ΔS : Dönem başlangıcı ve sonundaki toprak nemi, mm/90 cm

değerlerini göstermektedir.

Hesaplama, su bitkiye damla sulama yöntemiyle verildiğinden yüzey akış (R_f) Öktem ve ark. (2003)'e göre ihmal edilmiş, 90-120 cm toprak nemi ise derine sızma (D_p) olarak alınmıştır.

3.2.12. Bitki Üretim Fonksiyonu

Denemede, oransal evapotranspirasyon açığı ile oransal verim azalması arasındaki ilişkilerin ve verim etmeni (k_y) değerlerinin belirlenmesinde Stewart Modeli kullanılmıştır (Gençoğlan 1996).

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

ET_a ve Y_a : Bitkinin yetiştirildiği koşullardaki gerçek su tüketimi ve bu tüketime karşılık elde edilen gerçek verim

ET_m ve Y_m : Bitkinin büyüme mevsimi boyunca herhangi bir su eksikliğinin olmadığı koşullarda maksimum su tüketimi ve buna karşılık elde edilen maksimum verim

k_y : Evapotranspirasyondaki bir birim azalmaya karşılık verimdeki azalmayı gösteren verim etmenidir.

3.2.13. Su Kullanım Etkinliği (WUE)

Konulara uygulanan sulama suyu ve ET miktarlarının kullanım etkinliklerini hesaplamak amacıyla Howell ve ark. (1995)'nin verdiği eşitlik kullanılmıştır.

$$IWUE = \frac{Y - Y_o}{I}$$

$$TWUE = \frac{Y}{ET}$$

Eşitlikte;

IWUE : Sulama suyu kullanım etkinliği (%),

- TWUE: Toplam su kullanım etkinliği (%),
 ET : Evapotranspirasyon (mm),
 I : Uygulanan sulama suyu (mm),
 Y_o : Susuz koşullarda alınan tane verimi (kg/da),
 Y : Sulu koşullarda elde edilen tane verimi (kg/da).

3.2.14. CERES-Maize Bitki Gelişme Modeli

CERES-Maize bitki gelişim modelinin Bursa yarı ılıman iklim koşullarında sınanması amacıyla derlenen veriler, üç başlık altında toplanmıştır. Birincisi, iklime ilişkin özellikler olup, günlük maksimum ve minimum hava sıcaklıkları, yağış miktarı, toplam solar radyasyon ve ölçölmüş ise fotosentezde aktif radyasyondur. İkinci grup parametreler ise bitkiye ilişkin gelişme mevsimi süresince gözlenen özelliklerdir. Bunlar sulama konularına göre verim, verim bileşenleri, kuru madde miktarı, yaprak sayısı ve yaprak alan indeksidir. Ayrıca, kuru ağırlık esasına göre tane ağırlığı, birim alandaki tane sayısı (tane/m²), koçandaki tane sayısı, koçan çıkarma dönemindeki yaprak alan indeksi, gövde ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı, konulara ilişkin fizyolojik olgunluk tarihleri de belirlenmektedir. Üçüncü grup parametreler toprağa ilişkin parametreler olup, bunlar tarla kapasitesi, solma noktası, saturasyon yüzdesi, değerlendirilmeye alınan derinlikteki hacimsel su içeriği ve hacim ağırlığıdır. Bunlara ek olarak denemenin başladığı andaki toprakta mevcut su miktarı, toprağın pH'ı, topraktaki amonyum, nitrat konsantrasyonu gibi özelliklerin de bilinmesi gerekmektedir.

Çalışmada bitki gelişim modeli DSSAT V3.0 programında iklim, toprak, genetik ve yönetim veri tabanları oluşturulmuştur.

Araştırmanın özelliklerine bağlı olarak konulara uygulanan sulama suyu miktarı, gübre dozları, kullanılan çeşidin genetik katsayısı, benzetime başlama tarihi, ekim tarihi, bitki sıra aralığı, ekim derinliği, ekim sıklığı, sulamada dikkate alınan derinlik, tüketilmesine izin verilen yüzde nem düzeyi gibi parametreler de modele veri olarak girilmiştir.

3.2.15. Bitki Genetik Katsayıları

CERES-Maize bitki gelişme modelinde yapılacak benzetim için **Tector** mısır çeşidinin genetik katsayılarına gereksinim duyulmaktadır. Söz konusu çeşidin genetik katsayılarını belirlemek için GENCALC programından yararlanılmış ve GENCALC programına ilişkin veriler ise arazi ölçümleri sonucu elde edilmiştir.

GENCALC programı ile belirlenen **Tector** mısır çeşidinin 5 farklı genetik katsayısı Çizelge 3.7'de verilmiştir. Bu katsayılar; G2 (GNUM: Tane sayısı katsayısı, no/bitki), G3 (GGRO: Tanenin optimum sıcaklıktaki gelişim hızı, mg/gün), P1 (DUJU: Vejetatif gelişme süresinin başında, 1 °C üstündeki gün sayısı), P2 (DESP: Yalnızca çiçeklenme başlangıcında fotoperiyod duyarlılığı, gün/saat) ve P5 (DUGF: En yüksek 34 °C olmak koşuluyla tane dolun periyodunda 8 °C'nin üstündeki gün sayısı)'dir (Hunt ve Pararajasingham 1993; Hunt ve Ark. 1993).

Çizelge 3.7. Genetik Katsayılar

Çeşit	Genetik Katsayılar				
	P1	P2	P5	G2	G3
Tector	160	0.700	355	800	8.5

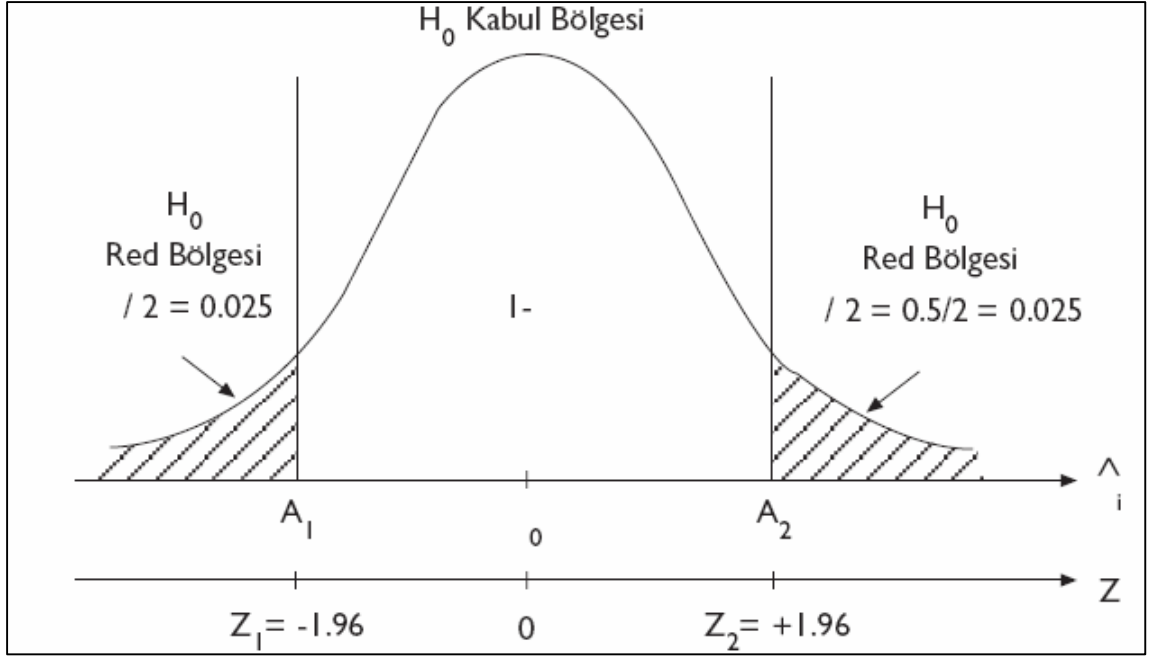
3.2.16. İstatistik Analiz Yöntemleri

Tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak yürütülmüş olan denemeden elde edilen veriler, Minitab 14 bilgisayar paket programı kullanılarak Turan (1995)'e göre varyans analizi yapılmış ve ortalamalar Duncan (Duncan's Multiple Range Test) testine göre karşılaştırılmıştır. Farklı grupların belirlenmesinde % 5 ve % 1 olasılık düzeyleri kullanılmıştır.

Modelden elde edilen sonuçların arazi ölçümleri ile karşılaştırılmasında ise Cengizhan (2003) ve Mor (2005)'e göre % 5 olasılık düzeyinde aşağıda

eşitliği verilen Z testi kullanılmıştır. Bu teste göre tek ana kütle ortalamasına ilişkin çift yönlü $H_0 : \mu = \mu_0$, $H_1 : \mu \neq \mu_0$ hipotezleri sınanmıştır.

$Z = (\bar{x} - \mu_0) / \sigma_{\bar{x}} = (\mu_g - \mu_b) / \sigma_{\bar{x}}$ 'dir. Burada; μ , gözlemsel ortalamaları ifade ettiğinden $\mu_{\text{gözlemsel}} = \mu_g$ şeklinde, μ_0 ise benzetim ortalamalarını ifade ettiğinden $\mu_{\text{benzetim}} = \mu_b$ şeklinde gösterilmiştir. $\sigma_{\bar{x}}$ ise örnek ortalamasının standart sapmasıdır. İki yanlı Z testi kabul ve red aralıkları Şekil 3.12'de verilmiştir.



Şekil 3.12. Z Testi Kabul ve Red Aralıkları

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Mısır Bitkisinin Gelişme Dönemleri

Ekim 4 Mayıs 2004 tarihinde yapılmış ve ekimden 10 gün sonra çıkış olmuştur (Şekil 4.1). Bitki gelişme dönemleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi, bitki boyunun 40-50 cm ve yaprak sayısının 6-8 adet oluşundan sonra başlayan ve tepe püskülü oluşumuna kadar geçen süreyi içeren vejetatif gelişme dönemi (Doorenbos ve Kassam 1979), ekimden yaklaşık 40-50 gün arasında değişen sürelerde başlamıştır (Şekil 4.2). Vejetatif gelişme döneminden sonraki tepe püskülü ise, ekimden 65-76 gün sonra çıkmıştır (Şekil 4.3). Tepe püskülü döneminden 8-10 gün sonra koçan çıkarmış (Şekil 4.4) ve söz konusu dönemden 20-25 gün sonrada süt olum dönemi başlamıştır. Bitki gelişme dönemlerinde elde edilen sonuçlar Gençdoğan (1996) ile benzerlik göstermektedir. Orta geçici bir çeşit olan bu çeşidin yetiştirme süresinin yıllara göre 120-130 gün arasında değiştiği belirtilmektedir.

Çizelge 4.1. Bitki Gelişme Dönemleri

Gelişme Dönemleri	Tarih	Benzetim Sonucu	DOY*
Ekim	04.05.2004	05.05.2004	125
Çıkış	14.05.2004	11.05.2004	131
Vejetatif Gelişme	14.06.2004	20.06.2004	171
Tepe Püskülü Çıkarma	20.07.2004	23.07.2004	204
Koçan Çıkarma	30.07.2004	31.07.2004	208
Süt Olum	20.08.2004	25.08.2004	237
Hasat	16.10.2004	16.10.2004	289

* Julian takvimine göre gün sayısı



Şekil 4.1. Denemenin Genel Görünüşü ve Bitkinin Çıkış Zamanı



Şekil 4.2. Vejetatif Gelişme Dönemi



Şekil 4.3. Tepe Püskülü Dönemi



Şekil 4.4. Koçan Çıkarma Dönemi

4.2. Sulamaya İlişkin Sonuçlar

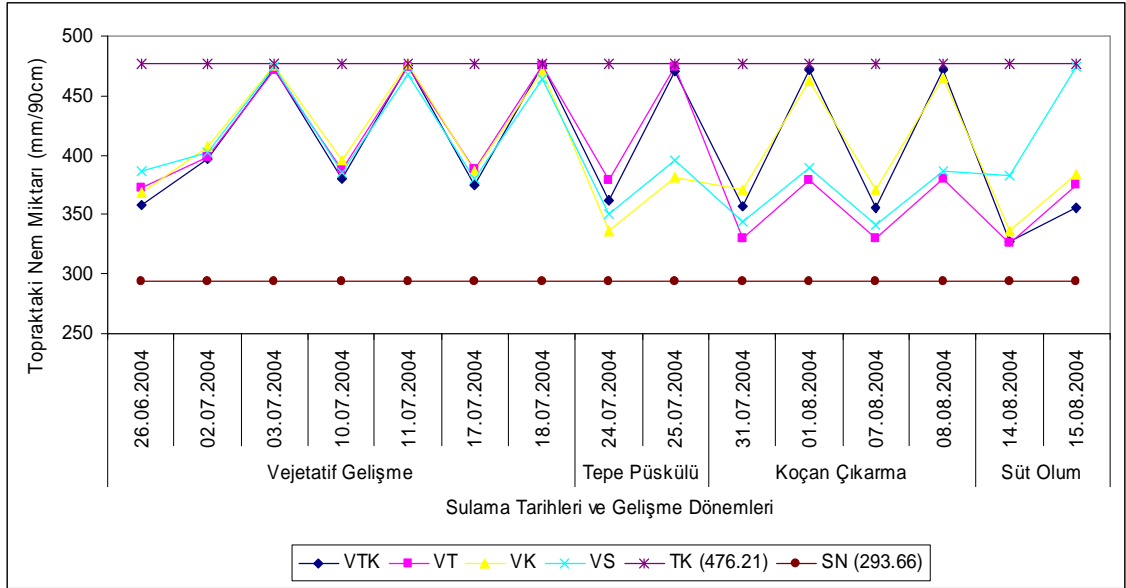
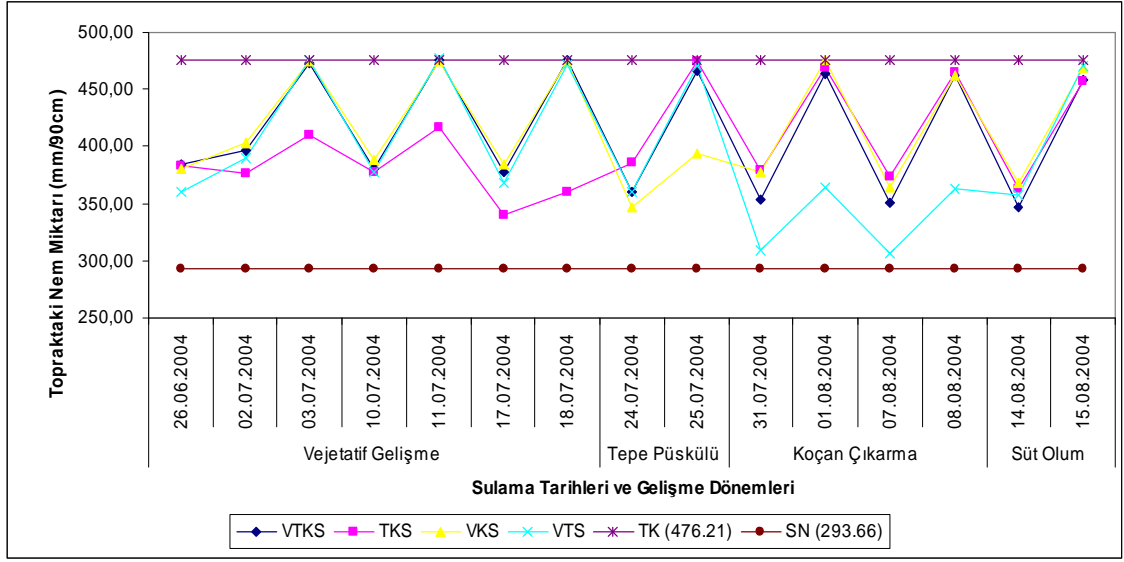
Sulama konularına göre uygulanan sulama suyu miktarları ile sulama tarihleri Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Denemede mısır sulamasına, 03.07.2004 tarihinde başlanmış ve 7 gün aralıklarla sulamalar yapılmıştır. Denemede sulama konuları, bitki gelişme dönemlerinde su eksikliğinin olması ve olmamasına göre bitkinin 4 gelişme dönemi dikkate alınarak 16 farklı su kısıtı oluşturulmuştur.

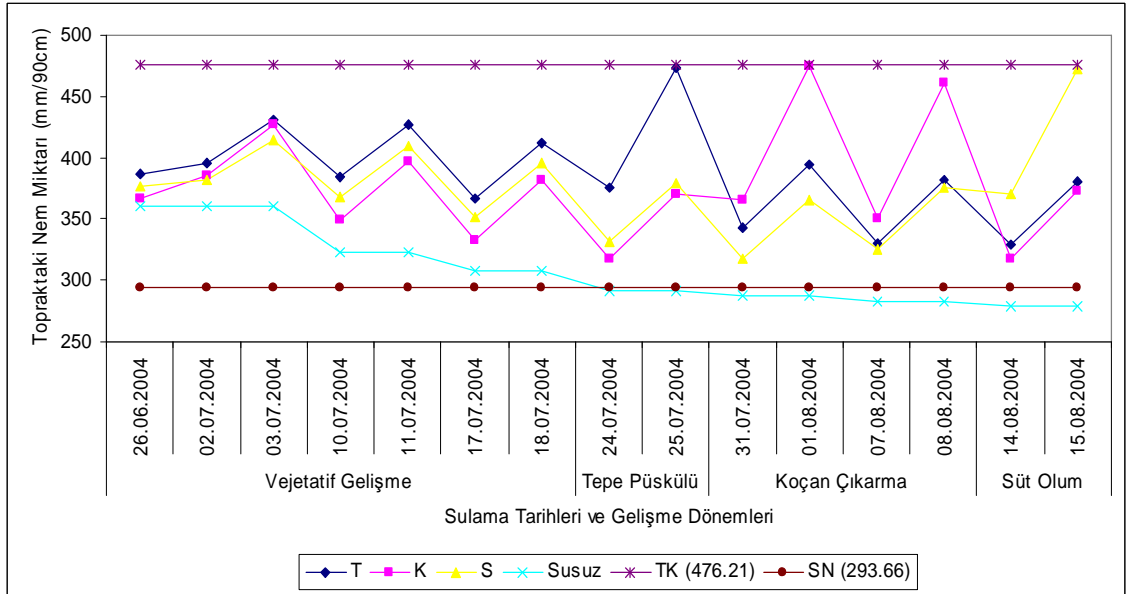
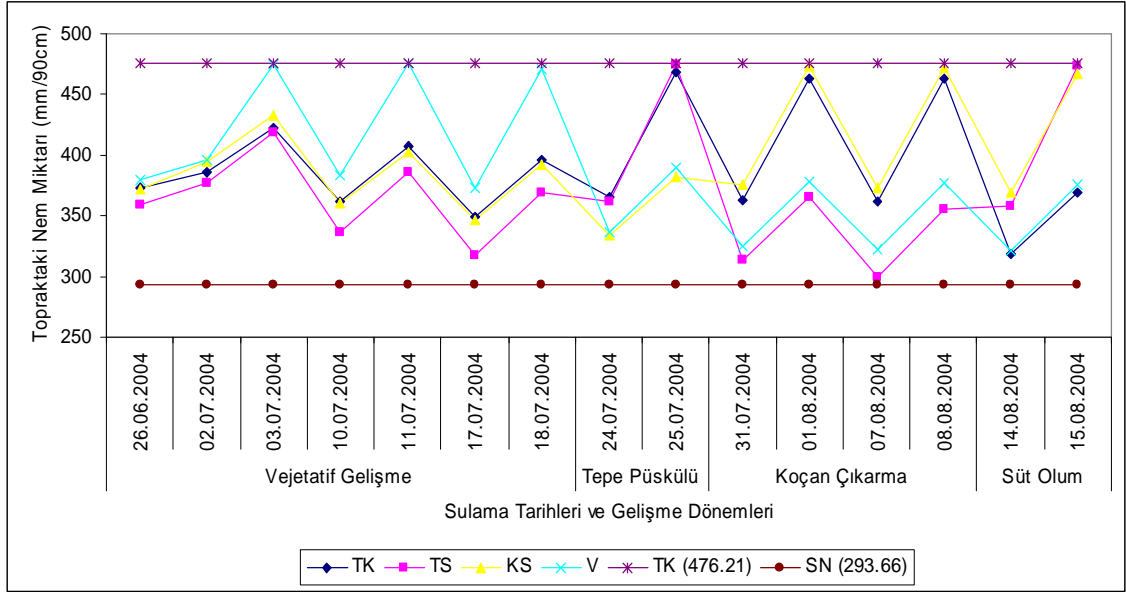
Kısıtlı sulama yapılan parsellere 0-90 cm toprak derinliğindeki mevcut nemin tarla kapasitesine getirilmesi için gerekli olan suyun % 50'si, kısıntsız sulama yapılan parsellere ise tamamı uygulanmıştır.

Çizelgeden de görüldüğü gibi toplam 7 sulama yapılmıştır. Tüm gelişme dönemlerinde su kısıntısının olmadığı koşullarda 711 mm, süt olum döneminde su kısıntısının uygulanmadığı dönemde ise 365 mm su uygulanmıştır.

Sulamadan bir gün önce, parsellerin ilk 0-30 cm'lik toprak katmanının nem içeriği gravimetrik yöntemle, 30-120 cm arasında ise 30 cm'lik katmanlar halinde nötronmetre yöntemiyle belirlenmiştir. Su uygulamalarından sonra topraktaki mevcut nem miktarları Şekil 4.5'te verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi bitkinin 4 farklı gelişme dönemi esas alınarak uygulanan farklı sulama suyu miktarlarına göre topraktaki mevcut nem miktarı sulamaların yapıldığı dönem içerisinde solma noktasının altına düşmemiştir. Ancak sulanmayan koşulda topraktaki mevcut nem miktarı, 24.07.2004 tarihinden itibaren solma noktasının altına düşmüştür.



Şekil 4.5. Sulamalardan Sonra Topraktaki Mevcut Nem Miktarları



Şekil 4.5 (Devam). Sulamalardan Sonra Topraktaki Mevcut Nem Miktarları

4.3. Bitki Su Tüketimi

Mısır bitkisinin sulama konularına göre hesaplanan bitki su tüketimleri Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Bitki su tüketimi en fazla tüm gelişme dönemlerinde su kısıntısı uygulanmayan sulama konusunda 823.1 mm, en az ise sulanmayan parselde 89.9 mm olarak belirlenmiştir.

Çukurova koşullarında mısırın mevsimlik su tüketiminin Kanber ve ark. (1990a), 474.2-605.8 mm; Köksal (1995) ikinci ürün mısırın ortalama tüketiminin 631 mm; Gençoğlan (1996) su kısıntısı uygulanmadığı koşullarda 999 mm, su kısıntısı uygulanan koşullarda ise 476 mm olduğunu belirtmişlerdir.

Öğretir (1994), Eskişehir koşullarında 658.8 mm; Yıldırım ve Kodal (1998), Ankara koşullarında mevsimlik su tüketiminin 882.4-997.7 mm; Yılmaz ve ark. (2005a), Aydın'da sulama konularına göre 2003 yılında 179-547 mm, 2004 yılında ise 169-564 mm olarak belirlemişlerdir. Yukarıda verilen su tüketimi sonuçları ile bu çalışmada belirlenen su tüketimleri arasında paralellik bulunmaktadır.

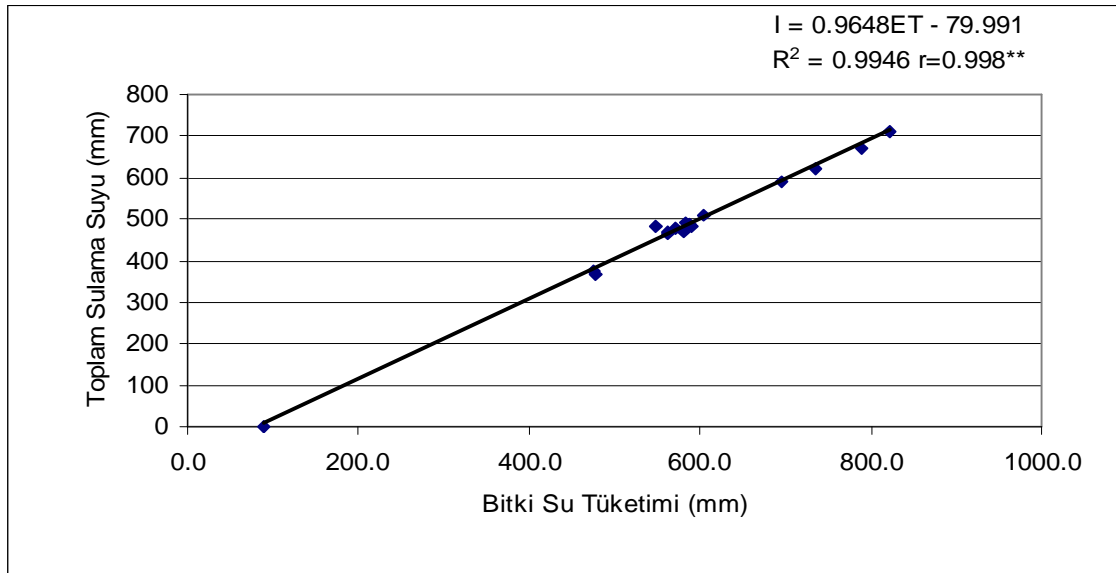
Aynı bitkinin farklı iklimlerdeki ve bölgelerdeki mevsimlik su tüketimlerindeki değişiminin, iklimsel faktörler, bitki çeşidi, toprak özellikleri, sulama programları ve farklı yöntemlerden kaynaklandığı söylenebilir (Gençoğlan 1996).

Bitkilerin vejetatif gelişme dönemlerinin başında toplam evapotranspirasyonun büyük bir bölümünü toprak yüzeyinden meydana gelen buharlaşma oluşturmaktadır. Bu oran, yaprak alanı arttıkça azalmakta ve buna karşın bitkilerden olan terleme artmaktadır. Mısırın günlük su tüketimi, yaprak alanına ve ışık absorpsiyonuna paralel olarak artmakta ve % 100 örtü konumuna geldiğinde en yüksek değere ulaşmaktadır (Gençoğlan 1996).

Çizelge 4.3. Sulama Konularından Elde Edilen Dönemsel Bitki Su Tüketimi Değerleri (mm)

Konular	Bitki Su Tüketiminin Belirlendiği Dönemler							Toplam
	26/06/04 - 03/07/04	03/07/04 - 11/07/04	11/07/04 - 18/07/04	18/07/04 - 25/07/04	25/07/04 - 01/08/04	01/08/04 - 08/08/04	08/08/04 - 15/08/04	
VTKS	97.0	139.8	109.9	128.5	119.5	116.1	112.3	823.1
TKS	47.9	73.2	63.1	103.7	89.5	94.8	98.1	570.3
VKS	89.2	116.8	110.2	66.3	105.6	100.0	106.6	694.6
VTS	103.8	133.8	126.3	132.1	65.8	59.2	115.3	736.2
VTK	94.5	137.0	120.1	132.4	129.0	120.3	57.1	790.3
VT	86.5	121.3	102.4	111.2	57.1	49.2	56.4	584.3
VK	84.7	111.5	99.4	60.6	100.2	98.7	49.3	604.3
VS	91.8	115.1	100.6	58.3	51.2	48.2	96.3	561.5
TK	54.8	81.5	62.5	121.0	107.8	106.8	53.1	587.5
TS	66.6	90.9	73.3	76.6	65.3	115.6	59.9	548.3
KS	56.4	78.5	60.7	60.2	106.0	100.9	100.3	563.1
V	96.5	129.5	117.0	72.4	60.0	56.6	57.2	589.3
T	46.5	75.4	65.1	119.5	60.0	58.0	50.3	474.8
K	65.4	84.0	69.8	67.1	119.3	111.8	62.9	580.3
S	44.0	80.5	62.7	67.7	62.1	56.0	105.0	478.1
Susuz	17.5	38.0	16.7	12.1	0.0	3.1	2.7	89.3

Uygulanan sulama suyu miktarının ve buna karşın oluşan bitki su tüketimi değerlerinin ilişkisi Şekil 4.6'da verilmiştir. Uygulanan sulama suyuyla (I) bitki su tüketimi (ET) arasında $I = 0.9648 ET - 79.991$ ($R^2=0.9946$, $r=0.998^{**}$) şeklinde doğrusal bir ilişki belirlenmiştir.



Şekil 4.6. Sulama Suyu (I) ile Bitki Su Tüketimi (ET) İlişkisi

4.4. Tane Verimi

Sulama konularından elde edilen ve % 15 nem içeriğine göre düzeltilmiş mısır tane verimleri ile bunların LSD sınıflandırması Çizelge 4.4'te, sulama konuları arasındaki farklılıkların düzeyini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.4 ve Şekil 4.7'den de görüldüğü, gibi en yüksek tane verimi tüm gelişme dönemlerinde kısıntısız sulamanın yapıldığı parselde, en düşük tane verimi ise tüm gelişme dönemlerinde su kısıtı uygulanan parselde elde edilmiştir. Özellikle vejetatif gelişme dönemi ve tepe püskülü döneminde yapılan sulamaların verimi arttırdığı, tek bir gelişme döneminde yapılan sulamaların verim artışı üzerinde çok fazla etkili olmadığı görülmüştür .

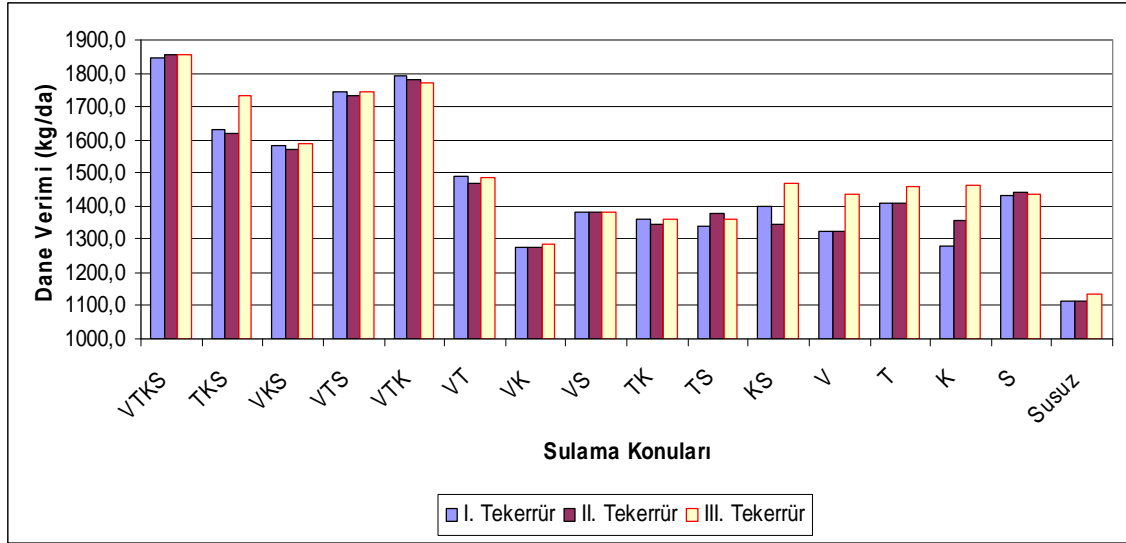
Çizelge 4.4. Deneme Parsellerinden Elde Edilen Tane Verimleri (kg/da)

Konular	Ortalama Verim (kg/da)	Grup
VTKS	1852.8	A
TKS	1662.0	D
VKS	1581.4	E
VTS	1740.2	C
VTK	1783.0	B
VT	1483.7	F
VK	1278.9	J
VS	1381.9	HI
TK	1356.2	I
TS	1360.6	I
KS	1404.5	GH
V	1361.7	I
T	1425.2	G
K	1365.6	I
S	1435.6	G
Susuz	1120.1	K

Sarı ve Abak(1997), tane verimini 1135 kg/da-1539 kg/da; Şencar ve ark. (1997), 1023 kg/da-1508 kg/da olarak elde etmişlerdir. Cesurer ve ark., (1999) Kahramanmaraş koşullarında 1997 ve 1998 yıllarında 8 mısır çeşidi ile yürüttükleri çalışmalarında, Tambre ve Trebbia mısır çeşitlerinin yüksek verimli olduğunu ve tane veriminin 940.2 ile 1110.6 kg/da arasında değiştiğini bildirmektedirler. Turgut ve ark. (1999) Bursa koşullarında 13 melez mısır

çeşidiyle 1997 ve 1998 yıllarında yürüttükleri çalışmalarında P.3394, Elianthea, P.3223 ve Rx.899 çeşitlerinin yüksek verimli olduğunu bildirmektedirler. Araştırmacılar tane veriminin 1192.3-1879.5 kg/da arasında değiştiğini bildirmektedirler.

Öktem ve ark. (2004), Şanlıurfa'da Pegaso çeşidinden 2002 yılında 1339 kg/da, 2003 yılında 1285 kg/da elde etmişlerdir. Bu çalışmada, tam sulanan koşulda elde edilen 1852.8 kg/da ve susuz koşulda elde edilen 1120.1 kg/da tane verimleri yukarıdaki araştırmacıların sonuçları ile benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.7. Deneme Parsellerinden Elde Edilen Tane Verimlerinin Değişimi

Varyans analizleri sonuçlarına göre sulama konuları arasında tane verimi % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. LSD testi sonuçlarına göre 11 grup oluşmuştur (Çizelge 4.4). VTKS tam sulanan koşul I. gruba, VTK koşulu II. gruba girerken, VK X. gruba, susuz koşul ise XI. gruba girmiştir. Sonuçlar, uygulanan su kısıtlarının gelişme dönemlerine göre mısır tane veriminde azalmalara yol açtığını ve istatistiksel olarak farklı gruplarda yer almasına neden olduğunu göstermiştir. Vejetatif gelişme ve tepe püskülü dönemlerinde yapılan sulamaların verim artışında olumlu bir etki yaptığı, koçan çıkarma ve süt olum dönemlerinde kısıntılı sulama yapmanın verimi

etkilemediği, tek başına herhangi bir dönemde sulama yapmanın verimi olumsuz etkileyeceği sonuç olarak söylenebilir.

Çizelge 4.5. Tane Verimi Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Bloklar	2	12964	6482	6.18
Konular	15	1765186	117679	112.11**
Hata	30	31490	1050	
Genel	47	1809640		

**P<0.01

Sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleriyle, ortalama tane verimleri arasında su-verim fonksiyonları belirlenmiş ve sonuçlar Şekil 4.8 ve 4.9'da verilmiştir.

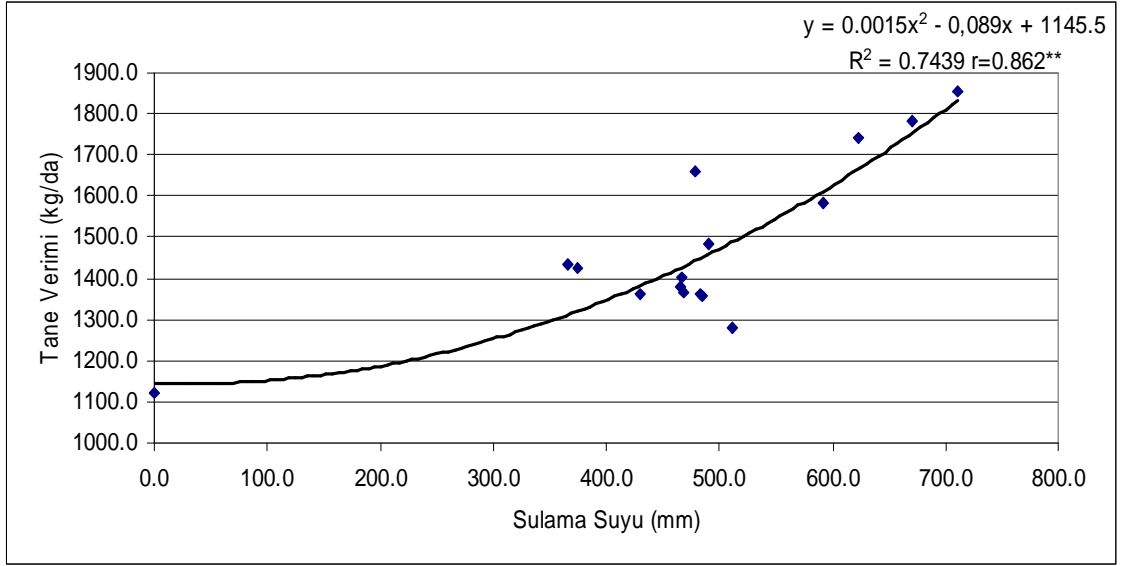
Tane verimi ile sulama suyu ve bitki su tüketimi arasında, sırasıyla ikinci dereceden ve doğrusal ilişkiler olduğu bulunmuştur. Sulama suyu (I) ile tane verimi (Y) arasında $Y = 0.0015 I^2 - 0.089 I + 1145.5$ ($R^2 = 0.7439$, $r=0.862^{**}$), bitki su tüketimi (ET) ile tane verimi (Y) arasında ise $Y = 0.9666 ET + 914.19$ ($R^2 = 0.6431$, $r=0.801^{**}$) şeklinde eşitlikler elde edilmiştir.

Gençoğlan (1996), Çukurova koşullarında sulama suyu ile verim arasında ikinci dereceden, 1993 yılında $R^2 = 0.98$, 1994 yılında ise $R^2 = 0.97$; Yıldırım ve Kodal (1998), Ankara koşullarında sulama suyu ile verim arasında ikinci dereceden ($R^2 = 0.91$) eşitlikler belirlemişlerdir. Wanjura ve ark. (2003) Teksas koşullarında sulama suyu ile verim arasında ikinci dereceden $R^2 = 0.53$ bir ilişki bulmuşlardır. Yukarıdaki araştırmacılar ile bu çalışmada belirlenen sulama suyu verim arasındaki ikinci dereceden ilişki, Wanjura ve ark. (2003)'ün çalışmasından yüksek, Gençoğlan (1996) ve Yıldırım ve Kodal (1998)'in çalışmalarından düşük çıkmıştır, bunun nedeni de su kısıtlarının farklı gelişme dönemlerinde uygulanmasından kaynaklanabileceği söylenebilir.

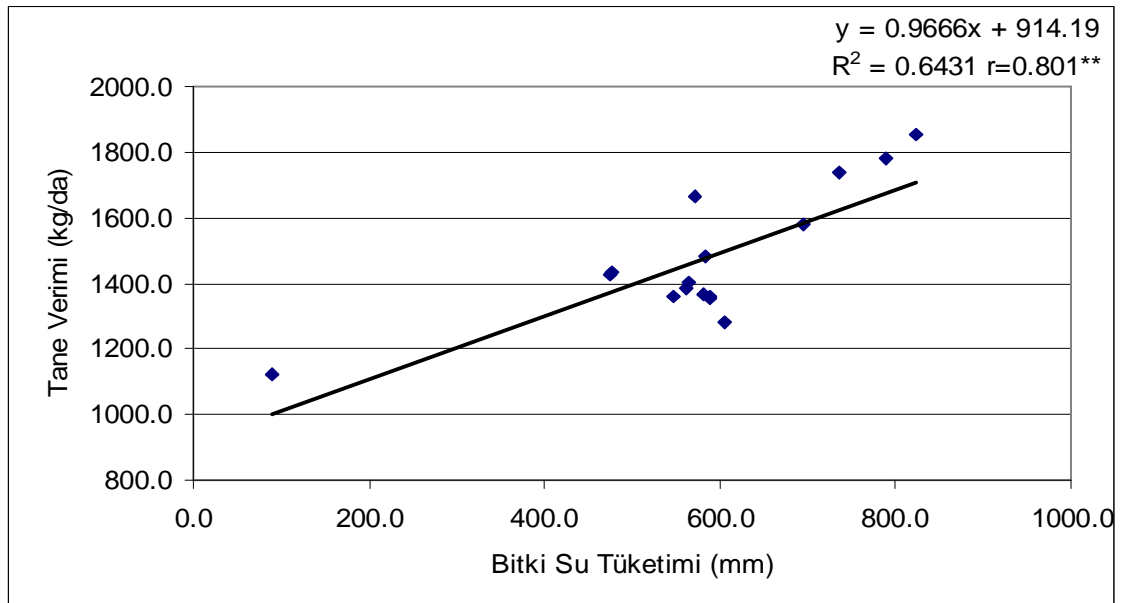
Kanber ve ark. (1990a) , Köksal (1995), Gençoğlan (1996) Çukurova, Öğretir (1994) Eskişehir, Yıldırım ve Kodal (1998) Ankara, Köksal ve ark. (2001)

Kırklareli, Öktem ve ark (2003) Şanlıurfa, Yılmaz ve ark. (2005a) Aydın koşullarında su tüketimi ile verim arasında doğrusal bir ilişki belirlemişlerdir.

Eck (1986) tarafından, bitki su tüketimi ile tane verimi ilişkisi doğrunun eğiminin, çevre koşulları ile su kısıntısının uygulandığı dönemlere bağlı olarak değişiklik gösterdiği belirtilmiştir (Gençoğlan 1996).



Şekil 4.8. Sulama Suyu (I) ile Tane Verimi (Y) İlişkisi



Şekil 4.9. Bitki Su Tüketimi (ET) ile Tane Verimi (Y) İlişkisi

4.5. Bitki Üretim Fonksiyonu

Oransal evapotranspirasyon açığı ile oransal verim azalışı arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla, su-verim ilişkileri kullanılarak, en yüksek evapotranspirasyon değerine karşılık gelen en yüksek verim belirlenmiş, oransal verim (Y_a/Y_m) ve oransal evapotranspirasyon (ET_a/ET_m) değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca oransal ET ve oransal verim değerlerine bağlı olarak, oransal evapotranspirasyon açığı ($1-ET_a/ET_m$) ve oransal verim azalışları ($1-Y_a/Y_m$) belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Oransal evapotranspirasyon açığı ($1-ET_a/ET_m$) ile oransal verim azalışları ($1-Y_a/Y_m$) arasında doğrusal regresyon analizi yapılarak, mevsimlik verim tepki etmeni için eşitlik geliştirilmiştir.

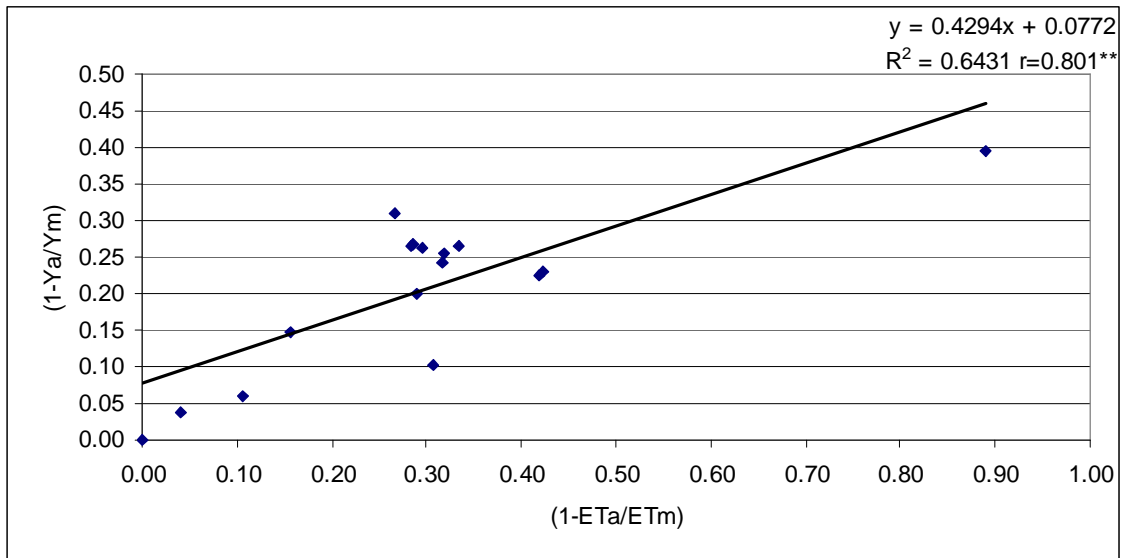
Regresyon sonucu belirlenen ($1-Y_a/Y_m$) = 0.4294 ($1-ET_a/ET_m$) + 0.0772 eşitliğindeki 0.4294 değeri Şekil 4.10'daki doğrunun eğimidir ve yetiştirme mevsimi için ortalama verim tepki etmeni (k_y) değeridir.

Çizelge 4.6. Oransal Su Tüketimi ve Verim Değerleri

Konular	ET_a	Y_a	ET_a/ET_m	Y_a/Y_m	$1-ET_a/ET_m$	$1-Y_a/Y_m$	k_y
VTKS	823.1	1852.8	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
TKS	570.3	1662.0	0.69	0.90	0.31	0.10	0.34
VKS	694.6	1581.4	0.84	0.85	0.16	0.15	0.94
VTS	736.2	1740.2	0.89	0.94	0.11	0.06	0.58
VTK	790.3	1783.0	0.96	0.96	0.04	0.04	0.95
VT	584.3	1483.7	0.71	0.80	0.29	0.20	0.69
VK	604.3	1278.9	0.73	0.69	0.27	0.31	1.17
VS	561.5	1381.9	0.68	0.75	0.32	0.25	0.80
TK	587.5	1356.2	0.71	0.73	0.29	0.27	0.94
TS	548.3	1360.6	0.67	0.73	0.33	0.27	0.80
KS	563.1	1404.5	0.68	0.76	0.32	0.24	0.77
V	589.3	1361.7	0.72	0.73	0.28	0.27	0.93
T	474.8	1425.2	0.58	0.77	0.42	0.23	0.55
K	580.3	1365.6	0.71	0.74	0.29	0.26	0.89
S	478.1	1435.6	0.58	0.77	0.42	0.23	0.54
Susuz	89.9	1120.1	0.11	0.60	0.89	0.40	0.44

Sulama planlamasında önemli ve yetiştirme mevsimindeki su eksikliğinin bitki verimine etki derecesinin bir ölçüsü olan verim etmenini, Öğretir (1994) Eskişehir'de 1.017; Yıldırım ve Kodal (1998) Ankara'da 0.96; Köksal ve ark.

(2001) Kırklareli'nde 1.2251; Çukurova koşullarında Kanber ve ark. (1990a) 0.98; Köksal (1995) 0.66-1.01; Gençoğlan (1996) 1.23; Köksal ve Kanber (1998) 0.85; Craciun ve Craciun (1999) 0.74; Öktem ve ark. (2003) Şanlıurfa'da 1998 yılında 0.76-1.22, 1999 yılında ise 0.96-1.29 olarak belirlemişlerdir. Söz konusu araştırmacıların belirledikleri verim etmenleri ile araştırmada elde edilen değerler arasındaki farklılığa, çalışmada ele alınan konu sayısının fazlalığına ve tamamen susuz konunun bulunmasının yanında, uygulanan sulama miktarında oransal bir azalış olmamasının etkili olduğu söylenebilir (Köksal ve Kanber 1998; Doorenbos ve Kassam 1979).



Şekil 4.10. Mısır Bitkisinin Mevsimlik Verim Tepki Etmeni

4.6. Mısırın Su Kullanım Etkinliği

Bursa koşullarında yetiştirilen mısırın sulama suyu kullanımı (IWUE) ve toplam su kullanım (TWUE) etkinlikleri Çizelge 4.7'de verilmiştir.

En yüksek sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE), tepe püskülü, koçan çıkarma ve süt olum dönemlerinde su kısıtının olmadığı koşulda 1.13 kg/da-mm ile tüm dönemlerinde sulama kısıtının olmadığı koşulda 1.03 kg/da-mm olarak, en düşük ise 0.31 kg/da-mm olarak vejetatif ve koçan çıkarma döneminde su kısıtı uygulanmayan koşulda elde edilmiştir.

Çizelge 4.7. Sulama Konularına Göre Mısırın Sulama Suyu ve Toplam Su Kullanım Etkinlikleri

Konular	Sulama Suyu (mm)	Verim (kg/da)	ET (mm)	IWUE (kg/da-mm)	TWUE (kg/da-mm)
VTKS	711	1852.8	823.1	1.03	2.25
TKS	479	1662.0	570.3	1.13	2.91
VKS	592	1581.4	694.6	0.78	2.28
VTS	623	1740.2	736.2	1.00	2.36
VTK	670	1783.0	790.3	0.99	2.26
VT	490	1483.7	584.3	0.74	2.54
VK	512	1278.9	604.3	0.31	2.12
VS	466	1381.9	561.5	0.56	2.46
TK	485	1356.2	587.5	0.49	2.31
TS	482	1360.6	548.3	0.50	2.48
KS	467	1404.5	563.1	0.61	2.49
V	483	1361.7	589.3	0.50	2.31
T	375	1425.2	474.8	0.81	3.00
K	468	1365.6	580.3	0.52	2.35
S	365	1435.6	478.1	0.86	3.00
Susuz	0	1120.1	89.9	0.00	12.45

Mısırın sulama suyu kullanım etkinliğini (IWUE), Musick ve Dusek (1980) 2.44-2.7 kg/da-mm; Howell ve ark. (1998), tam sulanan koşullarda 1.65-1.68 kg/da-mm; Gençoğlan ve Yazar (1999), karık sulama yöntemini uyguladıkları çalışmalarında 1.00-2.43 kg/da-mm; Köksal ve Kanber (1998), yağmurlama sulama yöntemini uyguladıkları çalışmalarında en yüksek su kullanım etkinliğinin süt olum döneminde sulanmayan ve lateralden en uzaktaki konudan 1.81 kg/da-mm; Öktem ve ark. (2003), yağmurlama sulama yöntemini uyguladıkları çalışmalarında 1.19-1.66 kg/da-mm; Gençoğlan ve ark. (2005) 0.1225 kg/da-mm olarak belirlemişlerdir.

Denemede en yüksek toplam su kullanım etkinliğini (TWUE), susuz koşulda 12.45 kg/da-mm olarak elde edilmiştir. Sonucun yüksek çıkmasının nedeni, sulama konusunun tamamen susuz koşul olması ve araştırmada seçilen sulama yönteminin damla sulama yöntemi olması nedeniyle randımanın yüksek olmasına bağlanabilir. Sadece tepe püskülü ve süt olum döneminde sulama yapılan koşulda 3.0 kg/da-mm, vejetatif ve koçan çıkarma döneminde su kısıtı uygulanmayan koşulda ise 2.12 kg/da-mm ile en düşük değer elde edilmiştir.

Musick ve Dusek (1980) Bushland'da TWUE'nın yeterli sulama suyunun uygulandığı koşullarda 1.25-1.46 kg/da-mm; Gençoğlan (1996)'nın Braunworth ve Mack (1989)'dan bildirdiğine göre Oregon koşullarında 6.44-6.80 kg/da-mm; Köksal ve Kanber (1998) Çukurova koşullarında 0.87-3.19 kg/da-mm; Gençoğlan ve Yazar (1999) 0.22-1.25 kg/da-mm; Öktem ve ark. (2003) 1.24-1.38 kg/da-mm arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmada belirlenen toplam su kullanım etkinliği (TWUE) ile yukarıda belirtilen araştırmacıların sonuçları arasında farklılıklar görülmektedir. Bu farklılığı, çalışmada seçilen sulama yönteminin damla sulama yöntemi diğer bir ifade ile su uygulama randımanının yüksek olmasına, bitkinin gelişme dönemleri dikkate alınarak seçilen sulama konu sayısının fazlalığına ve koşullar arasında tamamen susuz konunun bulunmasına bağlamak mümkündür. Rhoads ve Bennett (1990) toplam su kullanım etkinliğinin (TWUE) düşük olmasını, maksimum mısır veriminin yarı-kurak bölgelerden kurak bölgelere doğru gidildikçe oransal olarak az, buna karşılık mevsimlik ET'nin ise daha fazla değiştiğini ve bunun sonucunda da toplam su kullanım etkinliğinin (TWUE) denemenin yürütüldüğü çevre koşullarına göre artabileceğini veya azalabileceğini belirtmişlerdir.

4.7. Bitki Boyu ve Yaprak Sayısı

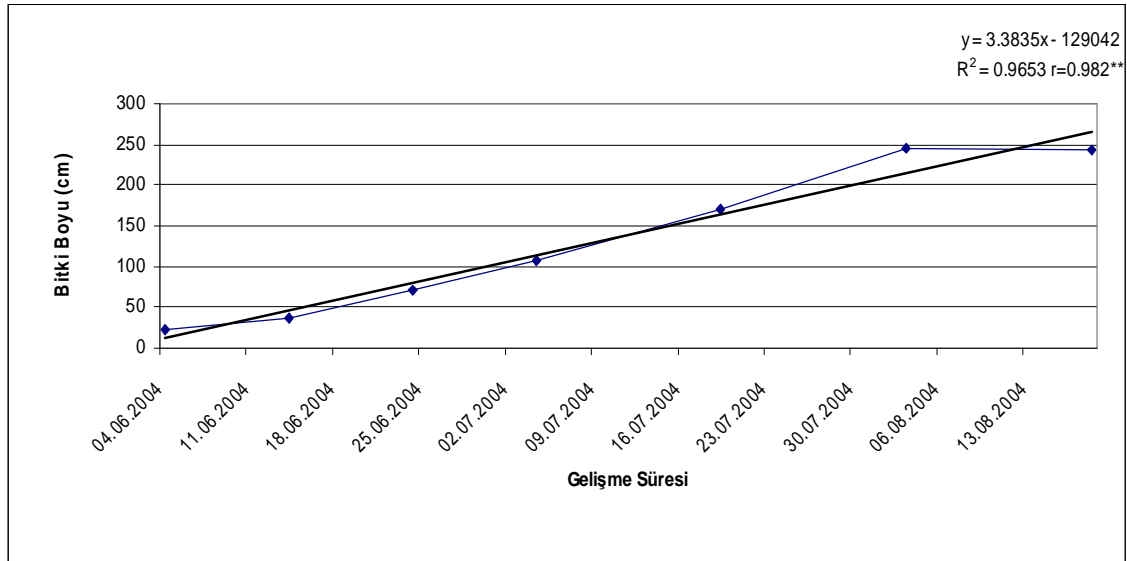
Ortalama bitki boyu gelişim değerleri Çizelge 4.8'de dönemlere göre değişimi ise Şekil 4.11'de verilmiştir. Şekil ve çizelgeden de görüldüğü gibi koçan çıkarma dönemine kadar bitki boyu hızla artmış ve söz konusu dönemden yaklaşık 10-15 gün sonra en yüksek değere ulaşmıştır. Son sulamada bitki boylarının 206 ile 272 cm arasında değiştiği gözlenmiştir. Bitki gelişme dönemleri ile bitki boyu arasındaki doğrusal ilişki $R^2=0.9653$ olarak bulunmuştur.

Derviş, 1986 yılında yaptığı çalışmada sulama konularına ve yıllara göre bitki boyunu 184 ile 212 cm; Sammis ve ark., 1988 yılında farklı yerlerde farklı mısır çeşitlerinde yaptıkları denemelerde, mısır bitki boyunun su stresinin iyi bir göstergesi olduğunu ve 269 ile 287 cm; Ul, Menemen Ovası koşullarında 1990

yılında yaptığı çalışmada G-4507 hibrit mısır çeşidi için 154 ile 208 cm arasında değiştiğini gözlemişlerdir (Gençoğlan 1996).

Çizelge 4.8. Yetiştirme Mevsimi Boyunca Ortalama Bitki Boyu ve Yaprak Sayısı Değişimi

Tarih	Bitki Boyu (cm)	Yaprak Sayısı (adet)
04.06.2004	23	8
14.06.2004	36	10
24.06.2004	70	11
04.07.2004	107	13
19.07.2004	170	15
03.08.2004	246	15
18.08.2004	244	15



Şekil 4.11. Geliştirme Süresince Ortalama Bitki Boyu Değişimi

Gençoğlan (1996), Çukurova koşullarında yetiştirilen I. ürün mısır bitkisinin bitki boylarının 200 ile 262 cm arasında değiştiğini gözlemlemiştir. Yılmaz ve ark. (2005a), sulama konularına göre bitki boyunu 2003 yılında 150.5-265.0 cm; 2004 yılında ise 139.3-249.8 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yılmaz ve ark. (2005b), Diyarbakır'da mısır çeşitlerinin farklı iki ekim zamanından elde edilen bitki boylarına ait değerlerin I. ekim zamanında (27 Haziran 2003) 254.83-293.73 cm arasında, II. ekim zamanında (15 Temmuz 2003) ise 245.90-282.73 cm, ortalama 249.76-283.73 cm arasında değişim

gösterdiğini belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar, Tector çeşidi için I. ekim zamanında (27 haziran 2003) bitki boyunu 259.2 cm, II. ekim zamanında (15 temmuz 2003) ise 262.1 cm olarak ölçmüşlerdir.

Bitki boyunun genetik faktörler etkisi altında olduğu ve bitki boyu yönünden çeşitler arasında farklılıklar gözlenebileceği Gözübenli ve ark. (1997), Kabakçı ve Tanrıverdi (2000) ve Konuşkan (2000) tarafından yapılan çalışmalarda belirtilmektedir. Söz konusu araştırmacıların gözlemleri ile bu çalışmada elde edilen değerler arasında benzerlik bulunmaktadır.

Bitkilerde boy artışı, çıkışı takiben 3-4 yapraklı oluncaya kadar yavaş, bu dönemden tepe püskülü çıkarmaya kadar olan dönemde ise oldukça hızlı olmuştur. Bitki tepe püskülü döneminden sonra, vejetatif gelişmesini boy uzamasından koçan oluşumuna kaydırmıştır.

İlk sulamaya kadar parsellerdeki bitki boyu gelişimleri benzerlik göstermiş bunu izleyen zamanda sulama konularına göre bitki boyu gelişimlerinde değişiklikler gözlenmiştir. Özellikle vejetatif gelişme döneminde yapılan sulamaların bitki boyunu arttırdığı ve koçan çıkarma döneminden sonra yapılan sulamaların bitki boyuna önemli etkisinin olmadığı sonucu elde edilmiştir (Çizelge 4.9).

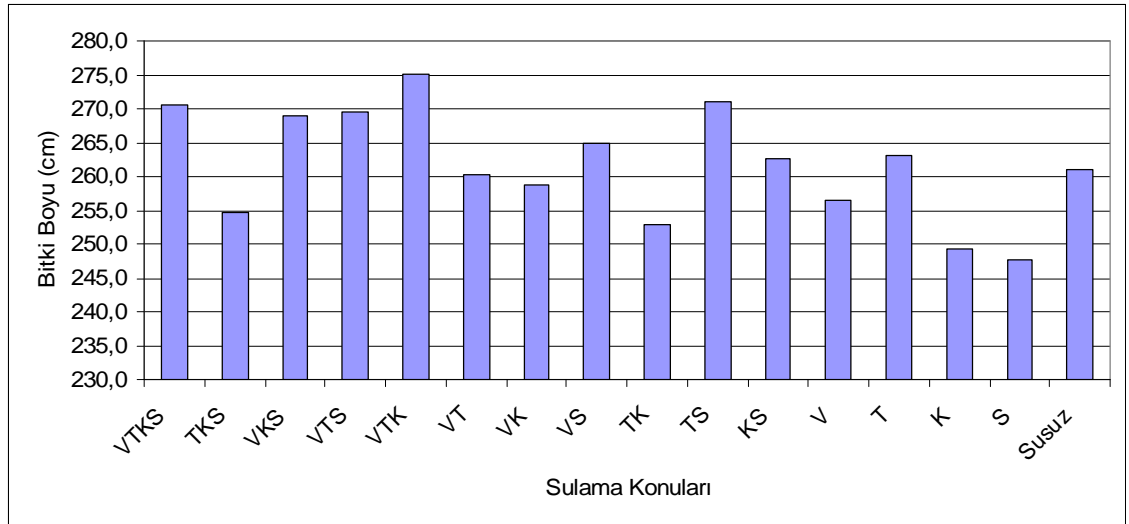
Çizelge 4.9. Ortalama Bitki Boyu Değişimi

Konular	04/06/04	14/06/04	24/06/04	04/07/04	19/07/04	03/08/04	18/08/04
VTKS	23.50	39.25	66.50	111.62	171.62	249.62	248.25
TKS	20.25	25.62	53.62	81.50	144.25	240.62	240.25
VKS	22.87	38.12	73.62	118.37	177.50	238.62	237.25
VTS	23.12	35.75	78.25	118.37	189.37	270.37	269.40
VTK	23.50	40.37	77.25	111.12	180.37	246.12	245.25
VT	23.62	40.37	71.37	115.00	182.62	258.62	257.25
VK	23.25	37.75	61.50	103.50	170.87	248.62	249.25
VS	21.87	35.87	70.00	102.75	181.00	272.25	270.50
TK	23.37	35.75	73.87	111.37	169.50	231.75	230.75
TS	24.00	39.00	74.37	119.75	187.75	265.75	264.25
KS	23.37	33.25	68.62	108.00	164.00	244.25	245.25
V	23.25	27.37	63.87	79.62	137.37	219.75	217.75
T	23.37	28.00	51.50	86.50	141.75	206.50	206.50
K	23.37	38.75	78.87	120.87	181.87	262.62	263.25
S	23.25	38.37	72.00	116.37	171.37	241.37	240.75
Susuz	23.50	36.75	68.00	101.00	164.50	243.87	242.75

Hasatta yapılan ölçümler sonucu elde edilen ortalama bitki boyu değişimleri Çizelge 4.10'da, varyans analizi sonuçları da Çizelge 4.11'de verilmiştir. Sonuçlara göre, vejetatif gelişme döneminde yapılan sulamaların bitki boyu üzerindeki etkisinin diğer dönemlerde yapılan sulamalara göre daha fazla olduğu söylenebilir (Şekil 4.12).

Çizelge 4.10. Hasatta Ölçülen Bitki Boyları

Konular	Ortalama Bitki Boyu (cm)	Grup
VTKS	270.5	B
TKS	254.5	GH
VKS	268.9	B
VTS	269.4	B
VTK	275.2	A
VT	260.3	DE
VK	258.7	EF
VS	265.0	C
TK	252.9	H
TS	270.9	B
KS	262.6	CD
V	256.4	FG
T	263.1	CD
K	249.2	I
S	247.6	I
Susuz	261.1	DE



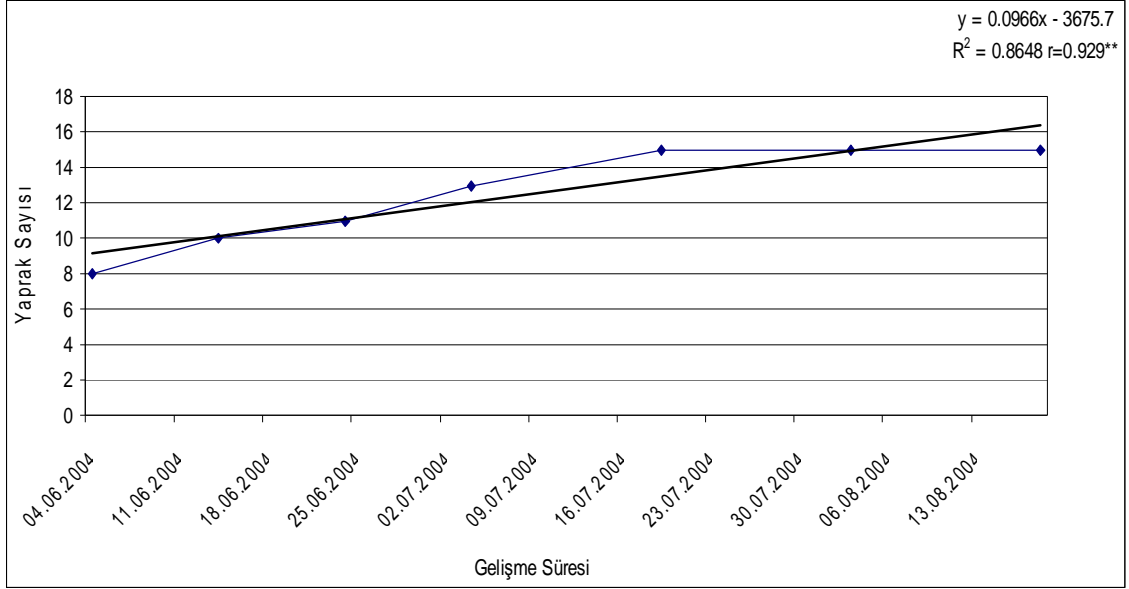
Şekil 4.12. Hasatta Ölçülen Bitki Boylarının Değişimi

Çizelge 4.11. Hasatta Ölçülen Bitki Boylarının Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Bloklar	2	122.56	61.28	6.28
Konular	15	2983.43	198.90	20.39**
Hata	30	292.69	9.76	
Genel	47	3398.68		

Varyans analizleri sonuçlarına göre sulama konuları arasında bitki boyunun % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur. LSD testi sonuçlarına göre, bitki boyu $P<0.01$ güvenle 9 grup oluşturmuştur. VTK koşulu I. gruba; VTKS, VKS, VTS, TS koşulları II. gruba girerken; K, S koşulları IX. gruba girmiştir (Çizelge 4.10).

Mısır bitkisinin gelişme dönemlerindeki ortalama yaprak sayısı Çizelge 4.8'de ve söz konusu değerlere ilişkin grafikte Şekil 4.13'te verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi tepe püskülü dönemine kadar hızla artış gösteren yaprak sayısı bu dönemden sonra artmamıştır. Uygulanan su kısıtları ile yaprak sayısının değişimi arasında bir ilişki olmadığı, su kısıntısı uygulanan parseller (% 50 su uygulanan) ve su kısıntısı uygulanmayan (% 100 su uygulanan) parsellerdeki yaprak sayısı arasında bir farklılığın olmadığı gözlenmiştir. Gelişme dönemleri ile yaprak sayısı arasındaki doğrusal ilişkinin $R^2=0.8648$ olduğu sonucu elde edilmiştir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Gelişme Süresince Ortalama Yaprak Sayısı Değişimi

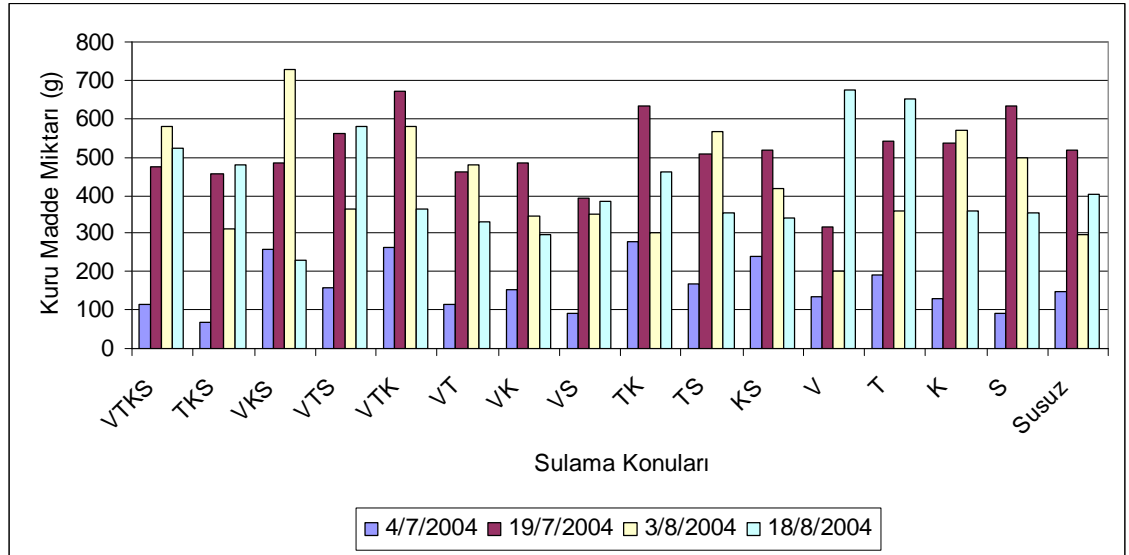
4.8. Kuru Madde Miktarı ve Gövde Kalınlığı

Sulama konularına göre, II. blok parsellerinden örnek alınan bitkilerin yaş ağırlıkları, kuru ağırlıkları ve bu değerlerden hesaplanan kuru madde miktarları Çizelge 4.12’de ve ölçüm yapılan dönemlere ilişkin kuru madde miktarlarındaki değişim ise Şekil 4.14’te verilmiştir.

Vejetatif gelişme döneminde 67.7 g–276.4 g arasında değişen kuru madde miktarı, tepe püskülü döneminde 315.2 g–670.3 g, koçan çıkarma döneminde 200.9 g–727.1 g, süt olum döneminde ise 228.6 g–675.2 g arasında değişmiştir. Özellikle koçan çıkarma döneminde yapılan sulamaların kuru madde miktarında artışa neden olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.12. Ortalama Kuru Madde Miktarları (g)

Konular	Ölçüm Yapılan Dönemler			
	04/07/2004	19/07/2004	03/08/2004	18/08/2004
VTKS	116.5	475.3	581.8	520.1
TKS	67.70	453.3	310.9	480.0
VKS	257.5	481.8	727.1	228.6
VTS	157.8	558.6	363.9	580.1
VTK	263.9	670.3	579.1	364.3
VT	152.5	484.5	344.4	298.7
VK	117.2	462.2	477.7	329.5
VS	93.40	391.9	350.8	382.4
TK	168.2	506.8	566.2	355.4
TS	276.4	634.2	301.0	461.2
KS	240.8	515.7	416.1	338.5
V	131.7	535.8	568.4	360.4
T	132.3	315.2	200.9	675.2
K	91.30	630.0	500.1	355.5
S	190.3	542.3	358.9	652.8
Susuz	148.8	515.0	296.5	400.9



Şekil 4.14. Kuru Madde Miktarının Değişimi

Kuru madde miktarı hesaplanan bitkilerin gövde kalınlıkları Çizelge 4.13'te, gelişme dönemlerine göre gövde kalınlıklarındaki değişim ise Şekil 4.15'te gösterilmiştir.

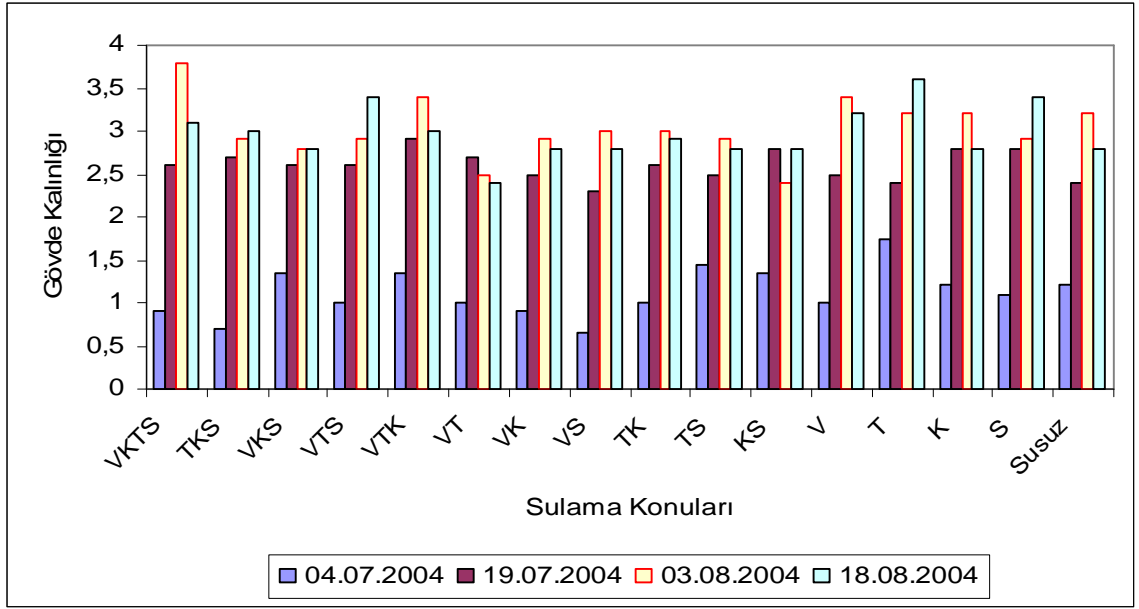
Gövde kalınlığı vejetatif gelişme döneminde 0.6 mm-1.8 mm, tepe püskülü döneminde 2.3 mm-2.9 mm, koçan çıkarma döneminde 2.4 mm-3.8

mm, süt olum döneminde ise 2.4 mm-3.6 mm arasında değişmiş, koçan çıkarma döneminde yapılan kısıntısız sulamaların, gövde kalınlığını arttırdığı ve tüm dönemlerde su kısıntısı uygulanmayan parselde, maksimum değeri aldığı görülmüştür.

Çizelge 4.13. Ortalama Gövde Kalınlıkları (mm)

Konular	Ölçüm Yapılan Dönemler			
	04/07/2004	19/07/2004	03/08/2004	18/08/2004
VTKS	0.9	2.6	3.8	3.1
TKS	0.7	2.7	2.9	3.0
VKS	1.4	2.6	2.8	2.8
VTS	1.0	2.6	2.9	3.4
VTK	1.4	2.9	3.4	3.0
VT	1.0	2.7	2.5	2.4
VK	0.9	2.5	2.9	2.8
VS	0.6	2.3	3.0	2.8
TK	1.0	2.6	3.0	2.9
TS	1.4	2.5	2.9	2.8
KS	1.4	2.8	2.4	2.8
V	1.0	2.5	3.4	3.2
T	1.8	2.4	3.2	3.6
K	1.2	2.8	3.2	2.8
S	1.1	2.8	2.9	3.4
Susuz	1.2	2.4	3.2	2.8

Gelişme dönemlerinde sulama konularına göre gövde kalınlıklarındaki değişim incelendiğinde; tüm gelişme dönemlerinde sulanmayan parselde gövde kalınlığı 1.2 mm, 2.4 mm, 3.2 mm ve 2.8 mm arasında değişirken, tüm gelişme dönemlerinde sulanan parselde bu değerler 0.9 mm, 2.6 mm, 3.8 mm ve 3.1 mm olarak gözlenmiştir. Sonuç olarak vejetatif dönemde yapılan sulamalarla gövde kalınlığında bir artış gözlenirken, bunu takip eden dönemlerde yapılan sulamaların da gelişim üzerinde etkili olduğu, ancak bu değişimlerin çok ekstrem değerler oluşturmadığı sonucu elde edilmiştir.



Şekil 4.15. Gelişme Süresince Gövde Kalınlıklarının Değişimi

4.9. Koçan Yüksekliği, Koçan Boyu ve Koçan Çapı

Sulama konularına göre hasat zamanı ölçülen koçan yüksekliği ve hasat sonrası örneklenen bitkilerde ölçülen koçan boyu ve koçan çapı değerleri ile bu değerlere ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.14, Çizelge 4.15, Çizelge 4.16 ve Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Araştırmada 108.3 cm-125.4 cm arasında değişen koçan yüksekliklerinin özellikle koçan çıkarma döneminde kısıntısız sulanan parsellerde (% 100 su uygulanan) daha yüksek olduğu görülmüştür.

Yılmaz ve ark. (2005b), Diyarbakır koşullarında Tector çeşidinin farklı ekim zamanlarında, I. ekim (27 haziran 2003) ve II. ekim (15 temmuz 2003) de koçan yüksekliklerini sırasıyla 104.0 cm ve 118.17 cm olarak ölçmüşlerdir. Araştırmacıların sonuçlarıyla deneme sonucunda ölçülen koçan yükseklikleri benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.14. Sulama Konularına Göre Koçan Yüksekliği, Koçan Boyu ve Koçan Çapı Değerleri

Konular	Koçan Yüksekliği (cm)		Koçan Boyu (cm)		Koçan Çapı (cm)	
	Ortalama	Grup	Ortalama	Grup	Ortalama	Grup
VTKS	124.8	AB	21.5	A	5.25	A
TKS	114.3	FGH	20.2	DEF	5.24	B
VKS	125.4	A	19.8	FG	5.05	E
VTS	122.5	BC	19.6	GH	5.10	DE
VTK	123.2	AB	20.3	DEF	5.10	DE
VT	119.1	DE	19.6	GH	5.10	DE
VK	119.9	D	19.1	H	5.04	E
VS	116.7	EFG	20.9	BC	5.20	B
TK	108.3	I	20.2	DEF	5.13	DE
TS	115.0	FGH	20.8	BC	5.10	DE
KS	119.5	D	20.7	BCD	5.20	B
V	113.1	H	20.2	DEF	5.05	E
T	120.0	CD	20.1	EF	5.10	DE
K	116.9	EF	19.9	FG	5.11	DE
S	114.1	GH	21.1	AB	5.11	DE
Susuz	124.1	AB	20.5	CDE	5.00	E

Çizelge 4.15. Koçan Yüksekliği Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Bloklar	2	33.259	16.629	2.56
Konular	15	1049.207	69.947	10.79*
Hata	30	194.535	6.484	
Genel	47	1277.00		

Sulama konularına göre belirlenen koçan yüksekliklerinin $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.15). Yapılan LSD testine göre 9 farklı grup oluşmuştur. VKS, VTKS, VTK ve susuz koşullar aynı grubu, diğer koşullarda kendi aralarında farklı gruplar oluşturmuşlardır (Çizelge 4.14). Sonuç olarak vejetatif gelişme döneminde yapılan sulamaların koçanın yerden yüksekliği üzerinde olumlu bir etki yaptığı diğer bir ifade ile vejetatif gelişimini teşvik ettiği söylenebilir.

Koçan boyları genel olarak sulama konularında benzerlik göstermekle beraber kısıtlı sulama ve kısıntısız sulama konularında çok fazla ekstrem değerler oluşturmamıştır. Koçan boyları en düşük vejetatif gelişme ve koçan

çıkarma döneminde kısıntısız sulanan koşulda 19.1 cm, en yüksek tüm gelişme dönemlerinde kısıntısız sulanan koşulda 21.5 cm olarak gözlenmiştir (Çizelge 4.14).

Çizelgedeki değerlerin varyans analizi yapılmış ve sulama konularının koçan boyu üzerindeki etkisi $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.16). Yapılan LSD testi sonuçlarına göre, VTKS ve S koşulu I. grubu; VS, TS, II. grubu oluştururken, VK koşulu en düşük koçan yüksekliği ile VIII. grubu oluşturmaktadır (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.16. Koçan Boyu Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Bloklar	2	5.3004	2.6502	11.51
Konular	15	16.2725	1.0848	4.71**
Hata	30	6.9062	0.2302	
Genel	47	28.4792		

Gençoğlan (1996), Çukurova koşullarında 1993 ve 1994 yıllarında yetiştirilen mısır bitkisinin sulama konularına göre ortalama koçan boylarını su kısıntısının en fazla olduğu koşullarda sırasıyla 11.6 cm ve 12.6 cm, su kısıntısının olmadığı sulama konusunda ise sırasıyla 18.1 cm ve 20.8 cm olarak ölçmüştür.

Turgut ve ark. (1999) Bursa koşullarında 13 melez mısır çeşidiyle 1997 ve 1998 yıllarında yürüttükleri çalışmalarında koçan boyunun 17.1-21.7 cm arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Turgut (2000), Bursa koşullarında koçan boyu üzerine ekim sıklığı ve azot dozlarının önemini araştırdığı çalışmada, birim alandaki bitki sıklığı arttıkça koçan boyu değerleri azalmış, 10 cm sıra üzeri mesafesinde koçan boyu 16.9 cm iken 30 cm'de 20.3 cm olarak bulmuştur. Azot dozu arttıkça koçan boyunda da artışlar saptamıştır.

Turgut ve Balcı (2002), şeker mısırı çeşitlerinde değişik ekim zamanlarının taze koçan verimi ve bazı tarımsal karakterler üzerine etkisini araştırmak amacıyla 1999 ve 2000 yıllarında Bursa'da yürüttükleri çalışmada,

en yüksek koçan uzunluğunu, 15 Haziran ve 15 Temmuz tarihlerinde ekim yapıldığında sırasıyla 20.6 cm ve 19.5 cm olarak belirlemişlerdir.

Kara ve Akman (2002), ortalama koçan boyunun 2000 yılında 20.1-21.1cm, 2001 yılında ise 18.1-21.3 cm arasında değiştiğini; Eşiyok ve ark. (2004), en uzun koçan boyunu 20.82 cm ile Menemen'de, 20.22 cm Çine'de ve 19.84 cm ile Bornova'da elde ettiklerini; Öktem (2005), koçan boyunu Pegaso çeşidinde 2002 ve 2003 yıllarında sırasıyla 22.38 ve 21.60 cm, en düşük koçan uzunluğu değerini 15.22 cm ve 14.30 cm ile Luce çeşidinden elde ettiğini bildirmişlerdir. Saruhan ve Şireli (2005), en yüksek koçan boyunu 18.17cm, en düşük koçan boyunu ise 12.20 cm olarak elde etmişlerdir. Birim alanda bitki sayısının artmasıyla, bitki başına düşen alanda besin elementi alım miktarı azaldığından, koçan boyunun ekim sıklığının artmasından olumsuz etkilendiğini bildirmişlerdir.

Değişik araştırmacılar mısırdaki koçan uzunluğunun 15.7- 21.1 cm (Sezer ve Gülümser 1999) arasında ve 15.9-19.4 cm (Köycü ve Kurt 1997) ve 15.7-21.6 (Öktem ve Çölkesen 1997) arasında değiştiği bildirilmektedir. Koçan uzunluğu fazla olan çeşitlerin tane verimi değerleri de yüksek bulunmuştur (Öktem 2005).

Bu çalışmada belirlenen ortalama koçan boyları Gençoğlan (1996), Turgut (2000), Turgut ve Balcı (2002) ve Eşiyok ve ark. (2004)'ünün belirledikleri koçan boylarıyla benzer bulunmuştur.

Koçan uzunluğu, koçanda tane sayısını artması ile tane verimin yükselmesini sağlayan ikincil verim komponentinden birisidir (Öktem 2005).

Koçan çaplarının değişimi incelendiğinde; en düşük tüm gelişme dönemlerinde sulanmayan parselde 5 cm, en yüksek koçan çapı ise 5.2 cm ile tüm gelişme dönemlerinde sulanan parselde elde edilmiştir (Çizelge 4.14).

Koçan çapı değerlerinin varyans analizi yapılmış ve sonuçta sulama konularının koçan çapları üzerindeki etkisi $P<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.17). Yapılan LSD testine göre 5 farklı grup oluşmuştur. VTKS, I. grubu; TKS, VS, KS, II. grubu, VK, V, susuz koşullar IV. grubu; diğer koşullarda kendi aralarında farklı gruplar oluşturmuşlardır (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.17. Koçan Çapı Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Bloklar	2	0.035000	0.017500	5.34
Konular	15	0.274792	0.018319	5.59**
Hata	30	0.098333	0.003278	
Genel	47	0.408125		

Gençoğlan (1996) susuz koşullarda koçan çapını 4.70 cm, sulu koşullarda ise 4.91 cm olarak belirlemiş, su kısıntısının koçan çaplarının küçülmesine neden olduğunu belirtmiştir.

Turgut ve Balcı (2002), en yüksek koçan çapını 4.50 cm Merit çeşidinde, en düşük değeri ise 4.15 cm Bonanza çeşidinde ölçmüşlerdir. Çukurova koşullarındaki bir çalışmada da benzer olarak Merit çeşidi en yüksek koçan çapı değerini vermiştir (Özel ve Tansı, 1994).

Kara ve Akman (2002), Isparta ekolojik koşullarında koçan çapının 2000 yılında 4.78-5.11 cm, 2001 yılında ise 4.20-4.48 cm arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Eşiyok ve ark. (2004), en yüksek koçan çapını 4.77 cm ile Menemen'de, en düşük değeri ise 3.94 cm ile Çine'de elde etmişlerdir. Öktem (2005), en yüksek koçan çapını 2002 ve 2003 yıllarında sırası ile 53.60 mm ve 48.50 mm, en düşük koçan çapı değerini ise 43.60 mm ve 39.00 mm; Saruhan ve Şireli (2005), en yüksek koçan çapını 70x15 cm ekim sıklığında 42.96 mm ve 30 kg/da N azot dozundan 39.31 mm elde edereken, en düşük koçan çapını 70x 5 cm ekim sıklığında 31.45 mm ve kontrol azot dozunda 36.56 mm olarak ölçmüşlerdir. Yılmaz ve ark. (2005a), 2003 ve 2004 yıllarında susuz konuda 4.79-4.81 cm, etkili kök derinliğindeki toprak neminin % 50'si tüketildiğinde mevcut nemi tarla kapasitesine çıkaracak şekilde su uygulanması koşulunda ise koçan çapının 5.33-5.26 cm arasında değiştiği sonucunu elde etmişlerdir. Söz konusu araştırmacılar ile çalışmada elde edilen sonuçlar arasında benzerlik bulunmaktadır.

Sonuç olarak, vejetatif gelişme dönemlerinde uygulanan su kısıntılarının koçan yüksekliğinin azalmasına neden olduğu, koçan boyunun koçan çıkarma

dönemlerinde yapılan kısıntısız sulamalarla arttığı ve koçan çapının ise sulama konularına göre çok farklılık göstermediği sonucu elde edilmiştir.

4.10. Koçanda Sıra, Sırada Tane ve Koçanda Tane Sayısı

Sulama konularına göre elde edilen koçanda sıra, sırada tane ve koçanda tane sayısının değerleri Çizelge 4.18'de, söz konusu değerlere ilişkin varyans analizi sonuçları ise sırasıyla Çizelge 4.19, Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.21'de verilmiştir. Koçanda sıra sayısı 16-17 adet/koçan arasındadır. Bu değerlere göre koçanda sıra sayısı sulama konularında önemli bir değişim göstermemektedir.

Koçanda sıra sayısı sulama konularında, $P < 0.05$ düzeyinde farklılık göstermiştir (Çizelge 4.19) ve LSD testine göre 3 farklı grup oluşmuştur. T konusu I. grubu; TKS, VKS, VTK, VT, VK, TK, S ve susuz koşullar III. grubu oluştururken, diğer sulama konuları II. grupta yer almaktadırlar (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18. Sulama Konularına Göre Koçanda Sıra Sayısı, Sırada Tane Sayısı ve Koçanda Tane Sayısı Değerleri

Konular	Koçanda Sıra Sayısı (adet/koçan)		Sırada Tane Sayısı (adet/sıra)		Koçanda Tane Sayısı (adet/koçan)	
	Ortalama	Grup	Ortalama	Grup	Ortalama	Grup
VTKS	16.3	BC	40.3	A	667	A
TKS	16.0	C	38.3	C	606	GH
VKS	16.3	C	37.7	CD	626	E
VTS	16.7	B	39.3	B	640	C
VTK	16.0	C	38.0	C	635	CD
VT	16.0	C	38.0	C	618	F
VK	16.0	C	38.0	C	576	J
VS	16.7	B	38.3	C	648	B
TK	16.0	C	37.0	DE	604	GH
TS	16.7	B	38.3	C	633	CDE
KS	16.3	BC	37.7	CD	611	G
V	16.3	BC	38.0	C	599	HI
T	17.0	A	37.0	DE	631	DE
K	16.7	B	37.0	DE	602	H
S	16.0	C	37.7	CD	592	I
Susuz	16.0	C	36.7	E	601	H

Çizelge 4.19. Koçanda Sıra Sayısı Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Bloklar	2	0.3750	0.1875	1.13
Konular	15	4.9792	0.3319	2.01*
Hata	30	4.9583	0.1653	
Genel	47	10.3125		

Sırada tane sayısı en düşük tüm gelişme dönemlerinde sulanmayan parselde 36.7 adet/sıra, en yüksek tüm gelişme dönemlerinde su kısıtı uygulanmayan koşulda 40.3 adet/sıra olarak elde edilmiştir. Koçanda tane sayısında da yine aynı koşullarda en düşük ve en yüksek değerler elde edilmiş olup, 601 adet/koçan-667 adet/koçan arasında değişmektedir.

Çizelge 4.20. Sırada Tane Sayısı Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Bloklar	2	3.7917	1.8958	2.81
Konular	15	37.9167	2.5278	3.75**
Hata	30	20.2083	0.6736	
Genel	47	61.9167		

Çizelge 4.18'deki değerlerin varyans analizi yapılmış ve sulama konularının sırada tane sayısı üzerindeki etkisi $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Yapılan LSD testine göre 5 farklı grup oluşmuştur. VTKS konusu I. grubu; VTS II. grubu; susuz koşul V. grubu oluştururken, diğer sulama konuları III. ve IV. grupta yer almaktadırlar (Çizelge 4.18).

Koçanda tane sayısı değerlerinin varyans analizi yapılmış ve sulama konularının koçanda tane sayısı üzerindeki etkisi $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. LSD testine göre 9 farklı grup oluşturulmuş, VTKS konusu I. grupta; K, V, susuz koşullar IIX. grupta ve S konusu IX. grupta yer almaktadır (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.21. Koçanda Tane Sayısı Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Bloklar	2	128.4	64.2	1.08
Konular	15	25245.5	1683.0	28.45**
Hata	30	1775.0	59.2	
Genel	47	27148.8		

Sarı ve Abak (1997) koçanda sıra sayısını 13.5-17.3; Gençtan ve Uçkesen (2001) 11.8-16.9; Eşiyok ve ark (2004), 15.62-17.62; Öktem (2005), 2002 ve 2003 yıllarında sırasıyla en yüksek 16.80 ve 17.12, en düşük 14.0 ve 13.60 olarak elde etmişlerdir. Çalışmada elde edilen sonuçlar, bu araştırmacıların sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Gençtan ve Uçkesen (2001), sırada tane sayısını 18.7-40.5; Eşiyok ve ark (2004), 36.67-41.83; Öktem (2005), 2002 yılında 24.80-46.50, 2003 yılında 24.90-47.02 adet/sıra; Yıldız ve Genç (1990), koçandaki tane sayısının ekilen çeşitlere ve bölgelere bağlı olarak, 344.4-485.3 adet/koçan; Yücel (1993) 261-780 adet/koçan; Ülger ve ark. (1993), uygulanan azot miktarına bağlı olarak 386.7-422.3 adet/koçan; Gençoğlan (1996), uygulanan su düzeylerine bağlı olarak 258.35- 527.4 adet/koçan; Boz ve Sağlamtimur (1999) 475.2-527.3 adet/koçan; Turgut (2000) uygulanan azot miktarına bağlı olarak 532.5-627.1 adet/koçan; Pamuk (2003) 343.02-619.93 adet/koçan; Dok (2005), ana ürün mısırdaki 172-293.5 adet/koçan, ikinci ürün mısırdaki 417.5-586.25 adet/koçan; Öktem (2005), 2002 yılında 379.9-722.6 adet/koçan ve 2003 yılında 369.6-706.9 adet/koçan; Yılmaz ve ark. (2005a), 2003 yılında 401.66-664.33 adet/koçan, 2004 yılında ise 369.35-654.35 adet/koçan olduğunu saptamışlardır.

Bu çalışmada belirlenen sırada tane sayısı ve koçandaki tane sayıları ile yukarıdaki araştırmacıların sonuçları arasında benzerlik bulunduğu görülmüştür.

Tepe püskülü döneminde yapılan sulamaların koçanda tane sayısını arttırdığı gözlenmiştir. Koçanda tane sayısı; koçanda sıra sayısı ve sırada tane sayısı ile ilişkilidir. Bu iki özellik ne kadar yüksek değer gösterirse koçanda tane sayısı da o kadar artmaktadır. Sırada tane sayısı ise koçan boyunun

uzamasıyla artmaktadır. Bu durumda koçanları uzun, dolayısıyla sırada tane sayısı fazla ve koçanda sıra sayısı yüksek çeşitlerin, koçanda tane sayısı değeri de yüksek olmaktadır. Bunun yanında koçanda tane sayısının çevre şartlarından oldukça fazla etkilendiği de bildirilmektedir (Claasen ve Shaw, 1970; Öktem 2005).

4.11. Taneleme Yüzdesi

Taneleme yüzdesi olarak ifade edilen tane/koçan oranı ve LSD sınıflandırması Çizelge 4.22'de, varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.23'te verilmiştir. Sulama konularına göre taneleme yüzdesi 0.81-0.83 arasında değişmektedir.

Dok (2005), Harran Ovasında ana ürün ve ikinci ürün olarak yetiştirilen çeşitlerin tane/koçan oranları arasında istatistiki yönden önemli farklılığın çıkmadığını, taneleme yüzdesinin (tane/koçan) % 78- % 82 arasında değiştiğini belirtmiştir.

Söz konusu değerlerin varyans analizi yapılmış ve sulama konularının taneleme yüzdesi üzerindeki etkisi $P < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. LSD testine göre 3 farklı grup oluşmuş, VTKS, TKS, VTK konuları I. grupta; susuz koşul III. grupta ve diğer sulama konuları ise II. grupta yer almaktadırlar (Çizelge 4.22). Vejetatif gelişme ve tepe püskülü dönemlerinde yapılan kısıntısız sulama uygulamalarının taneleme yüzdesi üzerinde olumlu etki yaptığı sonucu elde edilmiştir.

Çizelge 4.22. Tane/Koçan Oranı Değerleri

Konular	Taneleme Yüzdesi	
	Ortalama	Grup
VTKS	0.83	A
TKS	0.83	A
VKS	0.82	B
VTS	0.82	B
VTK	0.83	A
VK	0.82	B
VT	0.82	B
VS	0.82	B
TK	0.82	B
TS	0.82	B
KS	0.82	B
V	0.82	B
T	0.82	B
K	0.82	B
S	0.82	B
Susuz	0.81	C

Çizelge 4.23. Taneleme Yüzdesi Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Bloklar	2	0.00020000	0.00010000	4.50
Konular	15	0.00063333	0.00004222	1.90*
Hata	30	0.00066667	0.00002222	
Genel	47	0.00150000		

4.12. Tek Koçan Ağırlığı

Sulama konularına göre elde edilen tek koçan ağırlıkları Çizelge 4.24'te, verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, sulama konularında 277-352 g arasında değişen tek koçan ağırlığı özellikle koçan çıkarma döneminde sulama kısıntısı uygulanmayan parsellerde artış gösterirken, söz konusu dönemde su kısıntısı uygulanan parseller ile tüm gelişme dönemlerinde sulanmayan parsellerde en düşük koçan ağırlıkları elde edilmiştir.

Kara ve Akman (2002), Isparta ekolojik koşullarında mısır bitkisinin tek koçan ağırlığının 2000 yılında 319.6-330.7 g arasında, 2001 yılında ise 320.5-328.8 g arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Eşiyok ve ark (2004), İzmir

koşullarında tek koçan ağırlığını en yüksek 342 g ile GH 2547 çeşidinden en düşük 271.2 g ile ACX 1072 çeşidinden elde etmişlerdir. Söz konusu araştırmacıların sonuçları ile çalışmada elde edilen sonuçlar benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.24. Sulama Konularının Tek Koçan Ağırlığı

Konular	Tek Koçan Ağırlığı (g)	
	Ortalama	Grup
VTKS	334	C
TKS	352	A
VKS	332	C
VTS	290	G
VTK	350	A
VT	351	A
VK	277	I
VS	306	F
TK	351	A
TS	328	D
KS	301	F
V	299	G
T	304	F
K	309	F
S	313	E
Susuz	288	H

Söz konusu değerlerin varyans analizi yapılmış ve sonuçta sulama konularının tek koçan ağırlıkları üzerindeki etkisi $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.25). LSD testine göre 9 farklı grup oluşmuş, TKS, VTK, VT, TK konuları I. grupta; susuz koşul IIX. grupta ve VK konusu IX. grupta yer almaktadır (Çizelge 4.24). Araştırma sonucunda, vejetatif gelişme, tepe püskülü ve koçan çıkarma dönemlerinde kısıntısız sulama yapmanın tek koçan ağırlığı üzerinde etkili olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.25. Tek Koçan Ağırlığı Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Bloklar	2	0.0000049	0.0000024	0.07
Konular	15	0.0281746	0.0018783	51.24**
Hata	30	0.0010998	0.0000367	
Genel	47	0.0292793		

4.13. 1000 Tane Ağırlığı

1000 tane ağırlığına ilişkin elde edilen değerler ve LSD sınıflandırması Çizelge 4.26'da, varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.27'de verilmiştir. 478-602 g arasında değişen 1000 tane ağırlığının tane bağlama döneminde yapılan sulamalarla arttığı, diğer dönemlerde yapılan sulamaların önemli bir artışa neden olmadığı görülmüştür. Özellikle tüm gelişme dönemlerinde su kısıntısı uygulanmayan, vejetatif, tepe püskülü ve koçan çıkarma dönemlerinde sulanan parsellerde, 1000 tane ağırlığı en yüksek değerleri alırken, sadece tepe püskülü ve süt olum dönemlerinde sulanan parsellerde, en düşük değerleri aldığı gözlenmiştir.

Yılmaz ve ark. (2005a), uygulanan su düzeylerine göre 1000 tane ağırlığının 2003 yılında 324.6-401.3 g ve 2004 yılında 327.0-401.6 g arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça 1000 tane ağırlığı değerleri artmıştır. Bu koşulda, sulamaların tane iriliğini arttırdığı, bunun sonucunda da toplam tane verimi miktarının yükseldiği söylenebilir. Benzer sonuçlar Kanber ve ark., (1990a), Yıldırım (1993), Öğretir (1994), Boz ve Sağlamtimur (1999) ve Pamuk (2003) tarafından da belirtilmiştir.

Çizelge 4.26. Sulama Konularının 1000 Tane Ağırlığı

Konular	1000 Tane Ağırlığı (g)	
	Ortalama	Grup
VTKS	602	A
TKS	505	D
VKS	505	D
VTS	523	C
VTK	584	B
VT	526	C
VK	525	C
VS	523	C
TK	486	E
TS	504	D
KS	478	E
V	502	D
T	486	E
K	523	C
S	503	D
Susuz	501	D

Çizelge 4.27. 1000 Tane Ağırlığı Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Bloklar	2	127.2	63.6	0.81
Konular	15	49739.5	3316.0	42.46**
Hata	30	2342.8	78.1	
Genel	47	52209.5		

Sulama konularına göre 1000 tane ağırlıkları, % 1 düzeyinde yapılan LSD testine göre 5 grup oluşturmuştur. VTKS I. grubu; VTK II. grubu; TK, KS, T koşulları V. grubu oluştururken, diğer koşullarda kendi aralarında farklı gruplar oluşturmuşlardır (Çizelge 4.26). Sulama konularındaki farklılıklar, 1000 tane ağırlığının farklı gruplarda yer almasına neden olmuştur.

4.14. Tane Ağırlığı

Araştırmada sulama konularında belirlenen ortalama teksel tane ağırlıkları ve LSD sınıflandırması Çizelge 4.28'de, varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.29'da verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, 111.20-145.53 mg/adet arasında değişen teksel tane ağırlığının, tepe püskülü ve koçan çıkarma dönemlerinde yapılan sulamalarda arttığı, diğer dönemlerde yapılan sulamalarla daha düşük değerlerde kaldığı görülmüştür. Özellikle tüm gelişme dönemlerinde sulanmayan, vejetatif ve koçan çıkarma dönemlerinde sulanan parsellerde tane ağırlığının en düşük değeri aldığı gözlenmiştir.

Gençoğlan (1996), Çukurova koşullarında I. ürün mısır bitkisinin tane ağırlığını 134.41-332.76 mg olarak elde etmiş, uygulanan sulama suyu miktarı azaldıkça tanelerin küçülerek ağırlıklarının azaldığını belirtmiştir. Nouna ve ark. (2000), yarı kurak Akdeniz iklim kuşağında tane ağırlığını 205.90 mg olarak ölçmüşlerdir. Çalışmada elde edilen teksel tane ağırlığı ile araştırmacıların sonuçları arasındaki farklılığın sulama konularından kaynaklanabileceği söylenebilir.

Çizelge 4.28. Sulama Konularının Ortalama Teksel Tane Ağırlıkları

Konular	Tane Ağırlığı (mg/adet)	
	Ortalama	Grup
VTKS	143.87	A
TKS	138.97	AB
VKS	135.60	BC
VTS	139.60	AB
VTK	144.07	A
VT	144.47	A
VK	111.20	H
VS	128.33	CDE
TK	145.53	A
TS	132.53	BCD
KS	119.73	FG
V	120.93	EFG
T	125.93	DEF
K	119.60	FG
S	126.73	DEF
Susuz	114.87	GH

Yapılan LSD testine göre 8 grup oluşmuştur. VTKS, VTK, VT, TK I. grubu; VK VIII. grubu oluştururken, diğer koşullarda kendi aralarında farklı gruplar oluşturmuşlardır. Tepe püskülü ve koçan çıkarma dönemlerinde yapılan kısıntısız sulamaların tane ağırlığı üzerinde olumlu bir etki yaptığı sonuç olarak söylenebilir.

Çizelge 4.29. Tane Ağırlığı Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Bloklar	2	1421.50	710.75	12.75
Konular	15	5850.98	390.07	7.00**
Hata	30	1672.56	55.75	
Genel	47	8945.04		

4.15. Hasat Nemi

Hasat sırasında tanenin nemini ifade eden bu değer, özellikle tane veriminin hesaplanmasında kullanılan bir parametredir.

Tane verimi hesaplanırken esas alınan % 15 neme göre hasat neminin değişimi, Çizelge 4.30'da verilmiştir. Hasat nemi, sulama konularında % 19.6- % 23.5 arasında değişmektedir. Vejetatif gelişme ve tepe püskülü dönemlerinde su kısıntısı uygulanmayan konuda en yüksek değeri alırken, buna karşın, süt olum döneminde su kısıntısının uygulandığı, vejetatif gelişme, tepe püskülü ve koçan çıkarma dönemlerinde su kısıntısı uygulanmayan konuda ise en düşük değeri aldığı gözlenmiştir.

Konulara göre hasat nemi değerlerinin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.31'de verilmiştir. Sulama konularının hasat nemi üzerindeki etkisi $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Yapılan LSD testine göre 6 grup oluşmuştur. VT I. grubu; VTK VI. grubu oluştururken, diğer koşullarda kendi aralarında farklı gruplar oluşturmuşlardır (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.30. Sulama Konularındaki Hasat Nemi

Konular	Hasat Nemi (%)	
	Ortalama	Grup
VTKS	20.2	EF
TKS	22.4	B
VKS	21.1	C
VTS	20.1	EF
VTK	19.6	F
VT	23.5	A
VK	20.2	EF
VS	20.5	DE
TK	20.0	EF
TS	20.1	EF
KS	20.4	DE
V	20.5	DE
T	20.1	EF
K	21.3	C
S	20.8	CD
Susuz	20.0	EF

Çizelge 4.31. Hasat Nemi Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Bloklar	2	0.1117	0.0558	0.20
Konular	15	45.2015	3.0134	10.61**
Hata	30	8.5217	0.2841	
Genel	47	53.8348		

4.16. Yaprak Alan İndeksi (YAI)

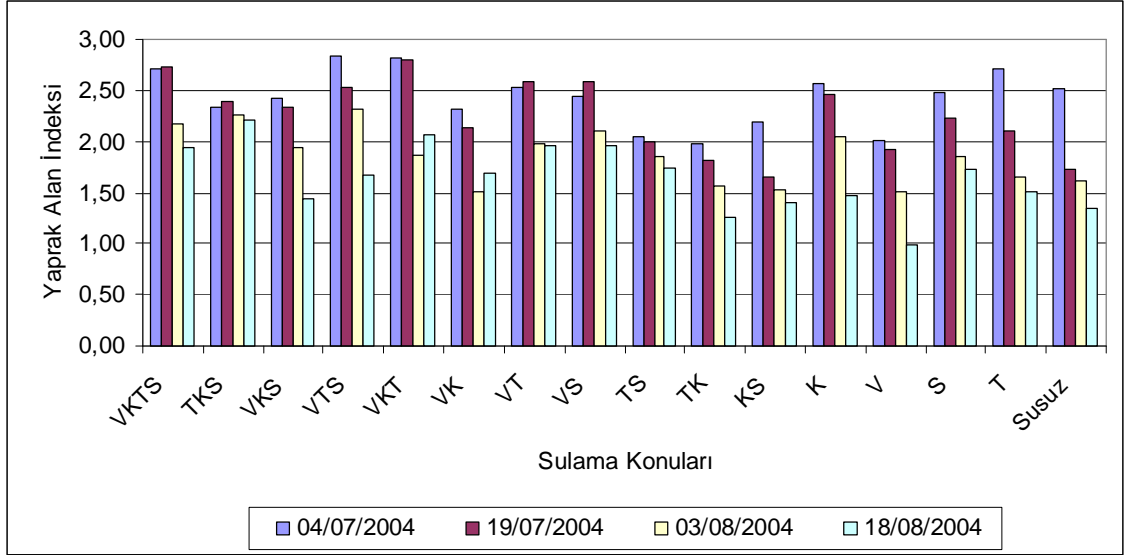
Deneme süresince II. blok deneme parsellerinden alınan örnek bitkilerin YAI ilişkin elde edilen değerler Çizelge 4.32 ve Şekil 4.16'da, verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi, 1.61-2.39 arasında değişen yaprak alan indeksi vejetatif gelişme ve tepe püskülü dönemlerinde en yüksek değerlerine çıkarken, koçan çıkarma ve süt olum dönemlerinde azalmaya başlamıştır.

YAI'nin vejetatif gelişme döneminde yapılan sulamalarla arttığı, diğer dönemlerde yapılan sulamalarla daha düşük değerler elde edildiği görülmüştür. Özellikle tüm gelişme dönemlerinde su kısıntısı uygulanmayan, vejetatif, tepe püskülü ve koçan çıkarma dönemlerinde sulanan parsellerde, YAI en yüksek değeri alırken, sadece tepe püskülü ve süt olum dönemlerinde sulanan parsellerde en düşük değerleri aldığı gözlenmiştir.

Gençoğlan (1996), Çukurova koşullarında mısır bitkisinin yaprak alan indeksinin 2.05-2.49 arasında değiştiğini, bitkinin tepe püskülü çıkardıktan yaklaşık 10-14 gün sonra yaprak alan indeksinin en yüksek değere ulaştığını, söz konusu dönemden sonra, yaprak kurumaları nedeniyle ise azaldığını belirtmiştir.

Çizelge 4.32. Sulama Konularındaki Yaprak Alan İndeksi

Konular	Ölçüm Yapılan Dönemler				Ortalama
	04/07/2004	19/07/2004	03/08/2004	18/08/2004	
VTKS	2.72	2.73	2.17	1.95	2.39
TKS	2.34	2.39	2.27	2.20	2.30
VKS	2.43	2.33	1.94	1.43	2.03
VTS	2.84	2.53	2.31	1.68	2.34
VTK	2.82	2.80	1.87	2.07	2.39
VT	2.32	2.15	1.51	1.68	1.92
VK	2.53	2.59	1.98	1.96	2.26
VS	2.45	2.59	2.10	1.96	2.27
TK	2.05	1.99	1.85	1.74	1.91
TS	1.97	1.81	1.57	1.25	1.65
KS	2.20	1.65	1.52	1.40	1.69
V	2.57	2.45	2.05	1.47	2.14
T	2.02	1.92	1.50	0.98	1.61
K	2.48	2.23	1.86	1.72	2.07
S	2.71	2.10	1.64	1.51	1.99
Susuz	2.51	1.73	1.62	1.34	1.80



Şekil 4.16. Yaprak Alan İndeksi Değişimi

4.17. Toprak Üstü Kuru Madde Miktarı (Biomass)

Hasatta, orta blok parsellerinden alınan örnek bitkilerin, kuru madde miktarına ilişkin elde edilen değerler, Çizelge 4.33'te verilmiştir. Toprak üstü kuru madde miktarı en düşük; yalnızca süt olum döneminde sulama yapılan koşulda 5092 kg/da, en yüksek değer ise vejetatif gelişme, tepe püskülü ve koçan çıkarma dönemlerinde tam sulama yapılan koşulda 6079 kg/da olarak elde edilmiştir.

Gençoğlan (1996), Çukurova koşullarında mısır bitkisinin kuru madde miktarını 1993 yılında 0.76-2.64 kg/m², 1994 yılında ise 0.72-2.90 kg/m² arasında değiştiğini belirtmiştir. Howell ve ark (1995), kuru madde miktarını tam sulama yapılan koşulda 1.986-2.232 kg/m², susuz koşulda ise 0.934-0.830 kg/m²; Carberry ve ark (1989), kuru madde verimini 0.652-17.753 kg/m² olarak belirlemişlerdir. Çalışmalardan görüldüğü gibi susuz koşullarda elde edilen kuru madde verimlerinin bu çalışmada elde edilen değerlerden düşük, sulu koşullarda elde edilen bazı değerlerin ise, çalışmadaki sonuçlardan yüksektir. Tector çeşidinin silajlık özelliğinin olması nedeniyle kuru madde miktarının fazla çıkmış olabileceği söylenebilir.

Çizelge 4.33. Sulama Konularındaki Toprak Üstü Kuru Madde Miktarı

Konular	Kuru Ağırlıklar (kg/da)			
	Sap (SM)	Koçan (EM)	Yaprak (LM)	Biomass (ABM)
VTKS	1508	2167	2050	5833
TKS	1466	2091	2700	5646
VKS	1462	2009	2240	5510
VTS	1465	2174	1960	5776
VTK	1588	2242	1950	6079
VT	1414	1870	2030	5213
VK	1486	1771	1850	5170
VS	1426	1995	1820	5430
TK	1495	2063	1870	5648
TS	1480	1910	1220	5381
KS	1454	1785	1740	5141
V	1393	1892	1870	5214
T	1362	2020	2080	5368
K	1466	1945	1950	5414
S	1418	1790	2020	5092
Susuz	1487	2104	2600	5700

4.18. Hasat İndeksi

Sulama konularında, tane veriminin toprak üstü kuru maddeye oranı olarak bilinen hasat indeksleri (Hİ) Çizelge 4.34'de verilmiştir. Hİ, en düşük 0.197, en yüksek 0.318'dir. Hasat indeksinin özellikle koçan çıkarma döneminde kısıntısız sulanan parsellerde (% 100 su uygulanan) daha yüksek olduğu görülmüştür. Gençoğlan (1996), Çukurova koşullarında hasat indeksinin 0.20-0.48 arasında değiştiğini belirtmiştir. Söz konusu araştırmacının sonuçları ile çalışmada elde edilen sonuçlar benzerlik göstermektedir.

Konulara göre Hİ değerlerinin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.35'de verilmiştir. Sulama konularının Hİ üzerindeki etkisi $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuş ve yapılan LSD testine göre 9 grup oluşmuştur (Çizelge 4.49). VTKS I. grubu; VTS II. grubu; TK VIII. grubu; susuz koşul IX. oluştururken, diğer koşullarda kendi aralarında farklı gruplar oluşturmuşlardır. Bitkinin farklı gelişme dönemlerinde uygulanan su kısıtları Hİ'nin farklı gruplarda yer almasına neden olmuştur. Vejetatif gelişme ve tepe püskülü dönemlerindeki sulama uygulamalarının Hİ üzerinde olumlu etkisi olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.34. Sulama Konularındaki Hasat İndeksi

Konular	Hasat İndeksi	
	Ortalama	Grup
VTKS	0.318	A
TKS	0.294	C
VKS	0.287	D
VTS	0.301	B
VTK	0.293	C
VT	0.285	D
VK	0.247	H
VS	0.254	G
TK	0.240	H
TS	0.253	G
KS	0.273	E
V	0.261	F
T	0.266	F
K	0.252	G
S	0.282	D
Susuz	0.197	I

Çizelge 4.35. Hasat İndeksi Varyans Analizi Sonuçları

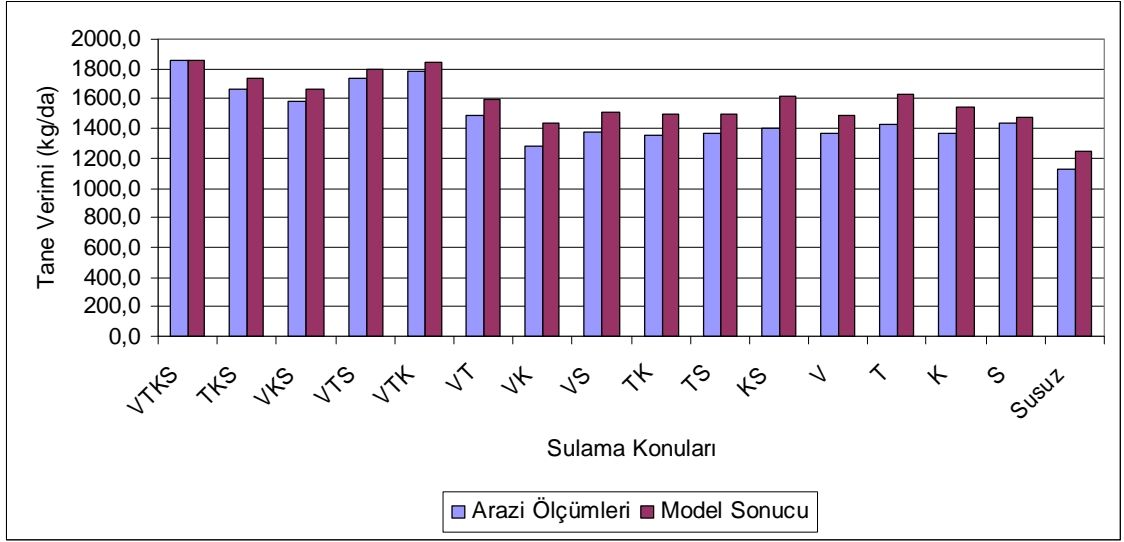
Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Bloklar	2	0.0004595	0.0002298	6.29
Konular	15	0.0384926	0.0025662	70.30**
Hata	30	0.0010952	0.0000365	
Genel	47	0.0400472		

4.19. Arazi Çalışmaları ve CERES-Maize Bitki Gelişim Model Sonuçlarının Karşılaştırılması

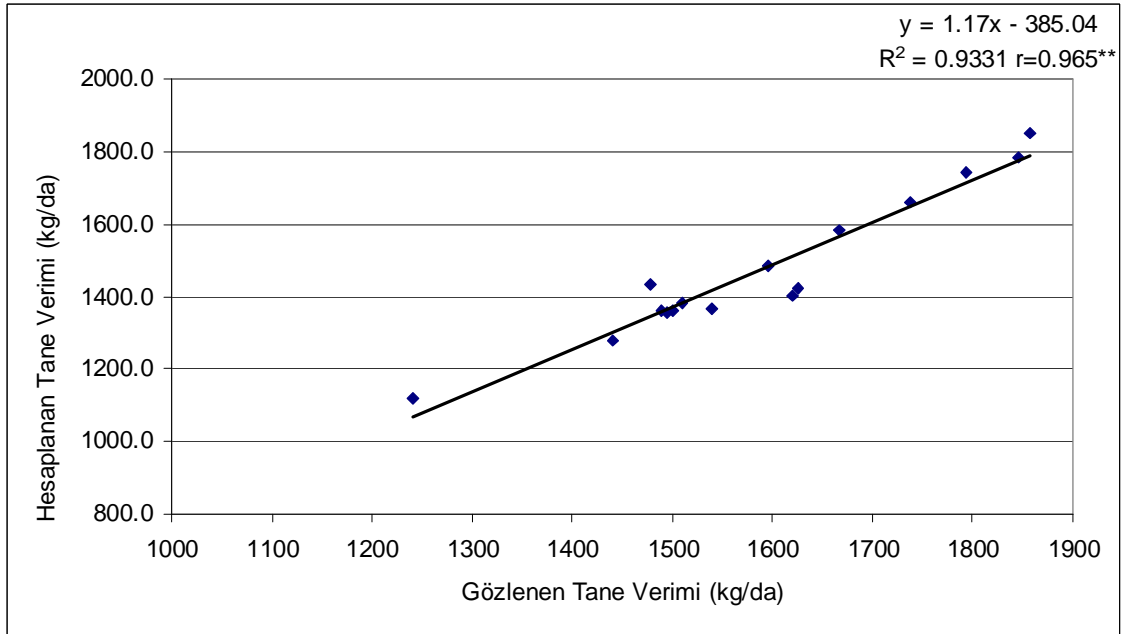
Modelin gereksinim duyduğu kimi parametreler, yürütülen mısır denemesinden alınarak, DSSAT V3.0 bitki gelişim modelinde yer alan, CERES-Maize alt modülüne uyarlanmış ve elde edilen sonuçlar Ek 1-16'da verilmiştir. Elde edilen model sonuçları, araziden elde edilen sonuçlarla karşılaştırılarak modelin geçerliliği sınanmıştır.

Çizelge 4.36'dan görüleceği gibi, sulama konularına göre modelden elde edilen çiçeklenme zamanı 66 gün, fizyolojik olgunluk ise 132 gün, arazi ölçümlerinde ise bu değerler sırasıyla 65 gün ve 130 gün olarak belirlenmiştir. Hipotez testi sonucunda bulunan Z değerleri -1.5 değerini almış olup, arazi sonuçları ile model sonuçları arasındaki matematiksel ilişkinin H_0 hipotezinin kabul edildiğini göstermektedir.

Arazi ölçümleri sonucu susuz koşulda 1120.1 kg/da, tam sulanan koşulda ise 1852.8 kg/da olarak elde edilen tane verimi, model sonucunda 1240 kg/da ve 1857 kg/da olarak elde edilmiştir (Şekil 4.17). Modelde tahminlenen tane verimlerinin arazi ölçümlerinden daha büyük olduğu ve tam sulanan koşulda % 0.2 ile en düşük, koçan çıkarma ve süt olum dönemlerinde sulanan koşulda ise % 12.3 ile en yüksek farkla tahminlendiği görülmüştür. Arazi ölçümleri ile model sonuçları arasındaki ilişki doğrusaldır ve korelasyon katsayısı 0.965'tir (Şekil 4.18). Model ve araziden elde edilen tane verimi değerlerinin -0.96519 ile -1.99969 Z değişim aralığında olduğu ve tüm sulama konularında H_0 hipotezinin kabul edildiği görülmektedir.



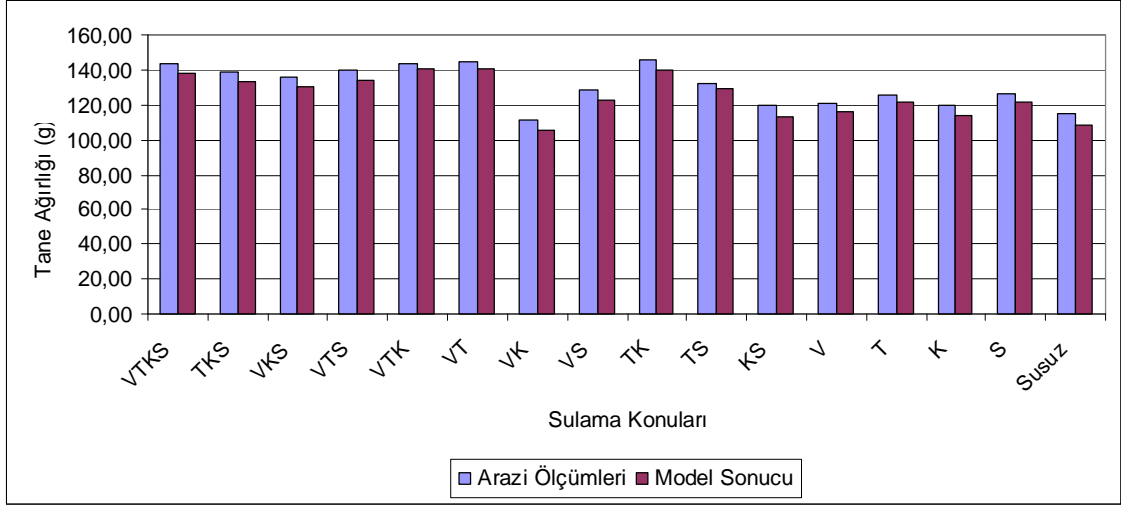
Şekil 4.17. Tane Veriminin Arazi Ölçümleri ile Model Sonuçlarının Karşılaştırılması



Şekil 4.18. Sulama Konularına İlişkin Gözlenen ve Hesaplanan Tane Verimleri

Söz konusu modelde tane ağırlığı 0.108-0.146 g arasında tahminlenirken, arazi ölçümleri sonucu ortalama 0.115-0.146 g olarak elde edilmiştir. CERES-Maize modelinin ortalama tane ağırlığını susuz koşulda % 5.87 ile en yüksek, (VTK) vejetatif, tepe püskülü ve koçan çıkarma

dönemlerinde sulanan koşulda ise % 2.12 ile en düşük farkla tahmin ettiği belirlenmiştir (Şekil 4.19). Hipoz testi sonucunda bulunan Z değerleri ise 0.28576 ile 1.80766 arasındadır. Arazi ölçümleri sonucu elde edilen tane ağırlığı ile model sonucunda tahminlenen değerler arasındaki doğrusal ilişkinin korelasyon katsayısı $P < 0.01$ düzeyinde 0.996 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.20).



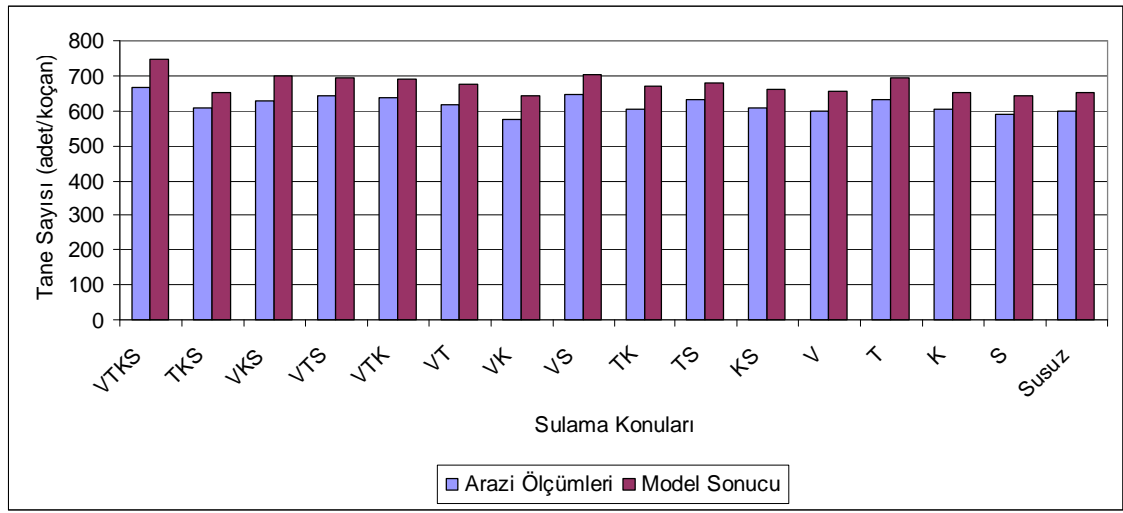
Şekil 4.19. Tane Ağırlığının Arazi Ölçümleri ile Model Sonuçlarının Karşılaştırılması



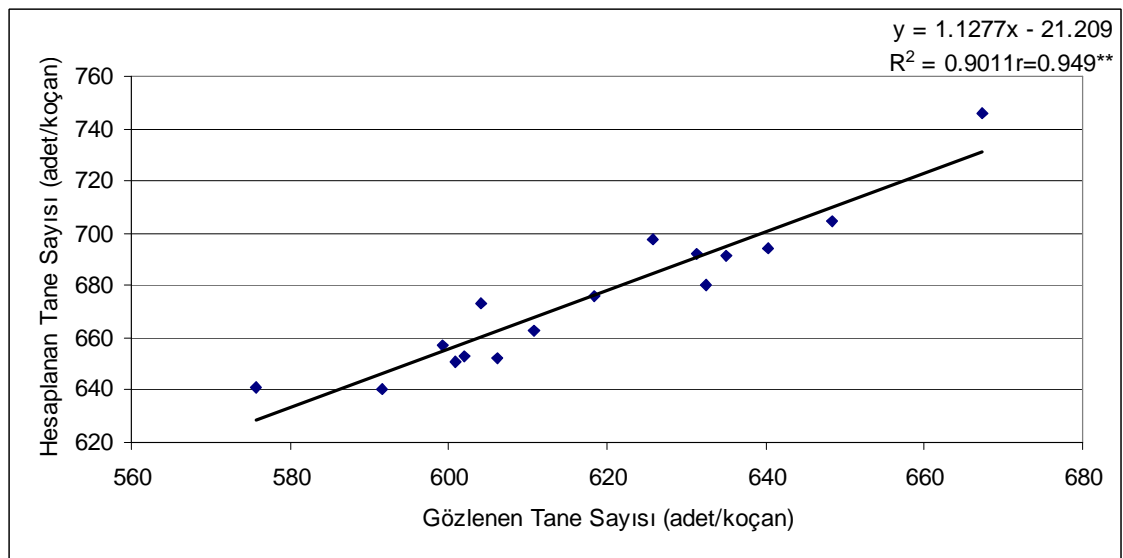
Şekil 4.20. Sulama Konularına İlişkin Gözlenen ve Hesaplanan Tane Ağırlıkları

Tane sayısı dikkate alındığında araziden en fazla tam sulanan koşulda 667 adet/koçan, vejetatif ve koçan çıkarma dönemlerinde kısınıtsız sulanan koşulda en az 576 adet/koçan olarak elde edilirken, model sonucunda tam

sulanan koşulda 746 adet/koçan ile en fazla, vejetatif ve koçan çıkarma dönemlerinde sulanan koşulda ise en az 641 adet/koçan olarak tahminlenmiştir. Model sonucunda elde edilen tane sayısının arazi ölçümlerinden daha büyük olduğu ve % 7.04-% 10.56 arasında fark olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.21). Arazi ölçümleri ile model sonuçları arasındaki doğrusal ilişkinin korelasyon katsayısı Şekil 4.22'den görüleceği gibi 0.949'dur. Çizelge 4.36'dan model ve araziden elde edilen tane sayısı değerlerinin -1.87140 ile -1.99024 Z değişim aralığında bulunduğu ve H_0 hipotezinin kabul edildiği görülmektedir.

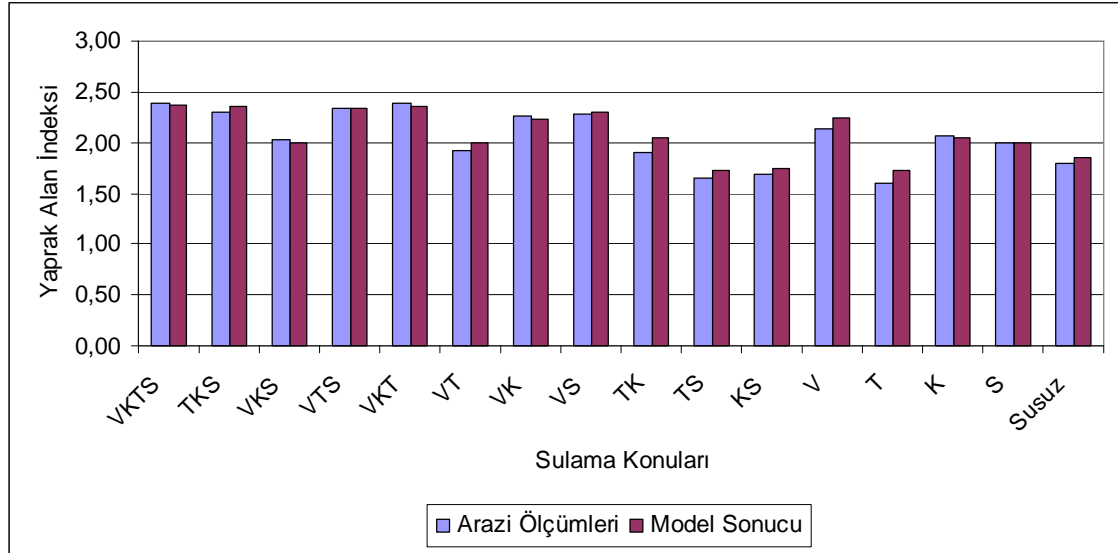


Şekil 4.21. Tane Sayısının Arazi Ölçümleri ile Model Sonuçlarının Karşılaştırılması

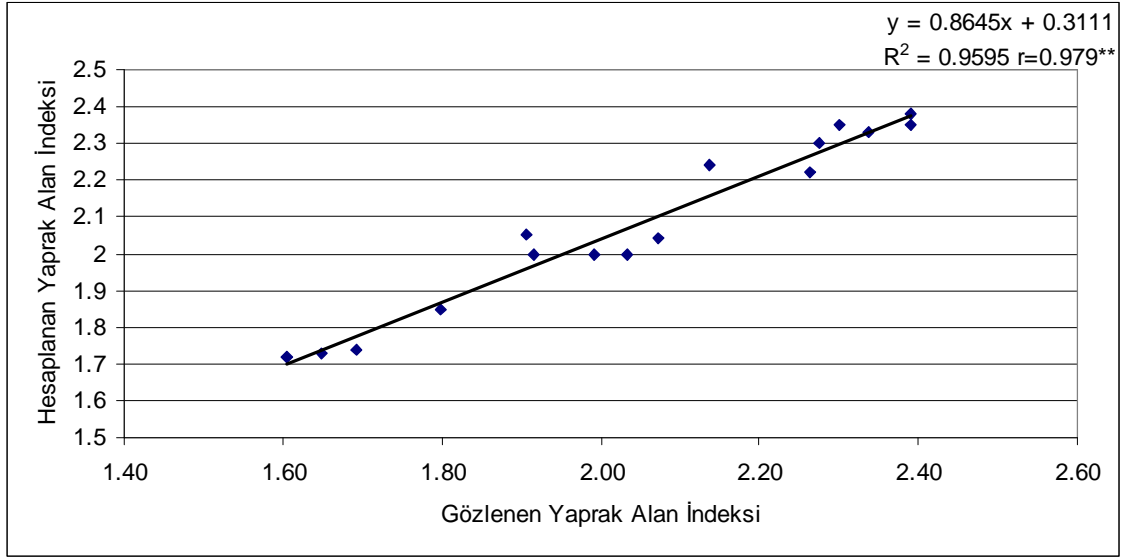


Şekil 4.22. Sulama Konularına İlişkin Gözlenen ve Hesaplanan Tane Sayısı

Çizelge 4.36'dan görüldüğü gibi arazi ölçümleri sonucu elde edilen yaprak alan indeksi ile tahminlenen yaprak alan indeksi değerleri birbirlerine çok yakın sonuçlar vermiştir. Arazi ölçümleri sonucunda, yaprak alan indeksi, vejetatif gelişme ve tepe püskülü dönemlerinde en yüksek değerlerine çıkarken, koçan çıkarma ve süt olum dönemlerinde azalmaya başlamıştır. Vejetatif gelişme döneminde yapılan sulamalarla arttığı, diğer dönemlerde yapılan sulamalarla daha düşük değerler elde edildiği görülmüştür. Arazi ölçümleri ve modelden elde edilen yaprak alan indeksi değerleri sırasıyla 1.65-2.39 ve 1.72-2.38 arasında değişim göstermektedir. Sonuçlar arasındaki değişim oranı ise % 0.42-% 7.47 arasındadır (Şekil 4.23). Bütün uygulamalar dikkate alındığında ise test sonucu, H_0 hipotezinin kabulünü sağlayacak, -1.46831 ve 0.09782 değerleri arasında yer almıştır. Şekil 4.24'ten de görüleceği gibi model sonuçları ile arazi ölçümleri arasındaki ilişki doğrusal olup, korelasyon katsayısı 0.979'dur.

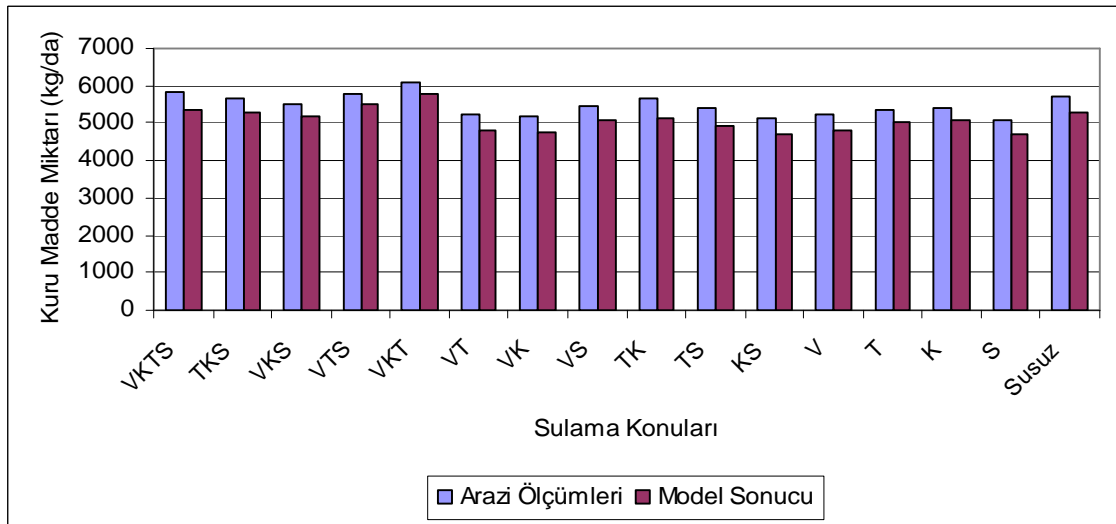


Şekil 4.23. Yaprak Alan İndeksinin Arazi Ölçümleri ile Model Sonuçlarının Karşılaştırılması

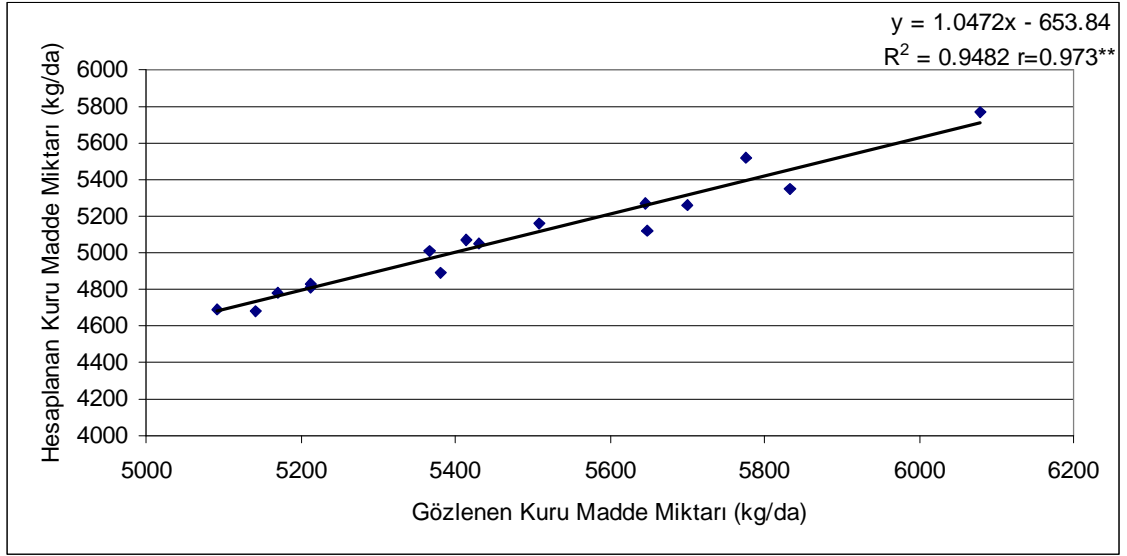


Şekil 4.24. Sulama Konularına İlişkin Gözlenen ve Hesaplanan Yaprak Alan İndeksi

Çalışma sonucu elde edilen kuru madde miktarı (biyomas) değerleri 5092-6079 kg/da, model sonucu ise 4682-5774 kg/da arasında değişmektedir (Şekil 4.25). Çizelge 4.36'da bu parametreye ilişkin sonuçlardan Z değeri 1.41214 değerini almış, H_0 hipotezi kabul edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre model sonuçlarının arazi ölçümlerine göre % 4.48- % 9.42 arasında değişen bir farkla daha düşük çıkmış, aralarındaki ilişkinin korelasyon katsayısı ise 0.973 olarak bulunmuştur (Şekil 4.26).

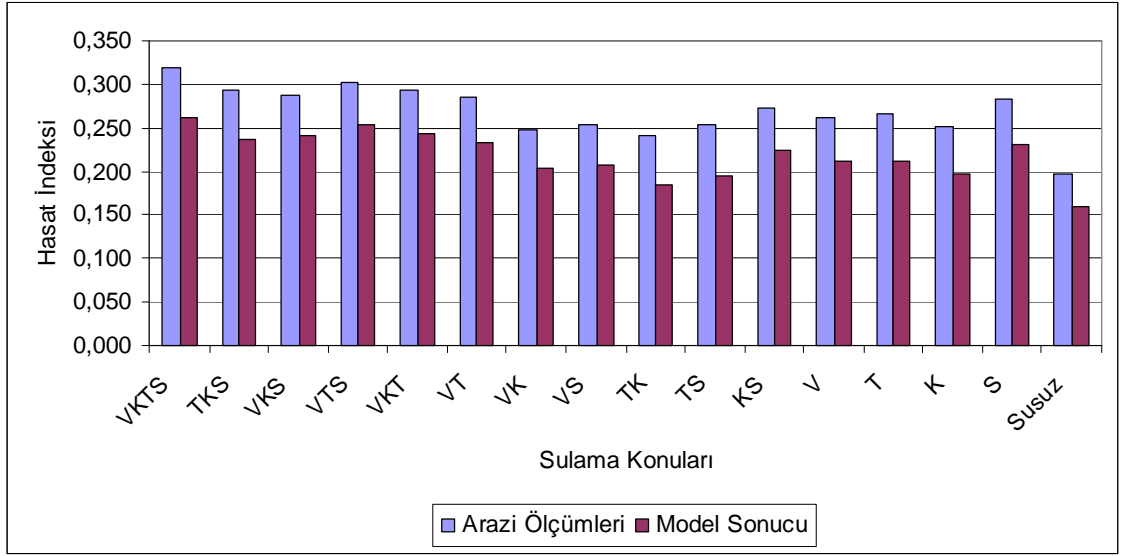


Şekil 4.25. Kuru Madde Miktarının Arazi Ölçümleri ile Model Sonuçlarının Karşılaştırılması

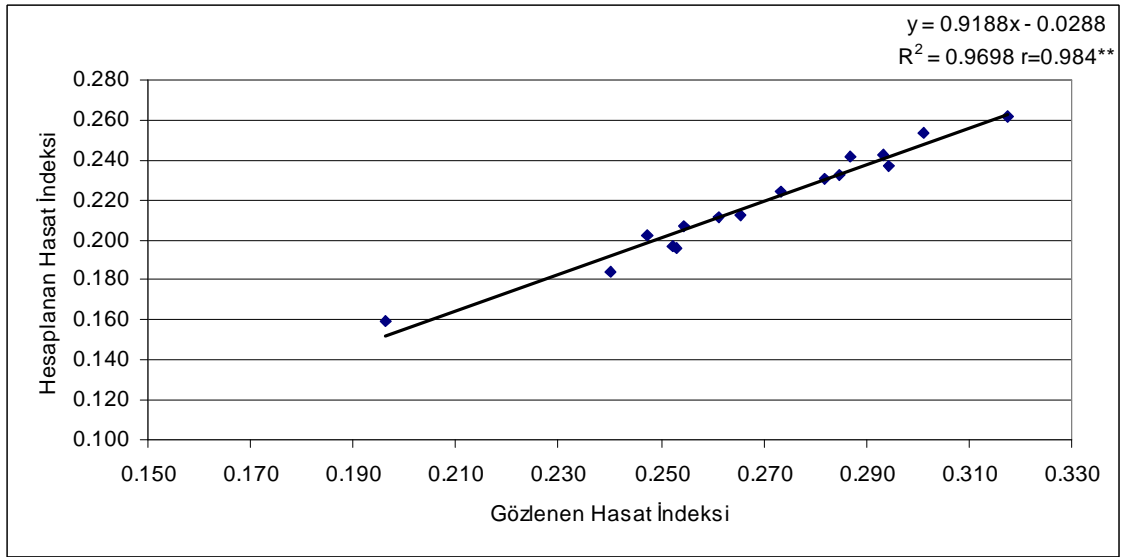


Şekil 4.26. Sulama Konularına İlişkin Gözlenen ve Hesaplanan Kuru Madde Miktarı

Hasat indeksi, tam sulanan koşulda 0.318 ile en yüksek, sulanmayan koşulda ise en düşük 0.192 elde edilmiştir. Bu değerler model sonucunda ise sırasıyla 0.262 ve 0.159 bulunmuştur. CERES-Maize modeli hasat indeksini (VKS) vejetatif, koçan çıkarma ve süt olum dönemlerinde sulanan konuda % 15.67 ile en düşük, (TK) tepe püskülü ve koçan çıkarma dönemlerinde sulanan koşulda ise % 23.17 ile en yüksek farkla tahminlemiştir (Şekil 4.27). Hasat indeksine ilişkin hesaplanan Z değerleri minimum 1.78282, maksimum 1.99945 değerlerini almıştır. Bu sonuçlara göre denemedeki sulama konularına göre hasat indeksine ilişkin H_0 hipotezi kabul edilmiştir. Arazi sonuçları ile tahminlenen değerler arasındaki korelasyon katsayısı 0.984 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.28).



Şekil 4.27. Hasat İndeksinin Arazi Ölçümleri ile Model Sonuçlarının Karşılaştırılması



Şekil 4.28. Sulama Konularına İlişkin Gözlenen ve Hesaplanan Hasat İndeksi

Denemeden elde edilen verilerin varyans analizi ve LSD testi sonucunda sulama konuları ile parametreler arasında önemli bir farklılığın olmadığı görülmüştür. Çalışmadan elde edilen çiçeklenme zamanı, fizyolojik olgunluk, tane verimi, tane ağırlığı, tane sayısı, yaprak alan indeksi, kuru madde miktarı (biomas) ve hasat indeksi değerleri için kurulan hipotez testine göre, model sonucu elde edilen sonuçların araziden elde edilen gerçek sonuçlarla uyumlu olduğu görülmektedir. Bu durumda DSSAT V3.0 programının CERES-Maize bitki gelişim modelinin, Bursa yöresinde yetiştirilen Tector mısır çeşidinin verim ve verim parametrelerinin tahminlenmesinde güvenilir bir şekilde kullanılabileceği söylenebilir.

Arazi ölçümleri sonucu elde edilen verim ve verim parametrelerinin model sonuçları ile karşılaştırılması sonucunda CERES-Maize modelinin; tane verimini % 0.2-12.3, tane ağırlığını % 2.12-5.87, tane sayısını % 7.04-10.56, yaprak alan indeksini % 0.42-7.47, kuru madde miktarını % 4.48-9.42, hasat indeksini % 15.67-23.17 farkla tahminlediği görülmüştür. Sonuç olarak söz konusu modelin Bursa koşullarında ortalama % 8'lik bir hata payı ile mısır bitkisinin verim ve verim parametrelerinin tahminlenmesinde kullanılabileceği söylenebilir.

Model sonuçlarının yorumlanacağı çalışmalarda sonuçların güvenilirliğini arttırmak için eksiksiz bir veri tabanının oluşturulması, toprak ve iklim gözlemlerinin araştırma alanında yapılması, iklim etkenlerinin (sıcaklık, yağış ve solar radyasyon gibi) izlenmesi, su-verim ilişkisinin analizinde önem kazanmaktadır.

Modelde benzetim yapılırken kullanılan genetik katsayıların hesaplanmasında hangi yaklaşımın ele alındığı ve bu bağlamda modele müdahale edilmemesi bir sorun oluşturmaktadır. Ancak elde edilen sonuçlar ışığında, mısır verimi ve buna bağlı diğer parametrelerin tahminlenmesinde DSSAT V3.0 programı CERES-Maize bitki gelişim modelinin kullanılabileceği, mısır üretiminde farklı su uygulama düzeyleri için tane verimi, tane ağırlığı, tane sayısı, yaprak alan indeksi, kuru madde miktarı ve hasat indeksi parametrelerini tahminlemenin mümkün olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

AKINCI, M. 2004. Kısıtlı Sulama. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları.
<http://www.khgm.gov.tr/kutuphane/MAKALE/makale001.htm>

ALEXANDROV, V.A., G. HOOGENBOOM. 2000. The Impact of Climate Variability and Change on Crop Yield in Bulgaria. Agricultural and Forest Meteorology (104), p. 315-327.

ANONİM. 1986. Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT) IBSNAT Technical Report 5, 58 p.

ANONİM. 2001a. IIIV. Beş Yıllık Kalkınma Planı Bitkisel Üretim Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Tahıl ve Baklagil Alt Komisyonu Raporu, s. 56-82.

ANONİM. 2001b. Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü, 8 s.

ANONİM. 2002. Tarımsal Yapı ve Üretim. Devlet İstatistik Enstitüsü Yay. No : 2885. Ankara. s 45-49.

ANONİM. 2003a. Mısır Çalışma Grubu Raporu. Türkiye Ziraat Odaları Birliği Ürün Raporu, 8 s.

ANONİM. 2003b. Ülkesel Tohumluk Tedarik, Dağıtım ve Üretim Programı. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı TÜGEM Tohumluk Dairesi Başkanlığı Yayınları. 245 s.

ANONİM. 2005. Ülkesel Tohumluk Tedarik, Dağıtım ve Üretim Programı. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı TÜGEM Tohumluk Dairesi Başkanlığı Yayınları. 232 s.

BEADLE, C.L. 1985. Plant Growth Analysis. Techniques in Bioproductivity and Photosynthesis. Edited by J. Coombs, D.O. Hall, S.P. Kong and J.M.O. Scurlock. Chapter 2, p. 20-25.

BENAMI, A. and A. OFEN. 1984. Irrigation Engineering. Sprinkler, Trickle, Surface Irrigation Principles, Design and Agricultural Practices. Faculty of Agricultural Engineering Technion-Israel Institute of Technology. 257 p.

BLUMENTHAL, J.M., D.J. LYON and W.W. STROUP. 2003. Optimal Plant Population and Nitrogen Fertility for Dryland Corn in Western Nebraska. *Agronomy Journal* (95), p. 878-883.

BOZ, A.R. ve T. SAĞLAMTİMUR. 1999. Çukurova Koşullarında İkinci Ürün Mısırdaki Sulama Suyu Miktarının Verim, Kalite ve Bazı Tarımsal Özelliklerine Etkisi Üzerine Araştırmalar. *Ç.Ü. Z.F. Dergisi*, 14(4),s. 21-26.

BRAUNWORTH, JR. W.S., H.J.MACK. 1989. Crop-Water Production for Sweet Corn, *Journal of American Society of Horticulture Science*, 114 (2), p. 210-215.

CARBERRY, P.S., R.C. MUCHOW, R.L. MCCOWN. 1989. Testing the CERES-Maize Simulation Model in a Semi-arid Tropical Environment. *Field-Crops- Res.* 20(4), p. 297-315.

CAVERO, J., E. PLAYAN, N. ZAPATA, J.M. FACI. 2001. Simulation of Maize Grain Yield Variability within a Surface-Irrigated Field. *Agronomy Journal* (93), p. 773-782.

CENGİZHAN, C. 2003. 2001-2003 Ders Notları Arşivinde. <http://mimoza.marmara.edu.tr/~cahit/Yayin/belge/ista/index.html>

CERİT, İ., M.A. TURKAY, H. SARIHAN, H.M. ŞEN. 2001. Mısır Yetiştiriciliği. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Çukurova Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü Müdürlüğü, 14 s.

CESURER, L. 1992. Kahramanmaraş Koşullarında Ana Ürün Olarak Yetiştirilecek Yüksek Verimli Melez Mısır Çeşitleri Üzerinde Araştırmalar. Tarla Bitkileri Kongresi. Agronomi Bildirileri Cilt: 1 E.Ü. Ziraat Fak. Ofset Basımevi, Bornova/İzmir. s. 267-270.

CESURER, L., M. ÇÖLKESEN VE A. ÇİÇEK. 1999. Kahramanmaraş Koşullarında II. Ürün Hibrid Mısır (*Zea mays L.*) Çeşitlerinin Agronomik Özelliklerinin Belirlenmesi. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, 15-18 Kasım 1999, I. Cilt Genel Ve Tahıllar, Adana, s.281-286.

CLAASEN, M.M., R.H., SHAW. 1970. Water Deficit Effect on Corn. II. Grain Components. Agron. J. 64, p. 652-655.

CRACIUN, L., M. CRACIUN. 1999. Water and Nitrogen Use Efficiency Under Limited Water Supply for Maize to Increase Land Productivity. In: C. Kirda, P. Moutonnet, C. Hera & D.R. Nielsen, eds. Crop yield response to deficit irrigation, Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers. p.141-169.

ÇALDAĞ, B. 2000. Meteorolojik Faktörlerin Bitki Gelişimine Etkilerinin Bitki-İklim Modelleri İle Belirlenmesi. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 175 s.

ÇALDAĞ, B., L. ŞAYLAN, O. ŞEN, H.TOROS, F. BAKANOĞULLARI. 2001. Toprak ve Atmosferik Faktörlerdeki Değişimin Buğdayın Verimine Etkilerinin Belirlenmesinde Model Kullanımı. Trakya Toprak ve Su Kaynakları Sempozyumu, Kırklareli, 24-27 Mayıs 2001, s. 257-265.

ÇETİN, Ö. 1996. Harran Ovası Koşullarında İkinci Ürün Mısır Su Gereksinimi. Şanlıurfa Araştırma Enst. Md. Yayınları, Genel Yayın No:90, Şanlıurfa, s. 46.

ÇETİN, Ö. 2003. Toprak-Su İlişkileri ve Toprak Suyu Ölçümleri Yöntemleri. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Eskişehir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No:258/25, s. 55-70.

DHAKHWA, G.B., C.L. CAMPBELL, S.K. LEDUC, E.J. COOTER. 1997. Maize Growth: Assessing The Effects Of Global Warming and CO₂ Fertilization With Crop Models. Agricultural and Forest Meteorology 87, 253-272 p.

DOK, M. 2005. Harran Ovasında Ana ve İkinci Ürün Mısır Yetiştiriciliğinde Bazı Mısır Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurları Üzerine Araştırmalar. GAP IV. Tarım Kongresi, 21-23 Eylül 2005, Şanlıurfa, s. 861-866.

DOORENBOS, J. and A.H. KASSAM. 1979. Yield Response to Water. United Nations FAO.Pub. 33, Rome, 193 p.

DURAK, M. ve L. ŞAYLAN. 1998. İklim Değişiminin Tarımsal Meteorolojik Etkilerinin Modellerle Belirlenmesi. Tarım ve Orman Meteorolojisi'98 Sempozyumu, İstanbul, 21-23 Ekim 1998, s. 292-295.

ELÇİ, S., Ö. KOLSARICI, H. GEÇİT. 1987. Tarla Bitkileri. A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları, No: 100, Ofset Basım: 30, Ankara.

EŞİYOK, D., K. BOZOKALFA ve A. UĞUR. 2004. Farklı Lokasyonlarda Yetiştirilen Şeker Mısır (*Zea mays L. var. saccharata*) Çeşitlerinin Verim Kalite ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 41 (1), s. 1-9.

FRANZINI, E. 1993. Agrometeorologische Untersuchungen an Pferdebohne (*Vicia faba L.*) und Sojabohne (*Glycine max L.*) Anhang Zweier Pflanzenwachstumssimulationsmodelle, Dissertation, Wien, p. 4-8.

GENÇTAN, T., B. UÇKESEN. 2001. Tekirdağ Koşullarında Ana Ürün ve İkinci Ürün Şeker Mısır (*Zea mays saccharata Sturt.*)Yetiştirme Olanaklarının Araştırılması. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi 17-21 Eylül. Tekirdağ.

GENÇOĞLAN, C. 1996. Mısır Bitkisinin Su-Verim İlişkileri, Kök Dağılımı ile Bitki Su Stresi İndeksinin Belirlenmesi ve CERES-Maize Bitki Büyüme Modelinin Yöreğe Uyumluluğunun İrdelenmesi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 220 s.

GENÇOĞLAN, C. ve A. YAZAR. 1999. Kısıntılı Su Uygulamalarının Mısır Verimine ve Su Kullanım Randımanına Etkileri. Tr. J. of Agriculture and Forestry 23, s. 233-241.

GENÇOĞLAN, S., C.GENÇOĞLAN, K. UÇAN ve R. MERAL. 2005. Su Tüketimi, Verim ve Su Kullanım Randımanı Arasındaki İlişkiyi Su Üretim Fonksiyonu Marjinal Analizinden Yararlanılarak Belirlenmesi. GAP IV. Tarım Kongresi, 21-23 Eylül 2005, Şanlıurfa, s. 1080-1085.

GEREN, H., R. AVCIOĞLU, B. KIR, G. DEMİROĞLU, M. YILMAZ ve A.C. CEVHERİ. 2003. İkinci Ürün Silajlık Olarak Yetiştirilen Bazı Mısır Çeşitlerinde Farklı Ekim Zamanlarının Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi, 40(3), s. 57-64.

GÖZÜBENLİ, H., A.C. ÜLGER, M. KILINÇ, O. ŞENER ve U. KARADAVUT. 1997. Hatay Koşullarında İkinci Ürün Tarımına Uygun Mısır Çeşitlerinin Belirlenmesi. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi. Samsun. s. 153-157.

GUITJENS, J.C. 1982. Models of Alfalfa Yield and Evapotranspiration. ASCE. Vol. 108. No. IR3. p. 212-222.

HALL, A. J., J. H. LEMCOFF and N. TRAPANI. 1981. Water Stress Before and During Flowering in Maize and Its Effects on Yield, Its Components and Their Determinants. *Maydica* 26: p. 19-38.

HELWEG, O.J. 1991. Functions of Crop Yield from Applied Water. *Agro. J.* 83: p. 769-773.

HODGES, T., D. BOTNER, L. SAKAMOTO, J. HAYS-HAUNG. 1987. Using the CERES-Maize Model to Estimate Production for the U.S. Conbelt. *Agricultural and Forest Meteorology* 40 (4), p. 293-303.

HOOGENBOM, G., J.W. JONES, K.J. BOOTE. 1991. A Decision Support System for Prediction of Corn Yield. *Evapotranspiration and Irrigation Management. Irr. And Drain. Proc.* 1991, IR Div/ASCE Honolulu, p. 198-204.

HOWELL, T.A. and J.T. MUSICK. 1984. Relationship of Dry Matter Production of Field Crops to Water Consumption. *Proc. Int. Con. On Crop Water Requirments*, p. 11-14.

HOWELL, T.A., A. YAZAR, A.D. SCHNEIDER, D.A. DUSEK, K.S. COPELAND. 1992. LEPA Irrigation of Corn and Sorghum. Center Pivot Field at USDA-ARS, Conservation and Production Research Laboratory, Bushland, TX.

HOWELL, T.A., A. YAZAR, A.D. SCHNEIDER, D.A. DUSEK, K.S. COPELAND. 1995. Yield and Water Use Efficiency of Corn in Response to LEPA Irrigation. *Transaction of ASAE*, Vol. 38 (6) 1737–1747.

HOWELL, T.A., J.A. TOLK, D.S. ARLAND, R. EVERTT. 1998. Evapotranspiration, Yield and Water Use Efficiency Of Corn Hybrids Differing In Maturity. *Agron. J.* 90, p. 3–9.

HUNT, L.A. and S. PARARAJASINGHAM. 1993. GENCALC Genotype Coefficient Calculator User's Guide Version 2.0 Department of Crop Science Publication No. LAH-01-93. Crop Simulation Series No 1, 43 p.

HUNT, L.A., S. PARARAJASINGHAM, J.W. JONES, G. HOOGENBOOM, D.T. IMAMURA, R.M. OGASHI. 1993. SOFTWARE GENCALC: Software to Facilitate the Use of Crop Models for Analyzing Field Experiments. Agr. J. 85 : p. 1090-1094.

JAMES, D.W., R.J. HANKS, J.J. JURINAK. 1982. Modern Irrigated Soils. John Wiley and Sons, Inc. USA, 235 p.

JONES, J.W., J.T. RITCHIE. 1990. Crop Growth Models. Management of Farm Irrigation Systems. Edited by G.J. Hoffman, T.A. Howell, Solomon, ASAE, p. 68-79.

KABAKÇI, Y. ve M. TANRIVERDİ. 2000. Harran Ovasında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilebilecek Mısır Çeşitlerinin Belirlenmesi. Harran Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü 2000 Yılı Faaliyet Raporu. Akçakale, Şanlıurfa.

KANBER, R., A. YAZAR ve M. EYLEM. 1990a. Çukurova Koşullarında Buğdaydan Sonra Yetiştirilen İkinci Ürün Mısırın Su-Verim İlişkisi. Tarsus Araştırma Enst. Md. Yayınları, Genel Yayın No:173/108, Tarsus.

KANBER, R., R. BAŞTUĞ, H. KÖKSAL, N. BAYTORUN. 1990b. Yields and Comparative Performance of Different Crop Production Functions of Cotton As Influenced by Deficit Irrigation. Doğa Tr. J. of Agriculture and Forestry 15, p. 930-943.

KANBER, R., A. YAZAR, B. ÖZEKİNCİ K. DİKER, S.M. SEZEN, M. ÜNLÜ. 1994. Bitki Üretim Fonksiyonlarının Eldesinde Çizgi Kaynaklı Yağmurlama

Sistemlerinin Kullanılması, Ç.Ü. Ziraat Fak. Dergisi, Cilt No: 9, Sayı : 1, s. 134-148.

KARA, B. ve Z. AKMAN. 2002. Şeker Mısırında Koltuk ve Uç Alma İle Yaprak Sıyırmanın Verim ve Koçan Özelliklerine Etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15 (2), s. 9-18.

KARAATA, H. 1991. Kırklareli Koşullarında Ayçiçeği Bitkisinin Su-Üretim Fonksiyonları. Köy Hizmetleri Araştırma Ens. Kırklareli, Rapor No: 24.

KIRNAK, H., C. GENÇOĞLAN, V. DEĞİRMENCİ. 2001. Harran Ovası Koşullarında Kısıntılı Sulamanın II. Ürün Mısır Verimine ve Bitki Gelişimine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi 34(2) s. 117-123.

KONAK, C., İ. DEMİR. 1987. Mısır Koçan Kurduna Karşı Mukavemet Çalışmaları. Türkiye Tahıl Simpozyumu. 475 s.

KONUŞKAN, Ö. 2000. Hatay Koşullarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Melez Mısır Çeşitlerinde Bitki Sıklığının Verim ve Verimle İlişkili Özelliklere Etkisi. M.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Hatay.

KORUKÇU, A. ve R. KANBER. 1981. Su-Verim İlişkileri. Topraksu Araştırma Ana Projesi. Tarsus. s. 49.

KÖKSAL, H. 1995. Çukurova Koşullarında II. Ürün Mısır Bitkisi Su-Üretim Fonksiyonları ve Farklı Büyüme Modellerinin Yöreye uygunluğunun Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Ç.Ü. Fen Bil. Ens Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Doktora Tezi. 199 s.

KÖKSAL, H. ve R. KANBER. (1998). Çukurova Koşullarında II. Ürün Mısır Bitkisi Su-Verim İlişkileri. Tarım ve Orman Meteorolojisi'98 Sempozyumu. İstanbul, 21-23 Ekim 1998, s. 310-317.

KÖKSAL, H., A.F. TARI, R. ÇAKIR, R. KANBER, M.ÜNLÜ. 2001. Su-Verim İlişkileri. Köy Hizmetleri Araştırma Ana Projesi (435-1). 87 s.

KÜN, E. 1985. Sıcak İklim Tahılları. A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları, No: 953, 317 s.

MOR, A. 2005. Bitki-İklim Modeli (DSSAT) Kullanılarak Bursa'da Buğday İçin Farklı Su Uygulama Düzeylerinin Analizi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü. Doktora Tezi. 142 s.

MUSICK, L.T., D.A. DUSEK. 1980. Irrigated Corn Yield Response To Water. Trans. ASAE 23, p. 92–98.

NICOULLAUD, B., H. BOURENNANE, A. COUTURER, D. KING. 2000. Effects of Soil Types and Variable-Rate Irrigation on Maize Yield Variability. 17th WCSS Symposium, 14-21 August 2002, Thailand, p. 1230-1236.

NOUNA, B.B., N. KATERJI, M. MASTRORILLI. 2000. Using the CERES-Maize Model in Semi-Arid Mediterranean Environment. Evaluation of Model Performance. European Journal of Agronomy (13), p. 309-322.

ÖĞRETİR, K. 1994. Eskişehir Koşullarında Mısır Su-Verim İlişkileri (Doktora Tezi). Eskişehir Araştırma Enst. Md. Yayınları, Genel Yayın No:234/182, Eskişehir. 86 s.

ÖKTEM, A., M. ŞİMŞEK, A.G. ÖKTEM. 2003. Deficit Irrigation Effects on Sweet Corn with Drip Irrigation system in a Semi-Arid Region I. Water-Yield Relationship. Agricultural Water Management, 61, p. 63-74.

ÖKTEM, A., A.G. ÖKTEM, Y. COŞKUN. 2004. Determination Of Sowing Dates Of Sweet Corn (*Zea mays L. saccharata Sturt.*) Under Şanlıurfa Conditions. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 28, p. 83-91.

ÖKTEM, A.G. 2005. Harran Ovası Koşullarında Yetiştirilen Bazı Atdışı Mısır (*Zea mays L. indentata*) Genotiplerinin Tane Verimi ve Koçan Özelliklerinin Belirlenmesi. GAP IV. Tarım Kongresi, 21-23 Eylül 2005, Şanlıurfa, s. 1526-1533.

ÖZEL, R. ve V. TANSI. 1994. Çukurova Koşullarında İki Şeker Mısır Çeşidinde Şaşırtmanın ve Farklı Ekim Zamanlarının Verim ve Diğer Bazı Özelliklere Etkisi, Tarla Bitkileri Kongresi, 25-29 Nisan 1994, İzmir.

ÖZYİĞİT, Y. ve M. BİLGİN. 2005. Antalya Koşullarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Bazı Mısır (*Zea mays*) Çeşitlerinde Farklı Hasat Dönemlerinin Verim Ögeleri Üzerine Etkisi. GAP IV. Tarım Kongresi, 21-23 Eylül 2005, Şanlıurfa, s. 1558-1561.

PAMUK, G. 2003. II. Ürün Mısır Bitkisinin Su-Verim İlişkileri ve Ceres-Maize Bitki Büyüme Modelinin Bölge Koşullarına Uygunluğunun İrdelenmesi Üzerine Bir Araştırma (Doktora Tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

PENNING DE VRIES, F.W.T., D.M. JANSEN, H.F.M. TEN BERGE, A. BAKEMA. 1989. Simulation of Ecophysiological Processes of Growth in Several Annual Crops, Pudoe Wageningen, p.1-8.

RHOADS, F.M., J.M. BENNETT. 1990. Corn in Irrigation of Agricultural Crops. ASAE Agronomy Monograph No: 30, p. 569-596.

RITCHIE, J.T. 1985. A User-Orientated Model of the Soil Water Balance in Wheat. Models in Wheat Agronomy. Wheat Growth and Modelling. Vol:86(27), p. 293-307.

RITCHIE, J. T., U. SINGH, D.C. GODWIN, W.T. BOWEN. 1998. Cereal Growth, Development and Yield. In Understanding Options for Agricultural

Production. G. Y. Tsuji, G. Hoogenboom, and P. K. Thornton (Editors), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, p. 79-98.

RITCHIE, J., D. GODWIN. 1998. Soil Water Balance and Plant Water Stress. Understanding Options for Agricultural Production, Kluwer Academic Publishers, p. 65-89 .

ROSENZWEIG, C., F.N. TUBIELLO. 1996. Effects of Changes in Minimum and Maximum Temperature on Wheat Yields in The Central US A Simulation Study. Agricultural and Forest Meteorology (80), p. 215-230.

SADE, B., S. SOYLU. 2005. Konya İlinde Mısır Tarımındaki Gelişmeler, Problemler ve Çözüm Yolları. GAP IV. Tarım Kongresi, 21-23 Eylül 2005, Şanlıurfa, s. 911-916.

SAĞLAMTİMUR, T. 1989. Çukurova'da Ekim Zamanı ve Bitki Sıklığı Üç Mısır Çeşidinde Hasıl Verimi ve Bazı Karakterlerine Etkisi Üzerinde Araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. Cilt 4, sayı 1, s. 119-133.

SARI, N.,K. ABAK. 1997. Alçak Tünel Uygulaması ve Farklı Ekim Zamanlarının Şeker Mısırdaki (*Zea mays L. var. saccharata*) Verim Bitki Büyümesi ve Bazı Agronomik Özellikler Üzerine Etkileri. Doğa Dergisi 21, s. 207-211.

SARUHAN, V. ve D. ŞİRELİ. 2005. Mısır (*Zea mays L.*) Bitkisinde Farklı Azot Dozları ve Bitki Sıklığının Koçan, Sap ve Yaprak Verimlerine Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9 (2), s. 45-53.

SEZEN, S.M. 1993. Çukurova Koşullarında Buğdayda Su-Verim İlişkilerinin Belirlenmesi ve CERES-Wheat Bitki Büyüme Modelinin Test Edilmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Adana. 106 s.

SEZEN, S.M., A. YAZAR, R. KANBER, M. KOÇ. 1998. CERES-Wheat V3 Bitki Büyüme Modelinin Çukurova Koşullarında Değerlendirilmesi. Tarım ve Orman Meteorolojisi'98 Sempozyumu, İstanbul, 21-23 Ekim 1998, s. 301-309.

STEGMAN, E.C. 1986. Efficient Irrigation Timing Methods for Corn Production Transactions of the ASAE, 29 (1), p. 203-210.

STEWART, J.I., R.M. HAGAN. 1976. Functions to Predict Effects of Crops Water Deficit. J. Irrig. Drain. Div. Am. Soc. Civ. Eng., 99, p. 421-439.

STEWART, J.I., R.H. CUENCA, W.O. PRUITT, R.M. HAGAN, J. TOSSO. 1977. Determination and Utilization of Water Production Functions for Principal California Crop W-67 Calif. Contrib. Proj. Rep. University of California.

ŞAHİN, S. 2001. Türkiye'de Mısır Ekim Alanlarının Dağılışı ve Mısır Üretimi. G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 21, Sayı 1, s. 73-90.

ŞAYLAN, L. 1995. Bitki Gelişimi Simülasyon Modellerinin Toprak, Bitki ve Su İlişkisinin Analizinde Kullanılması. 5. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, Kültürteknik Derneği, 30 Mart-2 Nisan 1995, Kemer-Antalya, s. 311-317.

ŞAYLAN, L. 1998. Tarım ve Orman Meteorolojisi Alanında Durumumuz ve Yapılması Gerekenler. Tarım ve Orman Meteorolojisi'98 Sempozyumu, İstanbul, 21-23 Ekim 1998, s. 9-16.

ŞAYLAN, L., M. DURAK, B. ÇALDAĞ. 1998. Dünya'da ve Türkiye'de Bitki-İklim (Bitki Gelişimi Simülasyon) Modelleri. Tarım ve Orman Meteorolojisi'98 Sempozyumu, İstanbul, 21-23 Ekim 1998, s. 275-283.

ŞENCAR, Ö., S. GÖKMEN, M. İDİ. 1997. Şeker Mısırın (*Zea mays L. var. saccharata Sturt.*) Agronomik Özelliklerine Ekim Zamanı ve Yetiştirme Tekniklerinin Etkileri. Doğa Dergisi 21, s. 65-71.

TEKİNEL, O. ,R. KANBER. 1979. Çukurova Koşullarında Kısıntılı Su Kullanma Durumunda Pamuğun Su Tüketimi ve Verimi. TOPRAKSU Araş. Enst. Yay. 98 (48). 39 s.

TURAN, Z.M. 1995. Araştırma ve Deneme Metotları. U.Ü. Zir. Fak. Ders Notları No:62, Bursa.

TURGUT, İ., F. ÇAKMAK ve A. BALCI. 1999. Bursa Koşullarında Mısırın (*Zea mays indentata Sturt*) Verim ve Verim Unsurlarına Etkili Başlıca Karakterler ve Bunların Kalıtımı Üzerinde Araştırmalar. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, 15-18 Kasım 1999, I. Cilt Genel ve Tahıllar, Adana, s.269-274.

TURGUT,İ. 2000. Bursa Koşullarında Yetiştirilen Şeker Mısırında (*Zea mays saccharata Sturt.*) Bitki Sıklığının ve Azot Dozlarının Taze Koçan Verimi ile Verim Ögeleri Üzerine Etkisi. Turk J Agric For 24, p. 341–347. TÜBİTAK.

TURGUT, İ. ve A. BALCI. 2002. Bursa Koşullarında Değişik Ekim Zamanlarının Şeker Mısır (*Zea mays saccharata Sturt.*) Çeşitlerinin Taze Koçan Verimi İle Verim Ögeleri Üzerine Etkileri. Uludağ Üniversitesi Zir. Fak. Dergisi, Sayı 16(2), s. 79-91.

UYANIK, M. 1984. Mısır Bitkisinin Botanik Özellikleri. Karadeniz Bölge Zirai Araşt. Enst. Müd. Yayınları, No: 1984-1, Samsun.

ÜLGER, A.C., I. GENÇ, H. ARIOĞLU. 1993. Farklı Azot Dozlarında ve "Mixtalol" Bitki Büyüme Düzenleyicisinin Mısır Bitkisinde Tane Verimi ve Diğer Bazı Bitkisel Özelliklere Etkisi. Ç.Ü.Z.F. Dergisi 8 (4): 63-78.

WANJURA, D.F., D.R. UPCHURCH, R.J. LASCANO. 2003. Subsurface Drip Irrigation of Cotton Using Time Thresholds. Proceedings of 2003 Beltwide Cotton Conference. 2003. p. 554-562.

WIT, C.T., H. KEULEN. 1975. Simulation of Transport Processes in Soil. Center for Agricultural Publication and Documentation, Wageningen, p. 89-101.

WMO. 1990. Agricultural Meteorology Programme. Simulation of Primary Production. CagM Report No:33A, Geneva, p. 1-14.

YARRANTON, G. A. 1971. Mathematical Representation and Models in Plant Ecology. Response to a Note by R.Mead.J.Ecol., 59, p. 221-224.

YAZAR, A. 1991. Field Verification of the Soybean Crop Growth Simulation Model "Soygro" Under Çukurova Conditions. Doğa-Tr. Journal of Agriculture and Forestry 15, p. 166-180.

YILDIRIM, Y.E. 1993. Ankara Koşullarında Mısır Bitkisinin Su-Verim İlişkileri. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi).

YILDIRIM, Y.E. ve S. KODAL. 1998. Ankara Koşullarında Sulamanın Mısır Verimine Etkisi. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 22, p. 65-70.

YILDIZ, G., I. GENÇ. 1990. Bazı Hibrit Mısır Çeşitlerinin Çukurova Koşullarında Uyum Yetenekleri Üzerine Bir Araştırma. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. 35-51 s.

YILMAZ, E., N. DAĞDELEN, F. SEZGİN, T. GÜRBÜZ. 2005a. Karık Yöntemiyle Sulanan İkinci Ürün Mısırdaki Farklı Sulama Düzeylerinin Verim ve Bazı Agronomik Özellikler Üzerine Etkisi. GAP IV. Tarım Kongresi, 21-23 Eylül 2005, Şanlıurfa, s. 1645-1650.

YILMAZ, Y., Ö. KONUŞKAN, İ. GÜL, A.C. ÜLGER. 2005b. Diyarbakır'da İkinci Ürün Koşullarında Yetiştirme Süreleri Farklı At Dişi Melez Mısır Çeşitlerinde İki

Ekim Zamanının, Tane Verimi ve Bazı Tarımsal Özelliklere Etkisinin Saptanması. GAP IV. Tarım Kongresi, 21-23 Eylül 2005, Şanlıurfa, s. 867-873.

YÜCEL, C. 1993. Çukurova Koşullarında Yetiştirilen Melez Mısır Çeşitlerinde Bazı Kök Özellikleri ile Tane Verimi ve Tarımsal Özellikler Arasındaki İlişkilerin Saptanması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. 67s.

Ek 1. (VTKS) Tüm Gelişme Dönemlerinde Su Eksikliğinin Olmaması Koşulunda Benzetim Sonucu

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Geliş. Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/da)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N		H ₂ O Stres	N Stres
						kg/da	%		
04 Mayıs	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
11 Mayıs	7	Çıkış	30	0.00	2.0	1	4.4	0.00	0.00
20 Haziran	47	Vejetatif Gelişme	650	1.07	11.8	16	2.5	0.00	0.03
23 Temmuz	80	Tepe Püskülü	1378	1.07	23.8	31	2.3	0.00	0.14
31 Temmuz	88	Koçan Çıkarma	2576	2.39	23.8	53	1.0	0.00	0.24
25 Ağustos	113	Süt Olum	5349	1.78	23.8	58	0.8	0.00	0.14
13 Eylül	132	Hasat	5349	1.78	23.8	62	0.7	0.00	0.15

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

DEĞİŞKEN	HESAPLANAN	ÖLÇÜLEN
Çiçeklenme Zamanı (gün)	66	65
Fizyolojik Olgunluk (gün)	132	130
Tane Verimi (kg/da)	1857	1852.8
Tane Ağırlığı (g/adet)	0.144	0.138
Tane Sayısı (adet/koçan)	746	667
YAI	2.38	2.39
Kuru Madde (kg/da)	5349	5833
Hasat İndeksi	0.262	0.318

Ek 2. (TKS) Vejetatif Gelişme Döneminde Su Eksikliğinin Olması Koşulunda Benzetim Sonucu

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Geliş. Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/da)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N		H ₂ O Stres	N Stres
						kg/da	%		
04 Mayıs	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
11 Mayıs	7	Çıkış	30	0.00	2.0	1	4.4	0.00	0.00
20 Haziran	47	Vejetatif Gelişme	650	1.07	11.8	16	2.5	0.00	0.03
23 Temmuz	80	Tepe Püskülü	1378	1.07	23.8	31	2.3	0.00	0.14
31 Temmuz	88	Koçan Çıkarma	2576	2.35	23.8	50	1.0	0.00	0.26
25 Ağustos	113	Süt Olum	5275	1.78	23.8	58	0.7	0.00	0.14
13 Eylül	132	Hasat	5275	1.78	23.8	58	0.7	0.00	0.16

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

DEĞİŞKEN	HESAPLANAN	ÖLÇÜLEN
Çiçeklenme Zamanı (gün)	66	65
Fizyolojik Olgunluk (gün)	132	130
Tane Verimi (kg/da)	1726	1662
Tane Ağırlığı (g/adet)	0.133	0.139
Tane Sayısı (adet/koçan)	652	606
YAI	2.35	2.30
Kuru Madde (kg/da)	5275	5646
Hasat İndeksi	0.237	0.294

Ek 3. (VKS) Tepe Püskülü Döneminde Su Eksikliğinin Olması Koşulunda Benzetim Sonucu

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Geliş. Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/da)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N		H ₂ O Stres	N Stres
						kg/da	%		
04 Mayıs	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
11 Mayıs	7	Çıkış	30	0.00	2.0	1	4.4	0.00	0.00
20 Haziran	47	Vejetatif Gelişme	650	1.07	11.8	16	2.5	0.00	0.03
23 Temmuz	80	Tepe Püskülü	1378	1.07	22.6	31	2.3	0.00	0.14
31 Temmuz	88	Koçan Çıkarma	2576	2.00	22.6	50	1.0	0.00	0.24
25 Ağustos	113	Süt Olum	5165	1.75	22.6	55	0.6	0.00	0.14
13 Eylül	132	Hasat	5165	1.75	22.6	55	0.6	0.00	0.15

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

DEĞİŞKEN	HESAPLANAN	ÖLÇÜLEN
Çiçeklenme Zamanı (gün)	66	65
Fizyolojik Olgunluk (gün)	132	130
Tane Verimi (kg/da)	1667	1581.4
Tane Ağırlığı (g/adet)	0.130	.136
Tane Sayısı (adet/koçan)	698	626
YAI	2.00	2.03
Kuru Madde (kg/da)	5165	5510
Hasat İndeksi	0.242	0.287

Ek 4. (VTS) Koçan Çıkarma Döneminde Su Eksikliğinin Olması Koşulunda Benzetim Sonucu

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Geliş. Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/da)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N		H ₂ O Stres	N Stres
						kg/da	%		
04 Mayıs	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
11 Mayıs	7	Çıkış	30	0.00	2.0	1	4.4	0.00	0.00
20 Haziran	47	Vejetatif Gelişme	650	1.07	11.8	16	2.5	0.00	0.03
23 Temmuz	80	Tepe Püskülü	1423	1.07	23.8	31	2.3	0.00	0.14
31 Temmuz	88	Koçan Çıkarma	2756	2.33	23.8	53	1.0	0.00	0.24
25 Ağustos	113	Süt Olum	5517	1.75	23.8	58	0.8	0.00	0.14
13 Eylül	132	Hasat	5517	1.75	23.8	62	0.7	0.00	0.15

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

DEĞİŞKEN	HESAPLANAN	ÖLÇÜLEN
Çiçeklenme Zamanı (gün)	66	65
Fizyolojik Olgunluk (gün)	132	130
Tane Verimi (kg/da)	1793	1740.2
Tane Ağırlığı (g/adet)	0.134	0.140
Tane Sayısı (adet/koçan)	694	640
YAI	2.33	2.34
Kuru Madde (kg/da)	5517	5776
Hasat İndeksi	0.253	0.301

Ek 5. (VTK) Süt Olum Döneminde Su Eksikliğinin Olması Koşulunda Benzetim Sonucu

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Geliş. Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/da)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N		H ₂ O Stres	N Stres
						kg/da	%		
04 Mayıs	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
11 Mayıs	7	Çıkış	30	0.00	2.0	1	4.4	0.00	0.00
20 Haziran	47	Vejetatif Gelişme	650	1.07	11.8	16	2.5	0.00	0.03
23 Temmuz	80	Tepe Püskülü	1378	1.07	23.8	31	2.3	0.00	0.14
31 Temmuz	88	Koçan Çıkarma	2789	2.35	23.8	50	1.0	0.00	0.26
25 Ağustos	113	Süt Olum	5774	1.75	23.8	56	0.6	0.00	0.16
13 Eylül	132	Hasat	5774	1.75	23.8	56	0.6	0.00	0.17

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

DEĞİŞKEN	HESAPLANAN	ÖLÇÜLEN
Çiçeklenme Zamanı (gün)	66	65
Fizyolojik Olgunluk (gün)	132	130
Tane Verimi (kg/da)	1845	1783
Tane Ağırlığı (g/adet)	0.141	0.144
Tane Sayısı (adet/koçan)	691	635
YAI	2.35	2.39
Kuru Madde (kg/da)	5774	6079
Hasat İndeksi	0.242	0.293

Ek 6. (VT) Süt Olum Ve Koçan Çıkarma Dönemlerinde Su Eksikliğinin Olması
Koşulunda Benzetim Sonucu

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Geliş. Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/da)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N		H ₂ O Stres	N Stres
						kg/da	%		
04 Mayıs	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
11 Mayıs	7	Çıkış	30	0.00	2.0	1	4.4	0.00	0.00
20 Haziran	47	Vejetatif Gelişme	650	1.07	11.8	16	2.5	0.00	0.03
23 Temmuz	80	Tepe Püskülü	1378	1.07	23.8	31	2.3	0.00	0.14
31 Temmuz	88	Koçan Çıkarma	2234	2.22	23.8	50	1.0	0.00	0.22
25 Ağustos	113	Süt Olum	4813	1.68	23.8	55	0.5	0.00	0.12
13 Eylül	132	Hasat	4813	1.68	23.8	55	0.5	0.00	0.12

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

DEĞİŞKEN	HESAPLANAN	ÖLÇÜLEN
Çiçeklenme Zamanı (gün)	66	65
Fizyolojik Olgunluk (gün)	132	130
Tane Verimi (kg/da)	1587	1483.7
Tane Ağırlığı (g/adet)	0.141	0.144
Tane Sayısı (adet/koçan)	676	618
YAI	2.22	1.92
Kuru Madde (kg/da)	4813	5213
Hasat İndeksi	0.233	0.285

Ek 7. (VK) Süt Olum Ve Tepe Püskülü Dönemlerinde Su Eksikliğinin Olması Koşulunda Benzetim Sonucu

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Geliş. Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/da)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N		H ₂ O Stres	N Stres
						kg/da	%		
04 Mayıs	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
11 Mayıs	7	Çıkış	30	0.00	2.0	1	4.4	0.00	0.00
20 Haziran	47	Vejetatif Gelişme	650	1.07	11.8	16	2.5	0.00	0.03
23 Temmuz	80	Tepe Püskülü	1245	1.06	22.6	30	2.2	0.00	0.14
31 Temmuz	88	Koçan Çıkarma	2214	2.00	22.6	48	0.9	0.00	0.22
25 Ağustos	113	Süt Olum	4781	1.45	22.6	52	0.5	0.00	0.12
13 Eylül	132	Hasat	4781	1.45	22.6	52	0.5	0.00	0.12

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

DEĞİŞKEN	HESAPLANAN	ÖLÇÜLEN
Çiçeklenme Zamanı (gün)	66	65
Fizyolojik Olgunluk (gün)	132	130
Tane Verimi (kg/da)	1441	1278.9
Tane Ağırlığı (g/adet)	0.105	0.111
Tane Sayısı (adet/koçan)	641	576
YAI	2.00	2.26
Kuru Madde (kg/da)	4781	5170
Hasat İndeksi	0.202	0.247

Ek 8. (VS) Koçan Çıkarma Ve Tepe Püskülü Döneminde Su Eksikliğinin Olması
Koşulunda Benzetim Sonucu

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Geliş. Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/da)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N		H ₂ O Stres	N Stres
						kg/da	%		
04 Mayıs	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
11 Mayıs	7	Çıkış	30	0.00	2.0	1	4.4	0.00	0.00
20 Haziran	47	Vejetatif Gelişme	650	1.07	11.8	16	2.5	0.00	0.03
23 Temmuz	80	Tepe Püskülü	1245	1.07	23.8	31	2.3	0.00	0.14
31 Temmuz	88	Koçan Çıkarma	2234	2.30	23.8	50	1.0	0.00	0.22
25 Ağustos	113	Süt Olum	5055	1.75	23.8	55	0.7	0.00	0.12
13 Eylül	132	Hasat	5055	1.75	23.8	55	0.7	0.00	0.12

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

DEĞİŞKEN	HESAPLANAN	ÖLÇÜLEN
Çiçeklenme Zamanı (gün)	66	65
Fizyolojik Olgunluk (gün)	132	130
Tane Verimi (kg/da)	1509	1381.9
Tane Ağırlığı (g/adet)	0.123	0.128
Tane Sayısı (adet/koçan)	704	648
YAI	2.30	2.27
Kuru Madde (kg/da)	5055	5430
Hasat İndeksi	0.206	0.254

Ek 9. (TK) Süt Olum Ve Vejetatif Gelişme Dönemlerinde Su Eksikliğinin Olması Koşulunda Benzetim Sonucu

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Geliş. Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/da)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N		H ₂ O Stres	N Stres
						kg/da	%		
04 Mayıs	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
11 Mayıs	7	Çıkış	30	0.00	2.0	1	4.4	0.00	0.00
20 Haziran	47	Vejetatif Gelişme	650	1.07	11.8	16	2.5	0.00	0.03
23 Temmuz	80	Tepe Püskülü	1378	1.07	23.8	31	2.3	0.00	0.14
31 Temmuz	88	Koçan Çıkarma	2576	2.05	23.8	53	1.0	0.00	0.24
25 Ağustos	113	Süt Olum	5116	1.65	23.8	58	0.8	0.00	0.14
13 Eylül	132	Hasat	5116	1.65	23.8	62	0.7	0.00	0.15

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

DEĞİŞKEN	HESAPLANAN	ÖLÇÜLEN
Çiçeklenme Zamanı (gün)	66	65
Fizyolojik Olgunluk (gün)	132	130
Tane Verimi (kg/da)	1495	1356.2
Tane Ağırlığı (g/adet)	0.140	0.146
Tane Sayısı (adet/koçan)	673	604
YAI	2.05	1.91
Kuru Madde (kg/da)	5116	5648
Hasat İndeksi	0.184	0.240

Ek 10. (TS) Koçan Çıkarma Ve Vejetatif Gelişme Dönemlerinde Su Eksikliğinin Olması Koşulunda Benzetim Sonucu

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Geliş. Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/da)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N		H ₂ O Stres	N Stres
						kg/da	%		
04 Mayıs	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
11 Mayıs	7	Çıkış	30	0.00	2.0	1	4.4	0.00	0.00
20 Haziran	47	Vejetatif Gelişme	540	1.04	11.8	16	2.5	0.00	0.03
23 Temmuz	80	Tepe Püskülü	1235	1.04	19.9	38	2.3	0.00	0.14
31 Temmuz	88	Koçan Çıkarma	2658	1.73	19.9	45	0.8	0.00	0.31
25 Ağustos	113	Süt Olum	4894	1.50	19.9	45	0.8	0.00	0.21
13 Eylül	132	Hasat	4894	1.50	19.9	45	0.8	0.00	0.16

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

DEĞİŞKEN	HESAPLANAN	ÖLÇÜLEN
Çiçeklenme Zamanı (gün)	66	65
Fizyolojik Olgunluk (gün)	132	130
Tane Verimi (kg/da)	1500	1360.6
Tane Ağırlığı (g/adet)	0.129	0.133
Tane Sayısı (adet/koçan)	681	633
YAI	1.73	1.65
Kuru Madde (kg/da)	4894	5381
Hasat İndeksi	0.195	0.253

Ek 11. (KS) Tepe Püskülü Ve Vejetatif Gelişme Dönemlerinde Su Eksikliğinin Olması Koşulunda Benzetim Sonucu

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Geliş. Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/da)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N		H ₂ O Stres	N Stres
						kg/da	%		
04 Mayıs	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
11 Mayıs	7	Çıkış	30	0.00	2.0	1	4.4	0.00	0.00
20 Haziran	47	Vejetatif Gelişme	650	1.07	11.8	16	2.5	0.00	0.03
23 Temmuz	80	Tepe Püskülü	1267	1.07	22.5	38	2.3	0.00	0.14
31 Temmuz	88	Koçan Çıkarma	2356	1.74	22.5	50	1.0	0.00	0.21
25 Ağustos	113	Süt Olum	4682	1.70	22.5	52	0.7	0.00	0.16
13 Eylül	132	Hasat	4682	1.70	22.5	52	0.7	0.00	0.16

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

DEĞİŞKEN	HESAPLANAN	ÖLÇÜLEN
Çiçeklenme Zamanı (gün)	66	65
Fizyolojik Olgunluk (gün)	132	130
Tane Verimi (kg/da)	1619	1404.5
Tane Ağırlığı (g/adet)	0.113	0.119
Tane Sayısı (adet/koçan)	663	611
YAI	1.74	1.69
Kuru Madde (kg/da)	4682	5141
Hasat İndeksi	0.224	0.273

Ek 12. (V) Süt Olum, Koçan Çıkarma Ve Tepe Püskülü Dönemlerinde Su Eksikliğinin Olması Koşulunda Benzetim Sonucu

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Geliş. Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/da)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N		H ₂ O Stres	N Stres
						kg/da	%		
04 Mayıs	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
11 Mayıs	7	Çikiş	30	0.00	2.0	1	4.4	0.00	0.00
20 Haziran	47	Vejetatif Gelişme	650	1.07	11.8	16	2.5	0.00	0.03
23 Temmuz	80	Tepe Püskülü	1378	1.07	22.9	31	2.3	0.00	0.14
31 Temmuz	88	Koçan Çıkarma	2576	2.24	22.9	52	1.0	0.00	0.26
25 Ağustos	113	Süt Olum	4827	1.75	22.9	55	0.8	0.00	0.13
13 Eylül	132	Hasat	4827	1.75	22.9	61	0.7	0.00	0.16

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

DEĞİŞKEN	HESAPLANAN	ÖLÇÜLEN
Çiçeklenme Zamanı (gün)	66	65
Fizyolojik Olgunluk (gün)	132	130
Tane Verimi (kg/da)	1489	1361.7
Tane Ağırlığı (g/adet)	0.116	0.121
Tane Sayısı (adet/koçan)	657	599
YAI	2.24	2.14
Kuru Madde (kg/da)	4827	5214
Hasat İndeksi	0.211	0.261

Ek 13. (T) Süt Olum, Koçan Çıkarma Ve Vejetatif Gelişme Dönemlerinde Su Eksikliğinin Olması Koşulunda Benzetim Sonucu

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Geliş. Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/da)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N		H ₂ O Stres	N Stres
						kg/da	%		
04 Mayıs	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
11 Mayıs	7	Çıkış	30	0.00	2.0	1	4.4	0.00	0.00
20 Haziran	47	Vejetatif Gelişme	650	1.07	11.8	16	2.5	0.00	0.03
23 Temmuz	80	Tepe Püskülü	1267	1.07	19.8	31	2.3	0.00	0.14
31 Temmuz	88	Koçan Çıkarma	2345	1.72	19.8	50	1.0	0.00	0.22
25 Ağustos	113	Süt Olum	5012	1.65	19.8	53	0.7	0.00	0.13
13 Eylül	132	Hasat	5012	1.65	19.8	60	0.5	0.00	0.15

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

DEĞİŞKEN	HESAPLANAN	ÖLÇÜLEN
Çiçeklenme Zamanı (gün)	66	65
Fizyolojik Olgunluk (gün)	132	130
Tane Verimi (kg/da)	1625	1425.2
Tane Ağırlığı (g/adet)	0.122	0.126
Tane Sayısı (adet/koçan)	692	631
YAI	1.72	1.61
Kuru Madde (kg/da)	5012	5368
Hasat İndeksi	0.213	0.266

Ek 14. (K) Süt Olum, Tepe Püskülü Ve Vejetatif Gelişme Dönemlerinde Su Eksikliğinin Olması Koşulunda Benzetim Sonucu

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Geliş. Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/da)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N		H ₂ O Stres	N Stres
						kg/da	%		
04 Mayıs	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
11 Mayıs	7	Çıkış	30	0.00	2.0	1	4.4	0.00	0.00
20 Haziran	47	Vejetatif Gelişme	636	1.07	11.8	16	2.5	0.00	0.03
23 Temmuz	80	Tepe Püskülü	1268	1.07	19.0	31	2.3	0.00	0.14
31 Temmuz	88	Koçan Çıkarma	2098	2.04	19.0	45	0.8	0.00	0.22
25 Ağustos	113	Süt Olum	5069	1.65	19.0	53	0.5	0.00	0.13
13 Eylül	132	Hasat	5069	1.65	19.0	55	0.5	0.00	0.16

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

DEĞİŞKEN	HESAPLANAN	ÖLÇÜLEN
Çiçeklenme Zamanı (gün)	66	65
Fizyolojik Olgunluk (gün)	132	130
Tane Verimi (kg/da)	1567	13665.6
Tane Ağırlığı (g/adet)	0.114	0.120
Tane Sayısı (adet/koçan)	653	602
YAI	2.04	2.07
Kuru Madde (kg/da)	5069	5414
Hasat İndeksi	0.197	0.252

Ek 15. (S) Koçan Çıkarma, Tepe Püskülü Ve Vejetatif Gelişme Dönemlerine Su Eksikliğinin Olması Koşulunda Benzetim Sonucu

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Geliş. Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/da)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N		H ₂ O Stres	N Stres
						kg/da	%		
04 Mayıs	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
11 Mayıs	7	Çıkış	30	0.00	2.0	1	4.4	0.00	0.00
20 Haziran	47	Vejetatif Gelişme	650	1.07	11.8	16	2.5	0.00	0.03
23 Temmuz	80	Tepe Püskülü	1165	1.07	19.0	31	2.3	0.00	0.14
31 Temmuz	88	Koçan Çıkarma	2245	2.00	19.0	50	1.0	0.00	0.22
25 Ağustos	113	Süt Olum	4694	1.64	19.0	55	0.7	0.00	0.14
13 Eylül	132	Hasat	4694	1.64	19.0	55	0.7	0.00	0.13

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

DEĞİŞKEN	HESAPLANAN	ÖLÇÜLEN
Çiçeklenme Zamanı (gün)	66	65
Fizyolojik Olgunluk (gün)	132	130
Tane Verimi (kg/da)	1478	1435.6
Tane Ağırlığı (g/adet)	0.122	0.127
Tane Sayısı (adet/koçan)	641	592
YAI	2.00	1.99
Kuru Madde (kg/da)	4694	5092
Hasat İndeksi	0.231	0.282

Ek 16. (Susuz) Tüm Gelişme Dönemlerinde Su Eksikliğinin Olması Koşulunda Benzetim Sonucu

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Geliş. Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/da)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N		H ₂ O Stres	N Stres
						kg/da	%		
04 Mayıs	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
11 Mayıs	7	Çıkış	30	0.00	2.0	1	4.4	0.00	0.00
20 Haziran	47	Vejetatif Gelişme	650	1.07	11.8	16	2.5	0.00	0.03
23 Temmuz	80	Tepe Püskülü	1165	1.07	20.0	31	2.3	0.00	0.14
31 Temmuz	88	Koçan Çıkarma	2245	1.85	20.0	38	0.9	0.00	0.21
25 Ağustos	113	Süt Olum	5265	1.60	20.0	38	0.9	0.00	0.16
13 Eylül	132	Hasat	5265	1.60	20.0	38	0.9	0.00	0.16

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

DEĞİŞKEN	HESAPLANAN	ÖLÇÜLEN
Çiçeklenme Zamanı (gün)	66	65
Fizyolojik Olgunluk (gün)	132	130
Tane Verimi (kg/da)	1240	1120.1
Tane Ağırlığı (g/adet)	0.108	0.115
Tane Sayısı (adet/koçan)	651	601
YAI	1.85	1.80
Kuru Madde (kg/da)	5265	5700
Hasat İndeksi	0.159	0.197

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım danışman hocam Sayın Doç.Dr. Senih YAZGAN'a, çalışmamı yürütürken değerli bilgileriyle bana yardımcı olan saygıdeğer hocam Prof. Dr. İlhan TURGUT'a, tarla denemeleri aşamasında yardımını esirgemeyen 2005 yılı mezunu sevgili stajyer öğrencilerime, Yenışehir M.Y.O'da görevli Öğretim Görevlisi Serhat AYZA'a, çalışmalarına yardımcı olan Araştırma Görevlisi arkadaşlarım Dr. Çiğdem DEMİRTAŞ ve Burak Nazmi CANDOĞAN'a ve arazi çalışmalarında teknik imkanlarını kullandığım bölümümüze, bu imkanları sağlayan çok değerli bölüm hocalarımıza teşekkür ederim.

Tarla denemelerimde ve daha sonraki aşamalarda yoğun çalışma programına rağmen bana yardımcı olan sevgili eşime, anneme, babama ve kardeşime bana gösterdikleri yardım, anlayış ve destek için sonsuz teşekkürler. Daha sonra aramıza katılan, annesinin doktora çalışması nedeniyle babasıyla sık sık İstanbul'da yalnız kalan minik oğlum Berk'e anlayışından dolayı çok teşekkür ediyorum.

Dilruba OKAY

ÖZGEÇMİŞ

İstanbul'da 1976 yılında doğdu. İlk öğrenimini Bursa Muradiye İlkokulunda, orta öğrenimini Ağrı Atatürk Ortaokulunda, lise öğrenimini Bursa Ertuğrulgazi Lisesinde tamamladı. 1998 yılında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü'nden bölüm birincisi, fakülte ikincisi olarak mezun oldu. Aynı yıl Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisans öğrenimine başladı ve Araştırma Görevlisi olarak atandı. "Uludağ Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezinde Bitki-İklim Modellemesi Üzerine Bir Araştırma" konulu yüksek lisans tezini 2001 yılında tamamladı ve doktora eğitimine başladı. 2002 yılında Araştırma Görevliliğinden ayrılarak, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı İstanbul Tarım İl Müdürlüğünde göreve başladı. Halen İstanbul Tarım İl Müdürlüğü, Proje ve İstatistik Şube Müdürlüğünde çalışmaktadır.