

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ - İKLİM MODELİ (DSSAT) KULLANILARAK
BURSA'DA BUĞDAY İÇİN FARKLI SU UYGULAMA DÜZEYLERİNİN
ANALİZİ

Arzu MOR

DOKTORA TEZİ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

BURSA 2005

ÖZET

Son yıllarda çok sayıda geliştirilen bitki-iklim modelleri yardımıyla, bitkisel üretime toprak, bitki ve atmosfer koşullarının etkileri belirlenebilmektedir. Bu konuda yaygın olarak kullanılan modellerden biri de DSSAT V4 (Decision Support System for Agrotechnology Transfer Version 4) bitki-iklim modelidir. Ancak bu modellerin güvenilirliği, model sonuçlarının, gerçek arazi sonuçları ile karşılaştırılmasıyla mümkündür.

DSSAT V4 bitki-iklim modelinin, Bursa'da yetiştirilen Gönen, Pehlivan ve Köksal-2000 ekmeklik buğday çeşitlerinin farklı su uygulama düzeylerinde, kimi verim parametrelerinin tahminlenmesinde, kullanım olanağı araştırılmıştır. Bu amaçla Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi arazisinde, 2001-2002 ve 2002-2003 yıllarında, anılan çeşitlere ilişkin tarla denemeleri kurulmuş, susuz, 25 mm, 50 mm, 100 mm sulama suyu uygulanmış, elde edilen verim parametreleri, model sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü her iki yılda da, model sonuçları ile arazi sonuçları büyük benzerlik göstermiş, ilk yılda sırasıyla 6613 kg/ha-6240 kg/ha, ikinci yılda ise 3517 kg/ha-3447 kg/ha çeşitler ortalaması olarak elde edilmiştir.

Her iki yılda da tane verimi, hasat indeksi, biomas ve vejetatif ağırlık değerleri, gerçek değerlere yakın olduğundan, bu parametrelerin model ile tahmin edilebileceği, birim tane ağırlığının ise gerçek değerlerden düşük olması nedeniyle, özellikle ikinci yıl, 50 mm ve 100 mm su uygulama düzeyleri için tahmin edilemeyeceği söylenebilir.

ANAHTAR KELİMELER: Bitki-İklim Modeli, DSSAT, Buğday, Benzetim, Tarımsal Meteoroloji

ABSTRACT

With the help of crop–weather models that have been developed in recent years, it can be estimate how soil, plant and atmospheric conditions affect the agricultural production. One of the common models that have been in use is DSSAT V4 crop-weather model (Decision Support System for Agrotechnology Transfer Version 4). However the reliability of using these models is possible with comparing the model and field results.

In this study, the probability of using the crop–weather model was tested in predicting some data parametres of wheat kinds Gönen, Pehlivan and Köksal-2000 for bread-making under different irrigation levels. For this purpose, in the field of Agricultural Research and Application Centre of Agricultural Faculty in Uludag University, field-crop trials were designed using those wheat kinds mentioned above. In those field-crop trials, so called wheat kinds were non irrigated and irrigated by 25 mm, 50 mm and 100 mm of irrigation water and the yield parametres obtained were compared to the model results. There was a great similarity between the model results and field results during both years in which the research was done. During the first year average kinds 6613 kg/ha and 6240 kg/ha were obtained whereas in the second year the results were 3517 kg/ha and 3447 kg/ha.

In both years, because the crop yield, harvest index, biomass and vegetative weight values were similar to the real ones, we could say that those parametres could be estimated with the help of the model whereas we could not say that unit grain weight could be estimated in the same way because its values were lower than the real ones, particularly in the second year, for irrigation levels of 50 mm and 100 mm.

KEY WORDS: Crop–Weather Model, DSSAT, Wheat, Simulation, Agricultural Meteorology.

İÇİNDEKİLER	Sayfa
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
2.1. Bitki Gelişimi Benzetim (Simulasyon) Modelleri	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM	30
3.1. Materyal	30
3.1.1. Deneme Alanı	30
3.1.1.1. Deneme Alanının İklim Özellikleri	31
3.1.1.2. Deneme Alanının Toprak Özellikleri	33
3.1.1.3. Bitki Materyali ve Özellikleri	36
3.1.2. Veri Tabanı	38
3.1.2.1. İklim Veri Tabanı	38
3.1.2.2. Toprak Veri Tabanı	39
3.1.2.3. Bitki Veri Tabanı	45
3.1.2.4. Yönetim Veri Tabanı	47
3.2. Yöntem	50
3.2.1. Deneme Deseni ve Parsel Büyüklüğü	50
3.2.2. İstatistiki Analiz Yöntemleri	50
3.2.3. Gözlem ve Ölçümler	52
3.2.4. DSSAT Bilgisayar Programının Genel Özellikleri	54
3.2.5. Bitki Benzetim Model Yapısı	57
3.2.6. Bitki Gelişimi Benzetim Modeli	61
3.2.6.1. Ana Modül	61
3.2.6.2. Girdi Modülü	63
3.2.6.3. Bitki Benzetim Modülü	63
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI	
4.1. Arazi Çalışmalarına İlişkin Sonuçlar	64
4.1.1. Tane Verimi	64
4.1.2. Hasat İndeksi	66
4.1.3. Birim Tane Ağırlığı	67
4.1.4. m ² 'de Tane Sayısı	69

4.1.5. Vejetatif Ağırlık	71
4.1.6. Biomas	73
4.1.7. Bitki Boyu	75
4.1.8. Başak Boyu	77
4.1.9. Başakçık Sayısı	79
4.1.10. Başakta Tane Sayısı	81
4.1.11. Başakta Tane Ağırlığı	83
4.1.12. Bin Tane Ağırlığı	85
4.1.13. Hektolitre Ağırlığı	87
4.1.14. m ² 'de Başak Sayısı	89
4.2. Bitki Benzetim Modeline İlişkin Sonuçlar	91
4.3. Arazi Çalışmaları ve Bitki Benzetim Model Sonuçlarının Karşılaştırılması	92
4.3.1. Gönen Çeşidi	92
4.3.2. Pehlivan Çeşidi	96
4.3.3. Köksal-2000 Çeşidi	100
5. TARTIŞMA	104
5.1. Tane Verimi	105
5.2. Hasat İndeksi	107
5.3. Birim Tane Ağırlığı	108
5.4. Vejetatif Ağırlık	109
5.5. Biomas	110
KAYNAKLAR	112
EKLER	124
TEŞEKKÜR	142
ÖZGEÇMİŞ	143

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Uludağ Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Arazisinin Toprak Etüd ve Topoğrafik Haritası	35
Şekil 3.2. İklim Veri Tabanının Oluşturulmasında Kullanılan 1990-2003 Yıllarına Ait Günlük Radyasyon Değerleri	40
Şekil 3.3. İklim Veri Tabanının Oluşturulmasında Kullanılan 1990-2003 Yıllarına Ait Günlük Maksimum Sıcaklık Değerleri	41
Şekil 3.4. İklim Veri Tabanının Oluşturulmasında Kullanılan 1990-2003 Yıllarına Ait Günlük Minimum Sıcaklık Değerleri	42
Şekil 3.5. İklim Veri Tabanının Oluşturulmasında Kullanılan 1990-2003 Yıllarına Ait Günlük Yağış Değerleri	43
Şekil 3.6. Denemenin Birinci Yılında (2001-2002) Su Uygulama Zamanları, Ortalama Sıcaklık, Yağış ve Gelişme Dönemleri	49
Şekil 3.7. Denemenin İkinci Yılında (2002-2003) Su Uygulama Zamanları, Ortalama Sıcaklık, Yağış ve Gelişme Dönemleri	49
Şekil 3.8. Z testi Kabul ve Red Aralıkları	51
Şekil 3.9. Bitki Modellerinde Kullanılan Girdi, Çıktı ve Deneme Veri Dosya Yapısı	58
Şekil 3.10. DSSAT Bitki Benzetim Modelinin Bileşenleri ve Modüler Yapısı	62

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1.	Dünya’da Bitki-İklim Etkileşimi Üzerine Yapılmış Model Çalışmaları	14
Çizelge 3.1.	Bursa İline İlişkin Çok Yıllık İklim Durumu (İlin denizden yüksekliği 100 m.)	32
Çizelge 3.2.	Bursa İlinin 2001, 2002 ve 2003 Yıllarına İlişkin Bazı İklim Değerleri (Anonim 2003).	33
Çizelge 3.3.	Deneme Alanı Topraklarına İlişkin Bazı Fiziksel Analiz Sonuçları	36
Çizelge 3.4.	İklim İstasyonu Tanımlamaları	38
Çizelge 3.5.	Deneme Alanı Topraklarının Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları	44
Çizelge 3.6.	Deneme Alanı Topraklarının Kimyasal Analiz Sonuçları	44
Çizelge 3.7.	Denemede Kullanılan Çeşitlere İlişkin Genetik Katsayılar	46
Çizelge 3.8.	Denemede Kullanılan Çeşitlerin Ekim, Başaklanma ve Hasat Tarihleri	47
Çizelge 3.9.	DSSAT V4’teki Ek Özelliklerle Çalışılabilecek Ürün Performans Değişkenlikleri	55
Çizelge 3.10.	DSSAT Bilgisayar Programı İçin Gerekli Minimum Veri Seti	57
Çizelge 3.11.	DSSAT V4’teki Veri Dosyaları ve Programda Tanımlanan Kısaltmaları	59
Çizelge 4.1.	Yıllara ve Çeşitlere Göre Ortalama Tane Verimi Değerleri (kg/da)	64
Çizelge 4.2.	Tane Verimlerine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları	65
Çizelge 4.3.	Tane Verimlerine İlişkin Ortalama Değerler ve İstatistiki Gruplandırmalar	66

Çizelge 4.4.	Yıllara ve Çeşitlere Göre Ortalama Hasat İndeks Değerleri (oran)	66
Çizelge 4.5.	Hasat İndeks Değerlerine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları	67
Çizelge 4.6.	Yıllara ve Çeşitlere Göre Birim Tane Ağırlık Değerleri (g)	68
Çizelge 4.7.	Birim Tane Ağırlıklarına İlişkin Varyans Analizi Sonuçları	68
Çizelge 4.8.	Birim Tane Ağırlıklarına İlişkin Ortalama Değerler ve İstatistiki Gruplandırılmalar	69
Çizelge 4.9.	Yıllara ve Çeşitlere Göre m ² 'deki Tane Sayısı Değerleri (adet)	70
Çizelge 4.10.	m ² 'deki Tane Sayısına İlişkin Varyans Analizi Sonuçları	70
Çizelge 4.11.	m ² 'deki Tane Sayısına İlişkin Ortalama Değerler ve İstatistiki Gruplandırılmalar	71
Çizelge 4.12.	Yıllara ve Çeşitlere Göre Vejetatif Ağırlık Değerleri (kg/ha)	71
Çizelge 4.13.	Vejetatif Ağırlıklara İlişkin Varyans Analizi Sonuçları	72
Çizelge 4.14.	Vejetatif Ağırlıklara İlişkin Ortalama Değerler ve İstatistiki Gruplandırılmalar	73
Çizelge 4.15.	Yıllara ve Çeşitlere Göre Biomas Değerleri (kg/ha)	73
Çizelge 4.16.	Biomas Değerlerine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları	74
Çizelge 4.17.	Biomas Değerlerine İlişkin Ortalama Değerler ve İstatistiki Gruplandırılmalar	75
Çizelge 4.18.	Yıllara ve Çeşitlere Göre Bitki Boyu Değerleri (cm)	75
Çizelge 4.19.	Bitki Boyu Değerlerine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları	76
Çizelge 4.20.	Bitki Boylarına İlişkin Ortalamalar ve İstatistiki Gruplandırılmalar	77
Çizelge 4.21.	Yıllara ve Çeşitlere Göre Başak Boyu Değerleri (cm)	78
Çizelge 4.22.	Başak Boyu Değerlerine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları	78
Çizelge 4.23.	Başak Boylarına İlişkin Ortalamalar ve İstatistiki Gruplandırılmalar	79
Çizelge 4.24.	Yıllara ve Çeşitlere Göre Başakçık Sayısı/Başak Değerleri (adet)	80

Çizelge 4.25.	Başakçık Sayısı/Başak Değerlerine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları	80
Çizelge 4.26.	Başakçık Sayısı/Başak Değerlerine İlişkin Ortalamalar ve İstatistiki Gruplandırılmalar	81
Çizelge 4.27.	Yıllara ve Çeşitlere Göre Başakta Tane Sayısı Değerleri (adet)	82
Çizelge 4.28.	Başakta Tane Sayısı Değerlerine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları	82
Çizelge 4.29.	Başakta Tane Sayısı Değerlerine İlişkin Ortalamalar ve İstatistiki Gruplandırılmalar	83
Çizelge 4.30.	Yıllara ve Çeşitlere Göre Başakta Tane Ağırlığı Değerleri (g)	84
Çizelge 4.31.	Başakta Tane Ağırlıklarına İlişkin Varyans Analizi Sonuçları	84
Çizelge 4.32.	Başakta Tane Ağırlıklarına İlişkin Ortalamalar ve İstatistiki Gruplandırılmalar	85
Çizelge 4.33.	Yıllara ve Çeşitlere Göre Bin Tane Ağırlığı Değerleri (g)	86
Çizelge 4.34.	Bin Tane Ağırlığı Değerlerine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları	86
Çizelge 4.35.	Bin Tane Ağırlıklarına İlişkin Ortalamalar ve İstatistiki Gruplandırılmalar	87
Çizelge 4.36.	Yıllara ve Çeşitlere Göre Hektolitre Ağırlığı Değerleri (kg/100l)	88
Çizelge 4.37.	Hektolitre Ağırlıkları İçin Hazırlanan Varyans Analizi Sonuçları	88
Çizelge 4.38.	Hektolitre Ağırlıklarına İlişkin Ortalamalar ve İstatistiki Gruplandırılmalar	89
Çizelge 4.39.	Yıllara ve Çeşitlere Göre m ² 'de Başak Sayısı Değerleri (adet)	90
Çizelge 4.40.	m ² 'de Başak Sayısı Değerlerine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları	90
Çizelge 4.41.	m ² 'de Başak Sayısına İlişkin Ortalamalar ve İstatistiki Gruplandırılmalar	91
Çizelge 4.42.	Gönen Çeşidi İçin 2001-2002 Yılında Elde Edilen Arazi ve Model Benzetim Sonuçlarının Hipotez Testi Değerleri	94

Çizelge 4.43.	Gönen Çeşidi İçin 2002-2003 Yılında Elde Edilen Arazi ve Model Benzetim Sonuçlarının Hipotez Testi Değerleri	95
Çizelge 4.44.	Pehlivan Çeşidi İçin 2001-2002 Yılında Elde Edilen Arazi ve Model Benzetim Sonuçlarının Hipotez Testi Değerleri	98
Çizelge 4.45.	Pehlivan Çeşidi İçin 2002-2003 Yılında Elde Edilen Arazi ve Model Benzetim Sonuçlarının Hipotez Testi Değerleri	99
Çizelge 4.46.	Köksal-2000 Çeşidi İçin 2001-2002 Yılında Elde Edilen Arazi ve Model Benzetim Sonuçlarının Hipotez Testi Değerleri	102
Çizelge 4.47.	Köksal-2000 Çeşidi İçin 2002-2003 Yılında Elde Edilen Arazi ve Model Benzetim Sonuçlarının Hipotez Testi Değerleri	103

1. GİRİŞ

İnsanlar tarafından yönlendirilemeyen, sadece ortaya koyduğu koşulların önceden tahminine ve bunların gerektirdiği önlemlerin alınmasına izin veren meteoroloji biliminin uygulama alanındaki en önemli dallarından biri, tarımsal meteorolojidir. Artan sıcaklığın ve nüfusun muhtemel bir sonucu olacağı tahmin edilen küresel açlık sorununun önüne geçilmesi için, günümüzde yürütülen tarımsal meteorolojik araştırmalarda son teknolojik imkanların kullanımı mecburidir. Bitki veriminin arzulanan doğrulukta tahmin edilmesi, oldukça karmaşık olan toprak-bitki-atmosfer sisteminin işleyişinin maksimum düzeyde temsil edilmesi ile sağlanmaktadır. Bu sistem oldukça karmaşık mekanizmalardan ibaret olup, sistemin söz konusu teknolojik imkanlar vasıtasıyla tam olarak analizi oldukça pahalı ve zaman alıcı alet-ekipman gerektirmektedir. Ayrıca yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar sadece ilgili bölge koşulları için geçerli olmakta, bu sonuçların farklı bölgelere uygulanması ise sıkıntı doğurmaktadır. Bu durumda bitki gelişimini çeşitli toprak ve atmosfer şartlarının karşılıklı ilişkilerini kapsayacak şekilde incelemek, gelişen bilgisayar teknolojisinin sunduğu imkanlar ile mümkün olabilmektedir. Açıklamalı bitki-iklim modelleri bu bağlamda araştırmacıların en kuvvetli ve güvenilir seçeneği olma özelliğine sahiptir (Çaldağ ve ark. 2001).

Ülkemiz açısından bitki gelişimine ilişkin bu tür modellerle ilgili çalışmaların yaygın hale getirilmesi ve yapılacak çalışmaların belirli bir amaca hizmet edecek şekilde planlanması gerekmektedir. Yapılan bir çok çalışma emek, zaman, iş gücü ve para gerektirdiğinden modeller sayesinde bu çalışmalarda kaynaklardan tasarruf etme imkanı sağlanmış olacaktır. Bir tarım ülkesi olan ülkemizde tarımsal çalışmaların modellenmesi gerekmektedir. Dünyadaki geliştirilmiş bitki gelişimi benzetim modellerini incelediğimizde bu modellerin farklı disiplinlerden araştırmacılar tarafından geliştirildiği görülmektedir. Farklı disiplinlerdeki araştırmacılarından oluşan grup çalışmaları ile bu tür modellerin ülkemiz şartlarına uyum sağlayıp sağlamayacağı test edilebilir ve ülkemiz için uygun olacak model çalışmalarına başlanabilir. Bu modeller sadece sulama açısından değil; gübreleme, ilaç vb. birçok tarımsal faaliyetin ve evapotranspirasyon, fotosentez gibi birçok bitki gelişiminde rol oynayan olayların

bitkiler üzerindeki etkilerinin farklı açılardan değerlendirilmesi sağlanacaktır (Şaylan 1995).

Tüm canlılar gibi buğday bitkisi de gelişimini sürdürmek ve sonuçlandırmak için suya ihtiyaç duymaktadır. Bitki, içinde bulunduğu gelişme aşamasına bağlı olarak değişen miktarda suyu topraktan temin edecektir. Suyun toprak tabakaları arasındaki paylaşımı özellikle bitki kök bölgesi civarındaki toprak yapısını önemli hale sokmaktadır. Toprak su içeriğini belirleyen etkenler ise, meteorolojiktir. Yağış, ekstra sulama uygulanmayan tarım arazileri için yegane su kaynağıdır. Buna karşılık buharlaşma yüzeyin başlıca su kaybı faktörüdür. Özellikle evapotranspirasyon, bitki verimi için belirleyici bilgi içermektedir. Evapotranspirasyon miktarı, toprakta bitkinin optimum gelişimine uygun miktarda suyun bulunup bulunmamasına bağlıdır. Bu nedenle tarım arazileri için ihtiyaç duyulan suyun gelecekteki özelliklerinin ortaya konmasının yolu, iklimdeki genel durumun ilgili bölgeler için hassas şekilde belirlenmesinden geçmektedir (Çaldağ ve ark. 2001).

Serin iklim tahılları içerisinde yer alan buğday, insan beslenmesindeki en önemli besin maddesidir. Dünya’da ve Türkiye’de ekim alanı ve üretim bakımından birinci sırada yer alan buğday, dünyada tüketilmekte olan besin kalorisinin % 20’sini karşılamakta ve dünya nüfusunun % 40’ı için temel bir besin olma özelliğini sürdürmektedir (Wiese 1991).

Buğday birçok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de büyük önemi olan bir bitkidir. Değişik ekolojik koşullarda tarımının yapılması, ucuz bir besin kaynağı olması artan nüfusun gıda gereksinimlerinin karşılanmasındaki önemini daha da artırmaktadır. 2004 yılı verilerine göre Dünya’da 215.765.044 hektar alanda 627.130.584 ton buğday üretilmiştir. Buna göre ortalama verim 29065 hg/ha’dır. Yine aynı yıl verilerine göre, Türkiye’de 9.400.000 hektar alanda 21.000.000 ton buğday üretilmiş olup, ortalama verim 22340 hg/ha olarak belirlenmiştir (<http://www.fao.org>).

Son 40 yıllık dönemde buğday verimlerindeki artış, özellikle gelişmekte olan ülkelerde sulamanın artması; yüksek verimli, orta kısa boylu çeşitlerin yaygınlaşması ve yeni tarım tekniklerinin buğday tarımında yaygın olarak kullanılmasından kaynaklanmaktadır (CIMMYT,1989). Gelişmekte olan ülkelerde buğday ekim alanlarının yarıya yakını sulanmaktadır. 1961-1965 yıllarından 1987-1989 yılları arasındaki dönemde buğday üretimini çoğunlukla sulanır alanlarda yetiştiren ülkelerde

buğday ekim alanı yıllık artışı % 1.4 olurken verimdeki yıllık artış % 4.0 olmuştur. Buna karşılık buğday üretimini çoğunlukla kuru tarım alanlarında yapan ülkelerde ise buğday ekim alanlarındaki yıllık artış % 0.5 olurken verimdeki artış sadece % 2.0 olmuştur (Morris ve ark.,1991).

Morris ve ark. (1991)'nın yapmış olduğu incelemede bu durumun Türkiye için de geçerli olduğu belirlenmiştir. Buğday yetiştirmek için elverişli bölgelerden Akdeniz kıyı bölgesinde verim 1965-69 arasında ortalama 1680 kg/ha, 1974-78 arasında 2710 kg/ha ve 1983-87 arasında 3280 kg/ha olmuştur. Bu bölgede verimdeki yıllık artış 1967-76 arasında % 5.3, 1976-85 arasında % 2.1 olmuştur. Yine buğday yetiştirmeye uygun Trakya bölgesinde ise verim aynı dönemlerde sırasıyla 1230, 2800 ve 2960 kg/ha olmuştur. Bu bölgede verimdeki yıllık artış yine sırasıyla % 9.2 ve % 0.6 olmuştur. Buna karşılık buğday yetiştirmek için stres koşulların hakim olduğu Orta Anadolu Bölgesinde aynı dönemler için verimler sırasıyla 1240, 1690 ve 1980 kg/ha olurken verimdeki yıllık artışlar ise yine aynı dönemler için % 3.5 ve % 1.7 olmuştur. Bu artışlar buğday yetiştirme koşullarının daha kötü olduğu Doğu Anadolu Bölgesinde daha düşüktür. Türkiye'de buğdayın stres koşullarının hüküm sürdüğü alanlar olan Orta Anadolu'da geniş olarak yetiştirilmekte olduğu ve pek çok insanın geçiminin buğdaya bağımlı olduğu düşünülürse buğday tarımının bu bölgelerde ne kadar önemli olduğu ortaya çıkar.

Pek çok bitkide maksimum fotosentez 20-30°C arasında olur. Bir çok serin iklim bitkisi 35°C üzerindeki sıcaklığa uzun bir süre dayanamaz. Tarla koşullarında 35-40°C'lık sıcaklıklar pek çok buğday üretim bölgelerinde yaygındır. Orta Anadolu gibi yağışa bağımlı buğday üretilen bölgelerde yüksek sıcaklık genellikle su stresi ile birlikte olması nedeniyle yüksek sıcaklığın bitki üzerine olan etkisini tarla koşullarında belirlemek oldukça güçtür. Su stresi olmadığı durumlarda bile bitki sıcaklıktan zarar görmüş olacağından, zarar görmemiş olması halinde de durumunun ne olacağı bilinmediğinden, sıcak zararının kesin olarak bilinmesi olanaksız görülmektedir. İsrail'de 17 yıl süren bir çalışma sonucu, çiçeklenme ile tane doldurma arasında olan her yağışsız gün için dekarda 7.6 kg verim düşüşü olduğu hesaplanmıştır (Gusta ve Chen, 1987).

Bursa ili ise buğday yetiştiriciliği konusunda oldukça önemli bir yere sahiptir. Bursa'nın 2001 yılı ortalama buğday verimi 2631 kg/ha'dır (Anonim 2001c).

Bu çalışmada, farklı su uygulama düzeylerinin, Bursa ve yöresinde yetiştirilen Gönen, Pehlivan ve Köksal-2000 buğday çeşitlerinde gelişim ve verime etkisinin, açıklamalı bir bitki iklim modeli olan DSSAT'ın V4 sürümü kullanılarak analizi amaçlanmıştır. Ayrıca üç farklı çeşidin verim ve verim parametreleri arazi ve model sonuçlarına bağlı olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmada benzetim ve tahmin amacıyla günlük iklim verileri (maksimum ve minimum sıcaklık, yağış, radyasyon gibi), toprak verileri (toprak sınıfları, renk, permeabilite, drenaj sınıfı, toprak profili ve horizonları, kum, kil, silt yüzdeleri gibi), bitki verileri (bitki çeşidi, genetik katsayıları gibi), yönetim verileri (bitki populasyonu, ekim derinliği, ekim tarihi, ekim sıklığı, sıra aralığı, sulama ve gübreleme uygulama tarihleri gibi) derlenmiştir.

İklim verileri Devlet Meteoroloji İşleri (DMI) Genel Müdürlüğü Bursa Meteoroloji Bölge Müdürlüğü gözlem istasyonundan, toprak verileri de Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Anabilimdalı'nın Araştırma ve Uygulama Merkezinde yaptığı etütler sonucunda elde edilmiştir.

Bitki-iklim modelinin iyi sonuç verip vermediği ancak model sonuçları ve arazi ölçümlerinin değerlendirilmesi ile belirlenebilir. Bitki-iklim modellerinin değerlendirilmesinde; deneme yerine, toprağın 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).

Beş bölümden oluşan bu çalışmada; giriş bölümünden sonra, ikinci bölümde kaynak araştırması ve kuramsal temeller üzerinde durulmuştur. Üçüncü bölümde, çalışmada kullanılan materyal ve yöntem açıklanmıştır. Dördüncü bölümde ise, bitki-iklim modellemesi sonucunda elde edilen benzetim sonuçları ile araziden elde edilen sonuçlar verilmiş ve beşinci bölümde bu sonuçların değerlendirilmesi yapılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Bitki Gelişimi Benzetim (Simulasyon) Modelleri

Dünyada iklim değişikliklerini inceleme amacıyla yapılan araştırma sonuçlarına göre kimi 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).

Tarımsal üretim çok sayıda faktör tarafından sınırlandırılmaktadır. Özellikle bitkisel üretimde toprak, bitki ve atmosfer, bitki gelişiminde rol oynayan ana bileşenlerdendir. Günümüz teknolojisinde bitkisel üretimin artırılması 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).

Ülkemizin büyük bir kısmında olduğu gibi, yarı kurak şartların hüküm sürdüğü yerlerde bitki gelişimini ana sınırlayıcı faktör su olmaktadır. Son yıllarda artan kuraklığın etkileri ile suyun hem insan, hem de bitkiler için önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Amaç, mevcut olan su kaynaklarının en verimli nasıl kullanılacağına bulunmasıdır. Özellikle bitkisel üretimin daha çok kuru tarım olarak yapıldığı ülkemizde sulama olanağı olan yerlerde de sulamanın miktar, uygulama zamanı vb. konularda hala bir takım sorunlar vardır. Sulama bitkisel üretimin artırılması amacıyla yapılır. Amaç sulama ile bitkinin gelişmesi sırasında su eksikliği sonucu meydana gelebilecek bir sınırlayıcı faktörün ortadan kaldırılmasıdır. Gerçekte tarımsal üretimde tek bir amaç vardır. O'da amaca uygun en yüksek ürün miktarının elde edilmesidir. Bu nedenle çeşitli araştırmacılar toprak, bitki ve iklim arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamak için çalışmalar yapmaktadır (Şaylan 1995, Çaldağ 2000).

Bitki gelişiminin her bir bileşeninin ve bununda her bir elemanın birbiri ile etkileşimi konusunda yapılan çalışmalarla karmaşık olan bitki gelişiminin benzetimi için ilk adımlar atılmış ve son 10 yıl içerisinde bu konuda büyük gelişmeler

sağlanmıştır. Böylece bağımsız çalışmaların sonuçlarının birleştirilmesi de mümkün olmuştur (Franzini 1993).

Model kavramı, “Araştırmaların ışığı altında gözlemlerle beraber, birtakım kabuller yaparak, olay için açıklama getirmektir” şeklinde tanımlanabilir (Yarranton 1971). Doğada, bitki gelişimine benzer pek çok sistem oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Model gerçek sistemin sadeleştirilmiş halidir (Charles-Edwards ve ark. 1986). Bitki ve atmosfer arasındaki ilişkinin zamanında belirlenmesi, olası sorunlara çözüm bulunabilmesi ve bitki gelişimi ile bitkinin reaksiyonlarının daha iyi analiz edilebilmesi amacıyla özellikle tarımsal meteoroloji alanında modeller geliştirilmiştir (Penning de Vries ve ark. 1989, Şaylan 1994). Toprak, bitki ve atmosfer arasındaki karmaşık ilişkinin incelenmesi ve bununla ilgili yorumların yapılabilmesi özellikle arazi denemelerine dayanan tarımsal çalışmalarda oldukça güç, pahalı ve zaman alıcıdır. Toprağa tohumun atılması ile başlayan ve bitkilerin hasadı ile son bulan bir vejetasyon döneminde bu üç önemli öge devamlı birbirleri ile ilişki halindedir. Bu etkileşimin ortaya çıkarılması ancak bitki gelişiminin benzetimini yapan modeller ile mümkündür (Şaylan 1993, Çaldağ 2000).

Bitki modelleri karmaşık bitki gelişiminin basit anlatımıdır. Onlar bitki gelişiminin araştırılmasında ve gelişimin çevreye olan reaksiyonunun hesaplanmasında kullanılırlar (Penning de Vries ve ark. 1989).

Bitkilerin çevreleri ile etkileşimlerinin gelişime ve verime karşılıklı etkileri ise bitki-iklim benzetim 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).

Bitki büyüme modellerinin geliştirilmesinin başlıca önemli nedenleri; mevcut durumu tanımlamaları, bilimsel araştırmalardaki eksiklikleri göstermeleri, araştırmada

öncelikleri belirlemeleri, farklı yönlerden bilgileri bir bütün haline getirmeleri ve disiplinler arası koordinasyonu sağlamalarıdır (Hodges ve ark. 1987).

Modeller, önceden bilinen teori ve mevcut verilerden yararlanarak çeşitli durumlarda bitki gelişimindeki değişimleri araştırmak, hasattan önce bitki veriminin tahmini, bitkilerin bir bölgenin iklimine uyup uymayacağına belirlenmesi, iklim değişikliklerinin bitki gelişimine olan etkilerinin saptanması, karmaşık olan bitki sisteminde sistemin parçalarının birbirleri ile olan etkileşimlerinin bulunması, bitkinin gelişimi ve verim miktarının tahmini ile eğitim ve tarımsal politik kararların alınması amacıyla geliştirilmiştir (Hodges ve ark. 1987).

Bu modeller yükseltilmiş işlem kapasitesine ve küresel uygulamalara uygun olarak; bölge, mevsim, tarımsal uygulamalar ve yönetim sistemlerinden bağımsız olarak dizayn edilmiştir. Modeller iyi drenajlı topraklar için, bitki gelişimi ve verimi üzerine; meteorolojik faktörlerin, toprak neminin, tarımsal uygulamaların, toprak ve bitkideki azot hareketliliğinin benzetimini yaparlar (Hoogenboom ve ark. 1991).

Bitki büyüme modelleri, iklim ve toprak koşulları ile bitki fizyolojisine ilişkin dinamik olayları matematiksel ilişkilerden yararlanarak çözümleyen ve bitkiye ilişkin verilerin kestiriminde kullanılan yaklaşımlardır. Olası seçeneklerin değerlendirilmesinde de yaygın olarak kullanılan modeller, belirli gruplar içinde çalışmakta ve belirli varsayımlara dayanmaktadır (Hoogenboom ve ark. 1991).

Çaldağ (2000)'de belirtildiği gibi; 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 gibi programların uygulamada belirli bir potansiyeli vardır. Bu modeller, hasat zamanında olduğu kadar hasattan önceki bölgesel verimlerin kestiriminde de belirli bir potansiyele sahiptir. Üreticilerin ürünlerini pazarlaması veya depolamasının, gelecekte oluşacak fiyatlara üretimin etkisini belirleme açısından verimin önceden tahmin edilmesi çok önemlidir. Bu nedenlerle bitki büyüme modelleri, son yıllarda verimin önceden tahmin edilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Hodges ve ark. 1987).

Jones ve Ritchie (1990), bitki büyüme modelleri geliştirilirken genellikle bir veya iki stres etmeninin dikkate alındığını, diğer etmenlerin en iyi koşullarda işletildiğinden etkisinin olmadığını varsayarak; bitki büyüme modelini arazi

koşullarında yetişen bitkilerin iklimden, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısından, zararlılardan, hastalıklardan, yabancı otlardan ve bunların ilişkilerinden etkilenen karmaşık ve dinamik yapıdaki gelişimin matematiksel ifadesi olarak tanımlamışlardır.

Carberry ve ark. (1989), bitkinin günlük gelişimini tahmin eden çok sayıda model geliştirildiğini belirtmektedirler. Genellikle, aynı kriterleri bulunan modellere ek yeni bir model geliştirmek yerine mevcut olan modeli kullanmanın daha uygun olduğunu ifade etmektedirler.

Yazar (1991), benzetim modellerinin bitkisel üretim konusunda karar verme aşamalarında yaygın olarak kullanıldığını belirtmiştir.

İlk bitki gelişimine ilişkin benzetim modelleri altmışlı yılların sonu ve yetmişli yılların başlangıcında yayınlandı. Brouwer ve Wit, 1969 yılında bitki benzetim modellerini geliştiren ilk araştırmacıdır. Bundan 2 yıl kadar sonra Curry ve Chen (1971, Franzini, 1993'ten) geliştirdikleri bir dinamik benzetim modeli ile bunu takip etmişlerdir. Bitki fizyolojisindeki olayları matematiksel olarak formüle eden Nobel (1974, Franzini, 1993'ten) ve Thornley'nin (1976, Franzini, 1993'ten) yazdıkları kitaplar bitki benzetim modellerinin gelişimine bir ivme kazandırmıştır. Bu yıllardan sonra dünyada özellikle Amerika, Hollanda, Avustralya ve Kanada gibi ülkelerde bulunan araştırmacılar tarafından bu konuda yapılan araştırmalar günümüze kadar artan bir şekilde devam etmiştir. Bu çalışmalar sırasında genel bitki benzetim modelleri ve özel bitki benzetim modelleri geliştirilmiştir. Genel bitki benzetim modelleri bitki parametreleri bulunduğu durumda bütün bitkiler için uyumlu modellerdir. Özel bitki benzetim modelleri ise sadece tek bir bitki için geliştirilmiş modellerdir (Şaylan 1995, Çaldağ 2000). Burada benzetmekten kasıt, bitki gelişimi sırasında meydana gelen olayları matematiksel olarak ifade etmek ve bir bilgisayar modeli aracılığı ile gerçek bitki gelişimine en uygun benzeşimi gerçekleştirmektir. Modeller aracılığı ile bitki gelişimine toprak, bitki ve atmosferik parametrelerin ne derecede ve nasıl etki ettikleri kolayca analiz edilebilir Bundan dolayı modeller farklı bakış açılarına göre genelde tanımlamalı ve açıklamalı modeller olarak iki gruba ayrılırlar (Penning de Vries ve ark. 1989, WMO 1990).

Tanımlamalı modeller bitki sisteminin her aşamasını basit şekilde tanımlarlar ve genelde sistemin reaksiyonları hakkında bilgi vermezler. Bu tür modeller genellikle bir veya birkaç matematiksel eşitlikten oluşurlar. Örneğin, zaman ve bitkinin biyolojik

ağırlığındaki artışlar arasındaki ilişkinin saptanması gibi. Bu modellerin daha farklı iklim şartlarında gerçeğe uygun sonuçlar vermesi pek mümkün değildir. Bu nedenle tanımlamalı modeller genelde gözlemlerin yapıldığı koşullar için geçerlidir (Penning de Vries ve ark. 1989, Wit 1987).

Açıklamalı modellerde ise sadece sistemin davranışları değil, bu davranışlara etki eden nedenler ve olaylar da incelenir. İkinci bir adımda da sisteme etki eden ana 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 ve mekanizmaların (fotosentez, yaprak alanının artması v.b.) bir bileşimidir. Bu karışık sistemdeki her bir işlem hem radyasyon, sıcaklık, v.b. gibi 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 sunan 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).

Bunun yanında modeller zaman ile değişimlerine göre de statik benzetim modelleri ve dinamik benzetim modelleri olarak iki gruba ayrılabilir.

Statik modeller zaman faktörünü dikkate almayan modellerdir. Dinamik benzetim modelleri de bitki gelişiminde olduğu gibi sistemin davranışlarını, bitki gelişiminin zamanla benzetimini yapan modellerdir (Şaylan 1995).

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

Gelecekteki atmosferik koşullar, iklim değişiminin tarım üzerine olası etkilerini doğru bir şekilde tahminleyebilmelidir. Bitki iklim modellerinin çözümü, girdi

parametreleri olan meteorolojik, toprak ve bitki faktörlerine bağımlıdır. Atmosferik veriler, toprak-bitki-atmosfer sisteminin çok çabuk değişen faktörler olduğunu göstermektedir. Atmosferik faktördeki her bir değişim tüm bitki gelişimini ve verimi etkileyebilmektedir. Bilgisayar kapasitelerinin artırılması ve fiziksel bilgi işlemlerinin yayılması dinamik modellerin geliştirilmesi fırsatını vermiştir (Perreira ve ark. 1996).

Ritchie'ye (1986) göre tarım sistemleri, uygun veri kaynakları ile birleştirildiğinde, gelişimini bilgi teknolojisi çağına getirmede ve tarımsal araştırmalarda büyük potansiyele sahiptir. Tarımsal disiplinler içinde bitkisel üretim; bitki türü, çevre ve yönetim uygulamaları arasındaki karmaşık etkileşimleri kapsamaktadır. Çeşitli bileşenler ve onların bazı ilişkileri üzerine çok sayıda araştırma yürütülmüş olup daha yapılacak birçok araştırma vardır. Bilginin bir kısmı belirli amaçlarla hazırlanmış modellerde (bitki gelişimi) kullanılmakta bir kısmı ise tarımsal sistemleri daha geniş bir yönden kapsayabilmek amacı ile kullanılmaktadır (Çaldağ 2000).

Atmosferik parametrelerin değişmesi, tarımsal ekosistemler için ciddi sorunlara neden olacaktır. Kuraklık oldukça artacak ve bu durumda sulamasız tarımsal üretim mümkün olmayacaktır. Sıcaklığın artışı, kuzeyde gelişme döneminin uzamasına neden olacaktır. Diğer yandan, yeni zararlılar ve bitki hastalıkları sorunu, sıcaklık artışına ek olarak tarımın içerisine yeni bitki tanımlamalarının gerekliliğinin bir sonucu olarak meydana gelebilecektir (Kadziora 1995). Global ölçekte iklim içindeki her bir anlamlı değişim yerel tarımı ve dolayısıyla dünyanın gıda ihtiyacını etkileyebilir (Rosenzweig ve Hillel 1998).

Tarımsal üretimi arttırmak amacıyla dünya üzerinde çeşitli ülkelerde araştırmalar yapılmaktadır. Yapılan bilimsel yaklaşımların amacı, bitki verimini arttırabilmek, verimi azaltıcı etkileri 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).

Verim tahmini, tarımsal meteorolojik tahminler içerisinde ekonomik bakımdan en önemli bileşenlerden 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 ilişkin 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 (Tatar 2001).

İklim-verim ilişkilerinin modellenmesinde; tipik bir bitki veya bitki grubu içerisinde meydana gelen fiziksel ve biyolojik olaylara meteorolojik değişkenlerin etkilerini ayrıntılı şekilde açıklayan bitki gelişimi benzetim modelleri, amprik-istatistik modeller (Bu modellerdeki katsayılar, regresyon analiz tekniği yardımıyla belli bir alan için önceden elde edilmiş verim değeri ve aynı alana ilişkin toprak ve iklim verileri kullanılarak çoğaltılmaktadır.) ve bitkinin seçilen meteorolojik değişkenlere karşı göstereceği tepkileri belirlemeye ilişkin bitki-iklim analiz modelleri olmak üzere başlıca üç yaklaşım söz konusudur. 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 bağıntı kurulması ve bundan yararlanarak da verim tahminlerinin yapılmasıdır (Tatar 2001).

Bilindiği gibi ülkemizin önemli bir kısmı kurak ve yarı-kurak iklimin etkisi altındadır. Yağışın yetersiz ve bitkinin gereksinim duyduğu kritik devrelerde düşmemesi bitkisel üretimi sınırlamaktadır. Milli ekonominin geniş ölçüde tarıma bağlı olduğu ülkemizde, tarımsal gelirin yarısından fazlası bitki üretiminden elde edilmektedir. Bitkiler arasında tahıllar, özellikle buğday tarımsal gelirin üçte birine yakın bir bölümü ile başta gelmektedir (İlbeyi 1988).

Büyük Menderes Ovası'nda sulu koşullarda yetiştirilen buğdayın veriminin irdelenmesi, uygun sulama zamanının ve sulama düzeyinin saptanması ve kısıtlı sulama koşullarında alternatif sulama programlarının belirlenmesi amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü 10 konulu olarak hazırlanan deneme sonucuna göre en yüksek verim üç kez su uygulanan (başaklanma

öncesi + çiçeklenme + tane doldurma döneminde) konudan elde edilmiş ve bunu iki kez su uygulanan (çiçeklenme + tane doldurma) konu izlemiştir. Suyun yeterli olmadığı, ancak bir kez su uygulanabilecek yer ve koşullarda ise buğdayın suya en duyarlı olduğu çiçeklenme döneminde bir kez sulanmasının uygun olacağı belirtilmiştir (Sezgin ve ark. 1997).

Güngör ve Öğretir (1979), Eskişehir koşullarında yaptıkları lizimetre çalışmaları sonucunda buğdaya ekimden önce 60-70 mm, sapa kalkma devresinde 120-130 mm ve çiçeklenme devresinde de 120-130 mm olmak üzere üç kez su verilmesini önermişlerdir.

Ertaş (1980), tarafından Konya ovasında lizimetrede yapılan çalışmada ekimden sonra ve sapa kalkma devrelerinde yapılan sulama sonucu buğdaydan en yüksek verim alınmış, bu konunun su tüketimi 460 mm, sulama suyu ihtiyacı 180 mm bulunmuş ve ortalama 564 kg/da verim alınmıştır.

Buğday verim tahminleri ile ilgili bugüne kadar birçok çalışma yapılmıştır. Üretim tahminlerinde uygulanan yöntemler ve kullanılan meteorolojik parametrelerle ilgili yapılan çalışmaların birçoğunda, kullanılan faktörlerden en etkili olanının yağış olduğu görülmektedir. Yağış ile buğday verimi arasında meydana gelen doğrusal tekli ve çoklu regresyon model çalışmalarında, korelasyon katsayısının 0.60-0.90 arasında değiştiği görülmüştür (Tanin 1987).

Benli ve Tokgöz (1981), Konya ili buğday üretim tahmini için yaptıkları çoklu regresyon analizinde Ekim ayı sıcaklığı, Mayıs ayı bağıl nemi, Eylül ve Haziran ayları arasındaki toplam yağış miktarının ve Ocak ayı en düşük sıcaklığının buğday verimine etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Benli ve ark. (1990), Türkiye buğday üretiminin tahmini amacıyla yaptıkları çalışmada, buğday verimi üzerine etki eden faktörleri; iklim faktörleri, üretim girdileri ve tarım tekniği olmak üzere üç grupta incelemişlerdir. Buğday veriminin, yağış miktarı ve dağılımı başta olmak üzere hava sıcaklığı, don, toprak sıcaklığı, bağıl nem, güneşlenme süresi, güneş ışınları şiddeti gibi çok sayıda iklim faktörüne ve bunların bir fonksiyonu olan bitki su tüketimi ile toprakta bitkinin kök bölgesi içine depo edilen ve bitkiye yarayışlı olan su miktarına bağlı olarak değişim gösterdiği ve bu faktörlerin verim üzerine etkisinin, bölgeden bölgeye olduğu kadar bitki gelişiminin çeşitli devrelerine göre de değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada buğday verim değerleri ile

çok sayıda iklim faktörü arasında ilişkiler araştırılarak elde edilmiş matematiksel eşitliklerden yararlanılarak il düzeyinde buğday verimlerini tahmin etmişler ve sonuçta Türkiye'nin buğday üretimini hesaplamışlardır.

Tatar'a (2001) göre Tsukiboyashi (1976), yaptığı çalışmada göz önüne aldığı yedi iklim verisi yardımıyla Türkiye için buğday verim tahmini çalışmalarında bulunmuştur. Araştırma bölgesel olarak belirlenen 213 adet alanda yürütülmüş ve ileriye doğru kademeli regresyon analizleri ile sonuca ulaşmaya çalışılmıştır. Çalışmada ele alınan değişkenler, Nisan ayındaki yağışlı gün sayısı, Ocak ayındaki yağış miktarı, Ekim ayı bağıl nemi, Haziran ayı sıcaklığı, Ekim ile Nisan ayları arasındaki toplam yağış miktarı ve teknolojik gelişmeyi modele koymayı amaçlayan sabit bir sayı olarak belirlenmiştir.

Güler (1987), Orta Anadolu'da yaptığı araştırmada, buğday gelişim dönemi içinde alınacak yağışların sıcaklıklardan daha etkili olduğunu, gelişme dönemi sonundaki sıcaklık artışının verime olumsuz etkide bulunduğunu, gelişme dönemi başlarındaki yağış artışlarının sonraki yağış artışlarından daha etkili olduğunu, aylık sıcaklık ortalamalarından yalnızca Kasım ve Şubat ayı sıcaklık artışlarının verim düzeyini olumlu etkilediklerini ortaya koymuştur. Haziran ayı sıcaklığındaki artışın verime olumsuz etkisinin nedenini, bitkinin tane doldurma döneminde yüksek sıcaklık nedeniyle su kaybının artması ve topraktan buharlaşma yoluyla oluşan su kaybı nedeniyle yeterli suyu alamamasının verime yansımaları olarak açıklamıştır.

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

Modellerin bir çoğu bitkilerden meydana gelen buharlaşmaya bağlı olarak ürün miktarını hesaplamaktadır. Örneğin SIMWASER adlı Alman ve Avusturyalı araştırmacılar tarafından geliştirilmiş bir modelde ürün miktarı transpirasyon ve potansiyel evaporasyonun bir fonksiyonu olarak hesaplanmaktadır (Wolkowitz ve Stenitzer 1976, Stenitzer 1988, Şaylan 1993). Aynı modelde gerçek ve potansiyel transpirasyon arasındaki ilişki bitkinin ürün miktarının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Aynı zamanda bu model bitki ile toprak su içeriği arasındaki ilişkiyi oldukça iyi kullanan bir modeldir (Şaylan 1995, Çaldağ 2000).

Dünyada özellikle Amerika ve Avrupa’da bitki gelişimini analiz etmek amacıyla kullanılan çeşitli modeller vardır. Bu modellerden bazıları Çizelge 2.1’de verilmiştir (Şaylan ve ark. 1998).

Çizelge 2.1. Dünya’da Bitki-İklim Etkileşimi Üzerine Yapılmış Model Çalışmaları

Modeli Geliştirenler	Modelin Geliştirildiği Yer	Model İsmi	Bitki Cinsi	Yapılan İşlemler
Acock,B.,V.R. Reddy, F.D. Whisler, D.N. Baker, J.M. McKinion, H.F. Hodges ve K.J. Boote.	USDA-ARS Mississippi State Uni. Ve Florida Üniversitesi	GLYCM	Soya Fasülyesi	Fotosentez, Solunum, transpirasyon ve gelişme
Allen,J. Ve J.H. Stamper	Florida Üniversitesi	CITRUSM	Limon	Fotosentez
Angus, J.F. ve J.H. Stamper	CSIRO ve Uluslar arası Pirinç Enstitüsü	IRRIMOD	Çeltik	Gelişme, evaporasyon
Arkin, G.F., J.T. Ritchie ve R.L. Vanderlip	Texas A&M U. USDA/SEA ve Kansas State Üniversitesi	SORG	Sorgum	Fotosentez, transpirasyon ve evaporasyon
Baker, D.N., J.R. Lambert ve J.M. McKinion	USDA/SEA (Mississippi) ve Clemso Üniversitesi	GOSSYM	Pamuk	Fotosentez, Gelişme
Baker, D.N., D.E. Smika, A.L. Black, W.O. Wills ve A. Bauer	USDA/SEA (Mississippi, Colorado ve North Dakota)	WINTER WHEAT	Buğday	Fotosentez, transpirasyon, Gelişme
Curry, R.B., G.E. Meyer, J.G. Streeter ve H.L. Mederski	Ohio Tarımsal Araştırma ve Geliştirme Merkezi	SOYMOD OARDC	Soya Fasülyesi	Fotosentez, Evaporasyon
Duncan, W.G.	Kentucky Üniversitesi	SIMAIZ	Mısır	Fotosentez

Çizelge 2.1.(Devam) Dünyada Bitki-İklim Etkileşimi Üzerine Yapılmış Model Çalışmaları

Duncan, W.G.	Kentucky Üniversitesi	MIMSOZ	Soya fasülyesi	Fotosentez
--------------	-----------------------	--------	-------------------	------------

Duncan, W.G.	Kentucky Üniversitesi	PEANUZ	Yer fıstığı	Fotosentez
Fick, G.W.	Cornel Üniversitesi	ALSIM	Yonca	Fotosentez, bitki gelişme oranı
Holt, D.A., G.E. Miles, R.J. Bula, M.M. Schiber, D.T. Dougherty	Purdue Üniversitesi ve USDA/SEA	SIMED	Yonca	Fotosentez, gelişme
Jones, C.A. ve R.T. Ritchie	USDA/SEA (Texas) ve IFDC (Alabama)	CERES- MAIZE	Mısır	Bitki gelişimi, toprak su dengesi
Kercher, J.R.	Lawtence Livermore Lab.	GROWI	Genel	Fotosentez,transpiras.
Van Keulen, H.	Hollanda Tarım Üniversitesi.(Wageningen)	GRORYA	Çeltik	Fotosentez
Van Keulen, H.	Hollanda Tarımsal Üniversitesi.(Wageningen)	ARIDC-ROP	Yarı kurak arazilere vejetasyon	Evapotranspirasyon (ET), azot dönüşümü, transpirasyon
Lambert, J.L., D.N. Baker ve J.M. Mc Kinion	Clemson Üniversitesi ve USDA/SEA (Mississippi)	RHIZOS	Toprak	
Loomis, R.S. ve E. Ng	California Üniversitesi	POTATO	Patates	Fotosentez, transpirasyon
Loomis, R.S., J.L. Wilson, D. W. Rains	California Üniversitesi	COTGRO	Pamuk	Fotosentez, transpirasyon
Marani, A.	Hebrew Üniversitesi	SUBGRO	Şeker pancarı	Fotosentez, gelişme, Evapotranspirasyon
McMennamy, J.A. ve J.C. O'Tole	Uluslar arası Pirinç Enstitüsü	ELCOM-OD	Pamuk	Fotosentez, ET, gelişme
Ritchie, J.T. ve S. Otter	USDA/SEA (Texas)	CERES- WHEAT	Buğday	Gelişme, bitki,azot

Çizelge 2.1.(Devam) Dünyada Bitki-İklim Etkileşimi Üzerine Yapılmış Model Çalışmaları

Ryle, G.J.A.,N.R.	Grassland Araştırma Enst.	İSİMSİZ	Arpa	Fotosentez
-------------------	---------------------------	---------	------	------------

Brockington, C.E. Powell ve B. Cross.	(İngiltere)			
Weir, A.H.,P.L. Bragg, J.R. Porter ve J.H. Rayner	Rothamsed Araştırma İst. Bristol Üniversitesi	ARCWH- EATI	Buğday	Fotosentez, fenoloji
Wit, C.T., ve ark.	Hollanda Tarım Üniversitesi (Wageningen)	PHOTON ve BACROS	Herhangi bir bitki	
Wilkerson, G.G., J.W. Jones, K.J. Boote, K.T. Ingram ve J.W. Mishoc	Florida Üniversitesi	SOYGRO	Soya Fasülyesi	Fotosentez, gelişme

KAYNAK: Whisler ve ark. 1986.

Bazı modellerde de sıcaklık v.b. atmosferik parametreler bitki gelişimi üzerinde önemli rol oynayan parametrelerdir. Bu parametreler evapotranspirasyonu doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedirler. Evapotranspirasyondaki bir değişiklik doğrudan fotosentezi, dolayısı ile bitki kuru madde miktarını etkilemektedir. Bazı modellerde, bitkilerin gelişeceği ortamın durumuna göre farklı koşullar için düzenlenmişlerdir. Bunlara örnek olarak Hollanda'da geliştirilen PCSMP (Personal Computer Continuous System Modeling Program) modeli verilebilir. Bu modelde suyun bitki gelişimini sınırlayıcı bir faktör olması veya olmaması, topraktaki gübre miktarının modelde dikkate alınıp alınmayacağı v.b. farklı durumlara göre modelin çalıştırılması mümkündür. Böylece diğer bitki modellerinden farklı olarak çalışma yapılan şartların modele aktarılması mümkün olmaktadır (Şaylan 1995).

Çaldağ (2000)'de belirtildiği gibi, karmaşık ilişkileri analiz edebilen geniş çapta model çalışmaları 1980'lerin ikinci yarısında başlamıştır. CERES–Wheat bu alandaki çalışmaların ilk örneklerindendir (Ritchie ve Otter 1984). Bu model IBSNAT (The International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer) projesi kapsamında geliştirilmiş olup, çalışmalar 1982'de başlamıştır (IBSNAT 1986, Hoogenboom ve ark. 1994, Tsuji ve ark. 1994). IBSNAT bugün gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin tarım teknolojileri transferi konusunda önemli rol oynamaktadır (Tsuji ve ark. 1994). Uluslararası bir bilim adamı grubu; üretimi, kaynak kullanımını ve farklı bitki üretim uygulamaları ile olası riskleri tahminlemek amacıyla, son yıllarda tarım teknolojileri transferinde karar destek sistemi (DSSAT-Decision Support System for

Agrotechnology Transfer Version 3)'ni geliştirmişlerdir (Jones 1993). CERES (Crop Estimation Through Resource and Environment Synthesis) modeller grubu DSSAT sisteminin bölümlerinden olup, IBSNAT'ın en önemli kısmını oluşturur. Bu model grubunda mısır, sorgum, arpa, darı ve diğerklerinin benzetimi yapılır (Tsuji ve ark. 1994).

Bitki benzetim modelleri, seçilen bölgede iklim koşulları ve toprağın kombinasyonları için farklı bitki yönetim uygulamalarının tahminlenmesinde kullanılmaktadır. DSSAT V3.0 programı, DSSAT V2.5'in gözden geçirilerek değıştirilmiş versiyonu olup, CO₂'in üretim ve su kullanımı üzerindeki etkilerini, varsayılan senaryolardaki iklim değışikliklerinin etkilerini ölçmek amacıyla kullanılmıştır (Çaldağ 2000). Bu modeller IBSNAT girdi/çıkıtı belgelendirme yapısını kullanır ve DSSAT strateji analizinin olanaklarını kullanarak benzetim yapabilirler (Papajorgji ve ark. 1994).

Toprak-su dengesi sürekliliğini; iklim, toprak ve bitki ölçütleri ile ilişkilendirerek planlayıcılara ve işletmecilere farklı seçenekler sunan CERES-Wheat modeli, ABD Tarım Bakanlığına bağı Teksas Bitki Sistemleri Değerlendirme Biriminde 1984 yılında geliştirilmiştir (Ritchie 1985).

CERES-Wheat, ARS (Agricultural Research Service) Buğday Verim Projesi ve U.S. Government Multi-Agency AgRISTARS Programı'nın sonucunda geliştirilmiş bir buğday verim modelidir (Çaldağ 2000). Model, birincil sorumluluğı geniş alanların verim tahmini faaliyetlerini yürütmek olan kullanıcıların ihtiyacını karşılamak için geliştirilmiştir (Ritchie ve Otter 1985).

Tarımsal işletmecilikte CERES bitki büyüme modeli, kullanıcılara farklı sulama tarihleri ve sulama miktarları sunarak en iyi sulama stratejilerini seçme ve karşılaştırma olanağı da sağlamaktadır (Jones ve Ritchie 1990).

CERES-Wheat bitki büyüme modelinin amacı verim ve verim bileşenlerini doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen alternatif yetiştirme tekniklerini değılendirerek verimi tahmin etmek olduğundan, modelin başarısı verimi belirleyen temel özelliklere etki eden etmenlere bağıdır. Bu etmenler; iklim, bitki gelişme dönemleri, genetik özelliğı (bitki organlarının (sap ve yaprak) büyümesi, gelişmesi, sararması ve kuru madde miktarları) bitkinin büyüme ve gelişme dönemlerindeki su ve azot eksikliğidir (Ritchie 1985). Model, yıl içerisinde yetiştirilecek bitkilere karar vermede ve geleceğı

ilişkin üretim tahminlerinin analizlerinde 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 (Jones ve Ritchie 1990).

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

Bitki büyüme modelinin iyi sonuç verip vermediği ancak model sonuçları ve arazi ölçümlerinin değerlendirilmesi ile belirlenebilir. Bitki büyüme modellerinin değerlendirilmesinde; deneme yerine, toprağın 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).

CERES-Wheat'in amacının kullanıcılara verim tahmini sağlamak olması sebebiyle, modelin temel özelliği, en etkili faktörleri gözönünde tutarak kesin verimleri belirlemeyi başarmaktır. Bu faktörler; gelişme safhası veya gelişme dönemleri boyunca bitki genetik özellikleri, iklim ve diğer çevre faktörleri ile bağlantı kurulmasını, vejetatif ve üreme yapıları ile bağlantılı olarak doku gelişmesini, yaprak ve sapların olgunlaşmasını, bioması ayrıca toprak su açığının büyüme ve gelişme üzerine etkisini içerir. Açıkçası bu faktörlerin pek çoğu bitki veriminin azalmasına neden olur. Sınırlayıcı faktörler ise; yabancı ot, hastalık ve zararlıları içerir. Bu tip sorunlar doğada rastgele olmalarından dolayı genel modeller içinde yer almazlar, çoğunlukla yönetim yoluyla kontrol edilebilirler ve bu sorunlar öyle çok sayı ve çeşitliliktedirler ki modelin diğer bileşenleri ile denge içerisinde ele alınamazlar. Bununla birlikte, bu gibi ve diğer bilinen genel modelin verim üzerindeki sınırlayıcı faktörlerini dışarda bırakmak ne modelin önemini azaltır, ne de bu faktörlerin model için fazla karmaşık olduğunu

gösterir. Belirli bir uygulama için genel bitki modeline özel bir sınırlayıcı faktör eklenebilir (Ritchie ve Otter 1985).

Splinter (1974) tarafından ortalama günlük ışık intensitesi (I_y), ortalama günlük sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) ve toprak örneğinin direnci (Ohms) gibi gerekli üç temel parametreyi içeren bir mısır gelişme modeli sunulmuştur. Fazla yağışlı bir mevsim olması nedeniyle modelin, toprak nemi bileşenlerinin test edilmesine olanak sağlamadığı fakat 1972 yazında yapılan arazi ölçümleri ile yapılan karşılaştırmaların gerçekçi bir uyum gösterdiği bildirilmiştir.

Hill ve ark. (1983), sulama planlamasına bitki verim modellerinin adaptasyonu amacıyla, tipik sulama planlama programlarının önceden geliştirilmiş olan bitki verim modelleri ile uyumluluğunu araştırmışlardır. Daha fazla model doğrulamasına olanak sağlamak için sınırlı bir alan araştırması sürdürmüşler ve sonuçları adi yonca (alfalfa) için belirlemiştir.

Yapılan bu çalışmanın model veri girdileri, mevsim başlangıcında toprak su depolama miktarı, kök bölgesinde kullanılabilir su depolama kapasitesi, günlük yağış değerleri, sulama uygulamaları, maksimum minimum sıcaklıklar, çiğlenme noktası, solar radyasyon, rüzgar hızı ve her bir tarımsal uygulamaya ilişkin özel parametreler (sıcaklık fenolojisi ve ET ile ilgili) içermektedir. Verim seçilen herbir gelişme dönemi boyunca transpirasyonun bir fonksiyonu olarak tahminlenmiştir. Farklı sulama planlarının mevsim verimi üzerine etkisinin ise, yıl içindeki gerçek verilerle bağlantılı olarak geleceğe ilişkin normal ve ortalama hava koşullarını varsayarak tahmin edilebileceği bildirilmiştir.

Sezen (1993), CERES-Wheat V2.1 bitki büyüme modelini, Çukurova koşullarında yetiştirilen PANDA buğday çeşidini kullanarak test etmiştir. Test sonucunda, gözlenen değerlerle tahmin edilen değerler arasında benzerlikler bulunmuştur. Tam sulanan ile susuz konudan tahmin edilen verim daha düşük, diğer konularda daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Tüm sulama konularındaki gözlenen ile kestirilen kuru madde miktarının birbirine yakın olduğunu saptamıştır.

Şaylan (1993) tarafından, tarımsal kuraklığın soya bitkisinin verimine etkisi SIMWASER bitki gelişimi modeli ile analiz edilmiştir. Model aracılığı ile vejetasyon dönemi boyunca yağış, sıcaklık ve toprak su içeriği değiştirildiğinde, bu değişikliğin soya bitkisinin verimine önemli etkilerde bulunduğu belirlenmiştir. Ancak bu modelin

Ülkemiz Şartlarında kullanılabilmesi için, bitki parametrelerinin yeniden gözden geçirilmesi gerektiği bildirilmiştir.

Alexandrov'a (1995) göre son yıllarda iklim sorunu ve onun doğal süreçleri ve insan genetiği kökenindeki faktörler ekonomik aktivitelerle desteklenmiŐtir. Dünya çapındaki iklim değişikliklerinin potansiyel etkisi, son zamanlarda özellikle genel basında daha çok dikkat çekici hale gelmiŐtir. İklimin ve ani hava koşulları değişimlerinin, evrensel iklim değişikliği veya diğer ekstrem hava koşullarına etkisinden dolayı tarımsal üretim doğrudan etkilenecektir. Dünya tarımı, gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde iklim kaynaklarına oldukça bağımlıdır. Çiftçiler, yayım araçları, planlayıcılar ve diğer bitki büyüme ve geliŐmesine etki edebilen evre koşullarına gerek duyarlar. Tarımda risk ve belirsizlik, genellikle beklenen hava koŐullarındaki zararlanma ve gbrelemedeki belirsizlik ile iklim değişimi yüzünden olabilecek gelir-gider farklılığıdır. Çiftçiler, tüm karar vericiler gibi, gelecekle ilgili kesin bir bilgiye sahip değildirler ve aynı zamanda yetersiz bilgi koşulları altında planlarını formlleŐtirmek zorundadırlar. Çiftçiler yardıma açık olmakla birlikte mevcut gerçeklerin ışığı altında zamanında karar vermek durumundadırlar. Son zamanlardaki araştırmalar tarımdaki iklim değişiminin potansiyel etkisi, bölgesel, ulusal ve evrensel değerlendirmelerle ifti seviyesine odaklanmıŐtır (aldağ 2000).

Alexandrov'un (1995) bu amaçla, Bulgaristan'ın temel ürünleri olan mısır ve kışlık buğday verimliliği yanında agrometeorolojik kaynaklar üzerinde CERES-Maize ve CERES-Wheat bitki-iklim modellerini kullanarak yaptığı çalışmadan genel olarak elde edilen sonuçların, bölgesel ve ulusal düzeyde tarımsal karar vericiler tarafından kullanılabilmesi bildirilmiştir.

Şaylan (1995b) tarafından yapılan bir çalışmada bitki gelişimi benzetim modellerinin bitki, toprak ve su arasındaki ilişkiyi analiz etmedeki önemi üzerinde durulmuştur. Bitki gelişimi benzetim modelleri aracılığı ile bitki gelişimine etkilerin daha kolay analiz edilebileceği belirtilmiştir. Ülkemizde de bu modellerin kullanılmasının önemi vurgulanmıŐtır. Bu modellerin mümkün olan en kısa zamanda lkemiz Şartlarında test edilmesi gerektiği ve lkemiz Şartlarına uygun modellerin geliştirilmesi gerektiği belirtilmiştir. SOYGRO modeli kullanılarak soya bitkisinin veriminin farklı sulama planlaması durumunda nasıl değiştiği hesaplanmıştır.

Tubiello ve ark. (1995), CO₂ ve hava sıcaklığının CERES-Wheat modeli ile etkileşiminin belirlenmesi ve verim tahmini amacıyla yaptıkları çalışmalarında, maksimum ve minimum sıcaklıkların 2°C arttığında ve minimum sıcaklığın maksimum sıcaklığın 3 katı artması koşullarında verimdeki değişimi incelemişlerdir. Maksimum ve minimum sıcaklıklar 2°C arttığı koşulda, sulanmayan koşulda verim % 35, sulanan koşulda ise % 16 azalmıştır. Minimum sıcaklığın maksimum sıcaklığa göre 3 kat artması durumunda, sulanmayan koşulda verim azalışı % 26 olurken, sulanan koşulda % 11 azalma olmuştur. Maksimum sıcaklığın 3 katı daha fazla artış gösteren minimum sıcaklıkta elde edilen benzetim sonuçlarına göre, bu koşulun negatif sıcaklık etkisi yaptığı ve % 26 verim azalışına neden olduğu sonucuna varmışlardır. Bu çalışmada ayrıca kuru madde miktarı ve verim tahminlenmesinde korelasyon katsayısını 0.95 olarak bulmuşlardır.

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, su içeriklerine ve sulama randımanına duyarlı olduğu ayrıca bazı konularda verim ve verim bileşenlerini tam olarak tahminleyemediği belirlenmiştir.

Rosenzweig ve Tubiello (1996), Amerika Birleşik Devletleri merkezinde gelecek buğday verimini tahmin etmek amacıyla, CO₂ ve sıcaklığın fizyolojik etkilerini kapsayacak nitelikte olan dinamik bir bitki büyüme modeli olan CERES-Wheat modelini kullanmışlardır. Çalışmada, Amerika Birleşik Devletleri 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 arttığı koşullarında benzetim yapılmıştır. Ortalama sıcaklıktaki 1-4°C'lik artışlar 4 bölgede de verim azalmasına neden olmuştur. Maksimum ve minimum sıcaklıkların 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 buğday gelişme dönemlerinde sıcaklık artışlarının doğrudan etkisiyle sonuçlanmıştır. Minimum sıcaklığın maksimum sıcaklığın 3 katı artması koşulunda elde edilen verim, maksimum ve minimum sıcaklıkların eşit olarak artması koşulundaki verim değerinden % 4-25 daha fazladır. Gözlemlenmiş ve benzetimi yapılmış buğday verimlerinde % 5 düzeyinde önemli bir farklılık gözlenmemiştir.

Fargo'da gözlenen ve benzetimi yapılan verim değerleri sırasıyla, 2402 kg/ha, 3010 kg/ha, North Platte'de 1863 kg/ha, 1974 kg/ha, San Antonio'da 1237 kg/ha, 1569 kg/ha olarak bulunmuştur.

Saarikko (1997), alan esasına dayalı bitki modeli ile değişik iklim koşulları altında yazlık buğday verimliliği için ulusal ve bölgesel sonuçlar ortaya koymuştur. Yapılan bu çalışmada CERES-Wheat modeli kalibre edilmiş ve öncelikle Finlandiya'da 10x10 km kareler ağına bölünmüş alanda geçerliliği sağlanmıştır. Bu alanda model kullanılarak, hem günümüz 1961-1996 ikliminden yararlanarak hem de 2050 yılı için, gelecek senaryosu hazırlanmıştır. Tarla verim istatistiklerinde verimlerin karşılaştırılabilir olabilmesi için 1981-1996 yıllarına ilişkin bölgesel ortalamalar hesaplanmıştır. CERES-Wheat modelinin nemli koşullar altında yetersiz toprak havalanmasının neden olduğu bitki stresini hesaba katmadığı, bununla beraber bölgelerdeki yeterli ve önemli benzetim sonuçlarının bulunabilmesi için bu faktörün gerekli olduğu belirlenmiştir. Model buna göre geliştirilmiş ve yeni versiyonun etiketi CERES-Wet Wheat olarak belirlenmiştir. Sonuçlar, başlangıç koşullarında bitki yönetim değişimlerinin, gübreleme, zararlanma ve toprak farklılıklarının dahi CERES-Wet Wheat'in hem alan hem de bölgesel ölçekte iklime bağlı verim varyasyonlarını ortaya çıkarabildiğini göstermiştir. Bu çalışmada ayrıca verim değişimindeki tahminlerin yorumlanmasıyla bunların altında yatan varsayımların açık olması gerektiği bildirilmiştir.

Staggenborg ve Vanderlip (2005), buğday, sorgum ve soya fasulyesinde DSSAT V3.5'i kullanmışlardır. Buğday verimi CERES-Wheat ile gerçekten % 16 daha fazla hesaplanmıştır. Yapılan 5 yıllık denemelerin sonuçlarına göre ağır kış şartları sebebiyle CERES-Sorgum ile sorgum verimi % 27 daha az hesaplanmıştır. 19 yıllık sorgum verilerinden tek biçimli genetik katsayılar ulaşılmıştır. CROPGRO alt modeli ise soya fasulyesinin hava koşullarına yaptığı tepkilere uyumlu bulunmuştur. Tüm bu

çalışmalarda çıkan hatalara rağmen modelin gösterdiği eğilimler tarla koşullarına benzer bulunmuştur.

Pecetti ve Hollington (1997) tarafından, CERES-Wheat modeli, iki farklı akdeniz çevre koşulunda [Breda (Kuzey Suriye) ve Libertinia (Doğu Sicilya)] günlük iklim verileri kullanılarak Durum buğdayının büyüme ve verim benzetimine uyarlanmuştur. Bilinen iki kültürün, akdeniz koşullarında iyi performans gösterdiği belirlenmiştir. Normal (20 Kasım), erken (1 Kasım) ve geç (26 Kasım) olmak üzere 3 ekim tarihi; Breda'da 12 mevsim, Libertinia'da 6 mevsim (yetiştirme sezonu) denenmiştir. Tane verimi ve çiçeklenme tarihi ele alınarak benzetimi yapılmıştır. Gözlenen ve benzetimi yapılan verimlerle, alınan verim seviyesinin arasındaki farklılıklar birbirinden bağımsızdır. Oldukça sert mevsim koşullarında Breda'da önemli düzeyde düşük verimlerin gözlenmiş olması, yapılan benzetimi yetersiz kılmıştır. Her iki bölgede de erken ekimlerde en yüksek verim benzetimi, geç ekimlerde de en düşük verim benzetimi ortaya çıkmıştır.

Yapılan benzetim, çiçeklenme tarihinin, çevresel koşullar ile birlikte ekim tarihi veya kültürel uygulamalar tarafından etkilenebileceği fikrini ortaya çıkarmıştır. İklimsel değişimin kültürler üzerine etkisi, genetik katsayılarının farklılaşmasıyla erken ekimin verim üzerine olan pozitif etkisini en üst seviyeye çıkarmıştır.

Durak ve şaylan (1998), CRPSM (Crop Yield Simulation Model) ve CERES-Maize modellerini kullanarak, iklim değişim senaryolarına bitki gelişiminin verdiği tepkileri incelemişlerdir. CRPSM modelinde soya bitkisi için sıcaklığın 1°C ve 2°C arttırılıp azaltılması sonucunda, bitkinin veriminde oldukça az değişim meydana geldiğini, bunun başlıca nedenlerini de, yağışların yetersiz 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 değerı, modelin normal verilerle hesapladığı verim değerinden % 0.73 daha az bulunmuştur. Yağışın % 15 azalması durumunda verim % 1.93'lük, yağışın % 20 azalması durumunda da verim % 2.6'lık azalma göstermiştir. CRPSM modelinin yağış ve sıcaklıkta meydana gelen değişikliklerden beklenenden daha az etkilendiği sonucuna varmışlardır. Araştırmacılar, CERES-Maize modelinde sıcaklıkla yapılan değişikliklerin mısır bitkisinin verimine olan etkilerini belirlemeye çalışmışlardır.

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 gelişimin yavaşladığını belirlemişlerdir. Yapılan bu çalışmada sıcaklık değişimlerinin her model tarafından verime farklı şekilde yansıdığı bunun da birkaç nedeni olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılara göre, bazı modellerde bitki gelişimi hatta bitkinin tüm aşamaları, sıcaklığın bir fonksiyonu olarak hesaplanmaktadır. Sıcaklığın bazı alt ve üst limitler ile sınırlandırılarak bitkinin belirli bir aşamada gelişiminin başladığı ve belirli bir değerin üzerinde de gelişiminin durduğu belirlenmiştir. Bazı modeller 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 zorluğun da bitkilerin gelişmeye başlamaları için gerekli alt sıcaklık ve gelişmelerinin duracağı üst sıcaklık değerinin her bitki türü için farklı olduğunu bildirmişlerdir (Tatar 2001).

Sezen ve ark. (1998), CERES-Wheat V3 bitki büyüme modelini Çukurova koşullarında Seri-82 (*Triticum Aestivum* L.) ekmeklik buğday çeşidi üzerinde test etmişlerdir. Çalışmada iki sulama konusu (0-60 mm), dört farklı azot dozu 0, 80, 160 ve 240 kg/ha denenmiştir. Modelin çalıştırılması için gerekli olan iklim verileri Adana Meteoroloji Bölge Müdürlüğü ve Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü deneme alanındaki otomatik kaydedicili iklim gözlem istasyonundan alınarak, denemede evapotranspirasyon, toprak nemi, fenolojik devreler, biyomas, yaprak alan indeksi vb. değerleri belirlenmiştir. Tahmini ve gerçek değerlerin karşılaştırılması sonucunda, model her iki sulama düzeyinde de aynı değerleri vermiştir. Özellikle çiçeklenme ve fizyolojik olgunluk tarihleri model tarafından çok yakın tahmin edilmiştir. Gözlenen tane verimi, birim tane ağırlığı, tahmini değerlerden daha düşük olurken tam sulama koşullarında artan azot dozu ile aradaki fark artmıştır. Kontrol konusu dışında birim alandaki gerçek tane sayısı tahmini değerlerden yüksek olmuştur.

Chipanshi ve ark. (1999)'na göre, buğday verimini çok parametreye bağlı değişkenlerden tahmin edebilme becerisi, dünyanın tüm yarı kurak bölgeleri için yararlar sağlar. Birçok bitki büyüme modelinin tahmin yeteneği olmasına rağmen tarımsal karar mekanizmalarıyla ilişkili ve ürünü uydu görüntüleriyle düzenli olarak analiz edebilecek çok az planlı çalışma yapılmıştır. Sonuç olarak mevcut pekçok bitki

büyüme modeli sadece araştırmada birer araçtır. Araştırcılar CERES-Wheat modeline dayanarak geniş ölçekli buğday verim geliri tahmin işlemini, Saskatchewan'ın yarı kurak iklimi için geliştirmişlerdir. Çalışmada 1960-1990 yılları arasındaki iklim verileri kullanılarak, 1990-1999 yıllarına ilişkin iklim verilerini oluşturmuşlar, modelle tahmin edilen değerlerle gerçek değerler arasındaki korelasyon katsayısını 0.70 olarak bulmuşlardır. Bu modelin farklı alanlarda iklimde ve yönetim uygulamalarında verimin benzetiminin yapılması için uygun olduğunu bildirmişlerdir. Modeli uygulayarak yazlık buğdayda tane verimini etkileyen nem eksikliğinin görüldüğü iki kritik dönem (vejetatif gelişme ve başak büyümesi) ortası için buğday gelişiminin benzetimini yapmışlardır. Bu dönemlerdeki bilginin, kuraklığın düzeltilmesi için erken uyarı programlarının tasarlanmasında güvenilir uzun süreli iklim tahminleri ile birleştirilerek yararlı olacağını ve bu kritik dönemler süresince alınan kararların tarla tarımı yönetimini, gelecek yetişme mevsimi için ise pazarlama strateji ve planlarını etkileyeceğini bildirmişlerdir.

Çaldağ (2000) çalışmasında; Türkiye'de ve Dünya'da en önemli besin kaynağı olan buğday bitkisinin gelişimine meteorolojik faktörlerin ve bu faktörlerde meydana gelmesi olası değişikliklerin yapacağı etkileri tarımsal meteorolojik açıdan araştırmıştır. Kırklareli Köy Hizmetleri Atatürk Araştırma Enstitüsü'nde uygulamalı olarak yürütölen çalışmada, buğday bitkisinin 1997-1998 ve 1998-1999 gelişme dönemlerinde ölçölen meteorolojik, toprak ve bitki gelişimi ile ilgili veriler kullanılmıştır. Modelleme kapsamında gerçekleştirilen benzetimlerde açıklamalı bitki iklim modellerinden CERES-Wheat ve SIMWASER modelleri kullanılarak her iki ölçüm dönemi için bitki gelişimi meteorolojik faktörlerin etkisi altında analiz edilmiştir. Uygulanan benzetim sonuçları, bitki gelişimi, kuru madde miktarı, verim ve buharlaşma değişkenleri açısından ele alınmış ve bu model sonuçları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Sonuçta açıklamalı modellerin bitki gelişimi ve verimi üzerinde oldukça tatmin edici ön tahminler gerçekleştirebildikleri bir kez daha ortaya çıkmıştır.

CERES-Wheat modeli, 1998-1999 gelişme döneminde 1°C sıcaklık senaryosunda, dikkate değer bir ürün miktarı değişimi göstermemiştir. Ancak sıcaklığın 2°C değişimi durumunda verimin yaklaşık % 9 oranında sapacağı belirlenmiştir. Tüm benzetimlerde bitki gelişiminin en hassas olduğu parametre güneş radyasyonu olarak tespit edilmiştir. Güneş radyasyonundan gerçekleşmesi olası % 20 oranındaki değişimin

1997-1998 gelişme dönemi için ürün miktarına % 20 ile % 30 arasında artış veya azalış şeklinde yansıtacağı SIMWASER modeli tarafından tahmin edilmiştir.

CERES-Wheat modeli ile karbondioksit (CO₂) değişimlerine ilişkin benzetimlerden elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. CO₂'in özellikle radyasyon parametresi ile birlikte dikkate alındığı senaryoların bitki gelişimini önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir (Çaldağ 2000).

Çaldağ ve ark. (2000), Kırklareli'de yetişen buğday çeşitleri üzerine sıcaklık ve CO₂ konsantrasyonu değişimlerini içeren çeşitli senaryoların olası etkilerini, CERES-Wheat modelini kullanarak analiz etmişlerdir. Ayrıca sıcaklık ve CO₂ konsantrasyonunun kombinasyonunu içeren senaryolar ile de bunların buğday verimliliği üzerine olan etkilerini tahminlemişlerdir. Her iki değişim türünü de ayrı ayrı ve birbiriyle bağlantılı olarak kullanmışlardır. Sıcaklık senaryosunda değişim $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'den $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 'ye değiştiğinde CO₂ senaryosu da buna benzer olarak % 10'dan % 30'a değişmiştir. Bu çalışma yağış veya toprak nem içeriğinden dolayı olası değişimleri içermemektedir. Sonuçlar, özellikle sıcaklık ve CO₂'i içeren kombine senaryoların üretim üzerine ciddi etkileri olduğunu göstermiştir. Modelde CO₂'in % 20, sıcaklığın ise 2°C artış göstermesi ile biyomasın maksimum artışı % 19 olarak hesaplanmıştır.

Iglesias ve ark. (2000) yaptıkları çalışmada bir dinamik süreçli bitki gelişim modeli olan CERES-Wheat'in geçerliliğini İspanya'nın esas olarak buğday yetişen 7 bölgesi için sınımışlardır. Yetişme dönemi boyunca benzetimi yapılan verimin önemli bir oranının varyansını açıklayan değişkenlerin bitki su (yağış ve sulama toplamı) ve sıcaklık olduğunu belirterek, bu değişkenlerin benzetimi yapılan verime etkilerini göstermek için bir linear regresyon modeli geliştirmişlerdir. Çalışmada 329 meteoroloji istasyonunun yağış ve sıcaklık verileri ve eyaletlere ilişkin bitki verim bilgilerini esas alarak K ortalama cluster analizi ile 7 agroklimatolojik bölge tanımlamışlardır. Verim fonksiyonlarını, kareler ağına bölünmüş agrometeorolojik veri tabanı ile ulusal buğday üretimi üzerine iklim değişimi etkilerinin uzaysal analizlerinin bağlantı kurulması sonucu geçerliliği sağlanmış bitki modelinden türetmişlerdir.

Mavromatis ve Jones (1998) bölgesel ölçekte iklim değişikliğinin tarımsal verimlilik üzerindeki olası etkilerini değerlendiren çalışmalarında Fransa'dan sağlanan iklim verilerini DSSAT kapsamında WGEN (Weather Generator) ile türeterek CERES-Wheat modelini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda tarımsal üretim üzerinde iklim

değişikliğinin etkilerini değerlendirmek için CERES-Wheat modelinin etkili bir metot sağladığını bildirmişlerdir.

Landau ve ark. (1998) yaptıkları bir çalışmada CERES-Wheat, AFRCWHEAT2 ve SIRIUS gibi tane verimini önceden haber veren buğday modellerini, iklim değişikliğinin olası etkilerini değerlendirmede kullanmışlardır. Çalışmada tane verim tahminlerinin geniş ölçekli bir şekilde yapılabilmesi için İngiltere’de yapılan tarımsal deneylerden elde edilen güvenilir verim kayıtlarından yararlanılmıştır. Modellerin hiçbiri 1976-1993 arasında tarihi tane verimlerini tam olarak önceden haber verememiştir. Su sınırlamasından dolayı hem verim hem de verim kaybı hakkında modellerin tahminleri arasında büyük uyumsuzluk bulunmuştur. Aylık iklimsel değişkenler üzerinde gözlenen verimlere ilişkin regresyon, dolaylı iklimsel etkilerin verimler üzerinde önemli rol oynadığını göstermiştir. Bu çalışma sonucunda İngiltere’de karar desteği yada iklim değişikliği değerlendirmesinde bu gibi verim tahminlerinin güvenle kullanımından önce daha çok çalışmanın gerekliliği bildirilmiştir.

Ghaffari ve ark. (2001)’nin yaptıkları çalışma, bitki benzetim modeli CERES-Wheat kullanılarak en iyi tarla tarımı uygulamalarını bulmak ve yönetim stratejileri analizi için metodoloji tanımlamaktadır. Kışlık buğday üretiminin yaygın biçimde yapıldığı Wye’deki Imperial College, Stour Catchment, Kent ve UK bölgelerinde model kullanılarak, farklı ekim oranları (200-450 tohum/m²), ekim tarihi ve azot uygulama oranları (100-220 kg/ha arası) ile ağır ve orta bünyeli toprak durumlarında kısıtlı su koşulları altında verim benzetimleri yapılmıştır. Model sonucuna göre verimin 6900 ve 7400 kg/ha arasında değiştiği ve benzetim oranlarının 6900 ve 7800 kg/ha olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, kalibre edilmiş geçerli CERES-Wheat modelinin Batı Avrupa için uygun koşullar altında buğday gelişim ve veriminin tahmininde kullanılabileceği bildirilmiştir.

Lal ve ark. (1998) tarımsal kaynaklarımız üzerindeki anahtar iklimsel etmenlerin içinde değişikliklerin olası etkilerini değerlendirmenin önemini vurgulayarak yaptıkları çalışmada kuzeybatı Hindistan’da tasarlanan iklim değişikliği koşullarında buğday ve çeltik verimlerinin etkilenebilirliği üzerinde durmuşlardır. CERES-Wheat ve CERES-Rice modelleri ile birlikte duyarlılık deneyleri, yükseltelen CO₂ seviyeleri altında hem buğday hem de çeltik için (CO₂’in iki misli olması için sırasıyla % 28 ve % 15) daha yüksek verimler göstermiştir. Hava sıcaklığındaki 3°C (2°C)’lik bir

yükselmenin buğday ve çeltik verimleri üzerinde yükseltile CO₂'in olumlu etkisiyle hemen hemen eşit olduğu, buğday bitkilerinin maksimum sıcaklıktaki yükselmeye karşı duyarlı bulunduğu, çeltik bitkilerinin de minimum sıcaklıktaki yükselmeye karşı savunmasızlığı ifade edilmiştir. Buğday ve çeltik bitkileri üzerinde artırılan CO₂ ve yüklenen ısı baskının birleşmiş etkisinin bölgede uygulanan sulama programı için verimdeki % 21 (% 4)'lük artışa buğday bitkileri üzerinde ise olası su sıkıntısının ters etkilerinin, yükseltile CO₂ seviyeleri altında bir dereceye kadar azaltılabildiği bu etkinin ise çeltik verimlerinde yaklaşık % 20 net düşüşle sonuçlandığı açıklanmıştır. Çalışmada genellikle ısı baskıyla birleşmiş şiddetli su sıkıntısı şartlarının ileride yükseltile CO₂'in pozitif etkileri altında dahi kuzeybatı Hindistan'daki hem buğday hem de daha ciddi biçimde çeltik verimliliğini ters yönde etkileyebileceği bildirilmiştir.

Kırklareli'de yürütülen bir çalışmada, DSSAT sisteminin içerdiği CERES-Wheat modeli kullanılarak; toprak su içeriği, toprak PH'ı, yağış gibi toprak ve atmosferik faktörlerdeki değişimin Pehlivan tipi buğdayın gelişimine ve verimine etkilerinin belirlenmesine çalışılmıştır. 98-99 gelişme döneminde kaydedilen yüksek yağış değerleri sonucunda buğdayın gereksinim duyduğundan fazla miktarda suyu toprakta bulmasından dolayı; yağış azalışının verimin yükseltilmesi, artışının ise verimin düşmesi şeklinde reaksiyon gösterdiği belirlenmiştir. Bunun nedeninin ise bu dönemde meydana gelen yağışın normalin üzerinde ve uygun bir dağılımla meydana gelmesinin olabileceği bildirilmiştir. Ayrıca bu çalışmada toprak PH değerine modelin son derece az reaksiyon gösterdiği, bunun yanında toprağın killi olmasının verimi düşüreceği, siltli kil tipi toprak seçiminin ise olumlu sonuçlar doğuracağı CERES-Wheat modelinin son sürümü aracılığıyla belirlenmiştir (Çaldağ ve ark. 2001).

Bursa'da yürütülen bir çalışmada da, DSSAT V3 paket programı kullanılarak Pehlivan buğday çeşidine ilişkin CERES-Wheat modeli ile verim tahminlemesi yapılarak, toprak, bitki ve iklim etkileşimlerinin bitki gelişimine olan etkileri incelenmiştir. Yıllık ortalama sıcaklığın 1°C , 2°C, 3°C ve 4°C artması koşullarında ve buğday bitkisinin sulama suyu gereksiniminin % 50 ve % 100'ü kadar uygulanması durumunun bitki verimi ve gelişimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Model sonuçlarına göre sıcaklık artışının olmadığı, % 50 su uygulaması durumunda verimin % 16 artarak 4083 kg/ha, % 100 su uygulaması olması durumunda ise verimin % 65 artarak 5765 kg/ha olacağı bildirilmiştir. Ayrıca benzetim sonucunda en yüksek verimin sıcaklık

değişiminin olmadığı % 100 su uygulama koşulundan, en düşük verimin ise 4°C sıcaklık artışı ve % 50 sulama uygulamasından elde edildiği görülmüştür. Sonuç olarak sıcaklık artışı ve su eksikliğinin bitki gelişimini olumsuz etkileyerek verim azalmalarına neden olduğu, bitkinin çiçeklenme ve başaklanma dönemlerinde de toprakta eksilen nemin tamamının karşılanması gerektiği bildirilmiştir (Tatar ve Yazgan 2001).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme Alanı

Modelin sınanması amacıyla çalışmada öngörülen kısıtların denendiği ve araştırma verilerinin elde edildiği arazi çalışmaları, 2001-2002 ve 2002-2003 yıllarında Uludağ Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi'nin deneme alanlarında yapılmıştır.

Uludağ Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi, Marmara bölgesinin Bursa merkez ilçe Görükle bucağı ile Göbelye köyü arasında, Bursa-İzmir karayolunun 15. kilometresinde, Nilüfer çayına kadar uzanan şeritvari bir alanı kapsamaktadır. Arazi, Göbelye Köyü sınırında 150 m kotuna ulaşmaktadır (Anonim 1985). Arazinin güney ve doğusu orta eğimli olup, güneydeki araziler kuzeye, doğu kesimindeki araziler ise batıya doğru eğimlidir. Arazinin güney kesiminde yer alan topraklar hafif eğimli olup, ortalama eğim % 3 civarındadır. Araştırma alanının güney sınırında % 5-6 olan eğim, kuzeye doğru giderek azalmakta ve Nilüfer Çayı civarında % 0,5-1,0'e düşmektedir. Arazide küçük çöküntü ve kabartıların oluşturduğu mikrorölyef gözlenmektedir. Orta eğimli kısımlarda erozyon nedeni ile yuvarlaklaşmalar, kuru derelerle kesilmeler ve dolayısıyla oluşan engebelikler göze çarpmaktadır. Arazinin alanı 5045 da'dır. Arazide karasal neojen formasyonları ile kuvarterner yeni ve eski alüvyonlar yer almaktadır. Neojen genel olarak kil ve marn katmanlarından ibarettir. Marn katmanları içerisinde yer yer ince kumtaşı ve silttaşı bantları bulunduğu gibi, yer yer kumlu ve serbest çakıllı bantlara da rastlanılmaktadır. Arazinin büyük bir bölümünü kaplayan neojen formasyonun üzerinde, eğime bağlı olarak 50-200 cm. kalınlıkta, genellikle killi toprak örtüsü yer almaktadır. Bu bölgedeki rendzina ve vertisol grubu topraklar neojen formasyonu üzerindedir. Ancak bitkisel toprak kalınlığı rendzinalarda daha azdır. Kahverengi orman topraklarının bulunduğu alanlardaki neojen formasyonu içerisinde kumtaşı ve silttaşı ile serbest çakıllı katmanlar hakim durumdadır (Katkat ve ark. 1984).

3.1.1.1. Deneme Alanının İklim Özellikleri

Deneme alanına ilişkin iklim verileri Devlet Meteoroloji İşleri (DMI) Genel Müdürlüğü Bursa Meteoroloji Bölge Müdürlüğü gözlem istasyonundan alınmıştır.

Marmara Denizi kıyı şeridinde yer alan Bursa ilinde genellikle Akdeniz iklim tipi hakim olup, yazlar kurak ve sıcak, kışlar ılık ve yağışlı geçmektedir. Denizden uzaklaştıkça iç kısımlarda yarı karasal iklim görülmektedir (Korukçu ve Arıcı 1986). Bursa ve yöresi; iklim, toprak ve su kaynakları yönünden yüksek bir tarımsal potansiyele sahiptir. Bursa ovası, Akdeniz ikliminin genel özelliklerini gösterse de, bölgenin ortalama sıcaklığı düşük, yağış dengesi daha düzenlidir (Korukçu ve ark. 1989). Genellikle ilçeler arasında klimatolojik değerler bakımından çok önemli farklılıklar söz konusu değildir. Yıllık yağış toplamı yüksek ve aylara dağılışı da Akdeniz bölgesine kıyasla kısmen düzenlidir. De Martonne'nin kuraklık indisi eşitliğine göre yaz ayları kurak, sonbahar ve ilkbahar ayları da az nemli iklim karakterini göstermektedir (Sefa 1983). Aydeniz ise (1976), yaptığı çalışmalarda; yağış, sıcaklık, oransal nem, güneşlenme süresi ve nemli aylar oranı gibi bitki üretimine en etkili iklim öğelerini içeren "Aydeniz kuraklık indisi"ni Bursa ili için hesaplayarak, nemlilik katsayısını 1.45, iklim katsayısını da 1.17 olarak bulmuş ve ili funda iklimine dahil etmiştir.

Bursa iline ilişkin meteorolojik değişkenlerin aylık ve yıllık ortalamaları Çizelge 3.1'de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi; ilde ortalama sıcaklık 14,4 °C, en yüksek sıcaklık 42,6 °C ve en düşük sıcaklık -25,7 °C'dir. Ortalama yıllık toplam yağış 691,9 mm olup, bunun % 38'i kışın, % 26'sı ilkbahar, % 10'u yaz ve % 25,4'ü sonbaharda düşmektedir. Karlı geçen gün sayısı 8,5'tur. İlkbahar donları Mart ayında, sonbahar donları ise Kasım ayında görülmektedir. Yılın en yağışlı geçen ayları Aralık, Ocak, Şubat, en kurak ayları ise; Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül'dür.

Çizelge 3.1. Bursa İline İlişkin Çok Yıllık İklim Durumu (İlin denizden yüksekliği 100m.)

METEOROLOJİK ELEMANLAR	GÖZLEM SÜRESİ YIL	YILLIK ORT.	AYLAR											
			Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ort. Sıcaklık (°C)	65	14.4	5.2	6.0	8.2	13.4	17.3	21.7	24.1	23.6	19.7	15.3	10.9	6.0
Ort.Bağıl Nem (%)	65	68.6	73.0	72.7	71.9	69.5	69.1	62.1	59.1	60.3	65.9	72.1	75.1	74.6
Ort. Toplam Yağış (mm)	66	691.9	89.2	74.1	66.0	59.7	52.9	31.6	22.8	17.2	37.7	59.8	78.3	101.1
Ort. Karla Örtülü Gün Sayısı	65	9.3	3.4	3.3	0.9	0.0	-	-	-	-	-	-	0.1	1.6
Ort. Rüzgar Hızı (m/sn)	53	2.5	3.1	3.0	2.7	2.3	2.0	2.2	2.6	2.5	2.3	1.9	2.1	2.9
Ort. Toprak Sıcaklığı (5 cm)	53	16.4	4.6	5.9	8.6	14.6	21.0	26.4	29.3	28.9	23.7	16.8	10.7	6.4
Ort. Toprak Sıcaklığı (10 cm)	36	16.0	4.6	6.0	8.7	14.2	20.2	25.5	28.3	27.9	23.3	16.8	10.5	6.7
Güneşlenme Süresi (Saat/Gün)	23	6.3	3.3	3.2	4.1	5.6	7.6	9.9	10.6	9.9	8.2	5.6	4.0	3.2
En Yüksek Sıcaklık (°C)	65	42.6	23.8	26.1	32.3	36.2	37.0	40.3	41.7	42.6	40.1	36.3	31.0	26.5
En Düşük Sıcaklık (°C)	65	-25.7	-20.5	-25.7	-10.5	-4.2	0.8	4.0	8.3	7.6	3.3	-1.0	-8.4	-17.9

KAYNAK: Ekeryılmaz 1995.

Denemenin yürütüldüğü yıllara ilişkin aylık veriler ise Çizelge 3.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Bursa İlinin 2001, 2002 ve 2003 Yıllarına İlişkin Bazı İklim Değerleri (Anonim 2003)

AYLAR	2001			2002			2003		
	Ortalama Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Yağış (mm)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Yağış (mm)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Yağış (mm)
Ocak	7.9	59.9	7.6	3.2	65.4	62.3	8.9	68.3	65.3
Şubat	7.6	64.8	68.2	9.1	67.2	42.7	2.8	71.2	106.2
Mart	14.4	54.0	50.1	10.3	71.3	87.9	4.6	64.0	33.1
Nisan	14.1	61.8	85.9	11.7	76.0	126.5	9.9	70.4	112.1
Mayıs	17.7	57.8	77.3	17.5	67.9	50.5	18.8	67.7	36.3
Haziran	23.0	46.3	5.4	23.0	62.1	25.2	23.8	54.8	2.4
Temmuz	27.0	51.0	2.3	26.8	64.3	49.9	25.3	56.3	0.0
Ağustos	25.7	55.6	26.3	24.7	65.2	31.1	25.6	58.1	0.0
Eylül	21.3	59.0	38.8	20.8	70.3	67.2	19.2	70.4	66.9
Ekim	16.2	59.8	2.6	15.6	75.2	119.3	16.6	67.4	125.1
Kasım	10.4	65.6	140.3	10.8	72.6	67.9	10.0	77.3	64.5
Aralık	5.0	71.1	219.2	5.0	64.7	28.8	6.3	71.8	91.0
Toplam	-	-	724.0	-	-	759.3	-	-	702.9
Ortalama	15.9	58.9	-	14.9	68.5	-	14.3	66.5	-

3.1.1.2. Deneme Alanının Toprak Özellikleri

Bursa ilinin değişik topoğrafyası, iklimi ve jeolojik farklılıkları ile vejetasyondaki çeşitlilik; değişik özelliklere sahip toprakların oluşumuna neden olmuştur. Bu durum, bitki besin maddeleri kapsamında da kendini göstermektedir. Genel bir değerlendirme ile ilde daha çok aluviyal, kahverengi orman, kireçsiz kahverengi orman, rendzina, hidromorfik aluviyal ve vertisol toprakların yer aldığı söylenebilir. Bursa ili verimlilik envanteri ve gübre gereksinim raporuna göre; Bursa ili tarım topraklarının % 41’i tınlı, % 53,5’i killi-tınlı, % 5’i kumlu bünyeye sahiptir. Bu dağılım ilde tarım için uygun toprak bünyesi varlığını göstermektedir (Anonim 1983).

Deneme alanında yapılan analizler sonucunda toprak örneklerinin % 91,4'ü killi, % 6,9'u kumlu-killi-tınlı ve % 1,7'sinin de tınlı bünyede oldukları belirlenmiştir. Bu sonuçlardan da görüldüğü gibi araştırma alanında bulunan toprakların çoğunluğu ağır bünyeye sahiptir (Katkat ve ark. 1984).

Toprak örneklerinin saturasyon çamurunda ölçülen elektriksel iletkenliklerine göre; örneklerin % 96,6'sı tuzsuz, % 1,7'si hafif tuzlu ve % 1,7'si de çok tuzlu olarak belirlenmiştir. PH ölçümlerinde toprakların % 96,5'i nötr ve % 3,5'i hafif alkali olarak saptanmış, dolayısıyla alkalilik sorununun bulunmadığı görülmüştür. Toprakların % 50'si az kireçli, % 34,5'i kireçli, % 10,3'ü orta kireçli, % 3,5'i fazla kireçli, % 1,7'si çok fazla kireçlidir. Organik madde miktarlarına göre ise; toprakların % 1,7'si çok az, % 91,4'ü az, % 3,4'ü orta ve % 3,5'i iyi düzeyde organik madde kapsamaktadır. Yüzey topraklarında belirlenen bitkiye yararlı fosfor miktarları; örneklerin % 35'inde çok az, % 15,5'inde az, % 24,1'inde orta, % 27,6'sında yüksek ve % 29,3'ünde de çok yüksek bulunmuştur. Örneklerdeki potasyum analizlerinde, toprakların % 1,7'si az % 1,7'si yüksek ve % 96,6'sı ise çok yüksek düzeyde potasyum kapsamaktadır (Katkat ve ark. 1984).

Yapılan hidrolik geçirgenlik denemelerinde elde edilen sonuçlara göre, toprakların hidrolik geçirgenlikleri 0,04-0,0025 cm/h arasında değişmektedir. En yüksek hidrolik geçirgenlik değeri, aluviyal grubu toprakların bulunduğu 50 da'lık alanda bulunmuştur. Aluviyal toprakların dışındaki alanın toprakları ise genel olarak geçirimsiz topraklar sınıfına girmektedir (Korukçu ve Değirmenci 1992).

Deneme alanı olan U.Ü. Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi arazisinin toprak etüd haritası Şekil 3.1'de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi alanda vertisol , rendzina , kahverengi orman toprakları ve aluviyal topraklar olmak üzere dört büyük toprak grubu bulunmaktadır.

Vertisol grubu topraklar orta derin ya da derin profile sahip olup, arazinin hafif eğimli (% 2-4) olan yerlerinde bulunmaktadır. Ana maddeleri; açık gri, veya bazı bölümlerde beyaza yakın renkte kil, ya da kireççe zengin materyallerdir. Rendzina grubu topraklar etüd alanının hafif ve orta eğimli (% 6-9) bölümlerinde yer almaktadırlar. Derinlikleri çok sığ –sığ arasında değişmekte ve toprak derinliği 50 cm'yi geçmemektedir. Toprak bünyesi killi ve killi-tınlıdır. Kahverengi orman toprakları, alanın en fazla eğime sahip bölümlerinde bulunmaktadır.

Ortalama eğim % 12 civarında ve toprak derinliği azdır. Erozyon nedeniyle şiddetli aşınım gözlenmektedir. Aluviyal grubu topraklar etüd alanının Nilüfer çayına yakın bölümlerinde bulunmaktadır. Toprak profili orta derinliktedir. Toplam 5045 dekar olan araştırma alanının, 50 dekarında aluviyal karakterli topraklar yer almaktadır . Yukarıda da açıklandığı gibi, hafif eğimli arazilerde bulunan orta derin ve derin profilli, ince bünyeli vertisol, hafif ya da orta-ince bünyeli profile sahip, orta şiddette erozyona uğramış rendzina ve orta eğimli yerlerdeki çok sığ derinlikte, orta-ince bünyeli ve şiddetli erozyona uğramış kalkersiz kahverengi topraklardan oluşmuştur (Katkat ve ark. 1984).

Deneme alanından alınan toprak örneklerine ilişkin tarla kapasitesi ve hacim ağırlığı sonuçları Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Deneme Alanı Topraklarına İlişkin Bazı Fiziksel Analiz Sonuçları

Katman Derinliği (cm)	Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	Tarla Kapasitesi	
		(%)	(mm)
0-15	1,35	30.00	60,75
0-30	1,42	30.30	129,08
30-60	1,47	30.70	135,39
60-90	1,67	30.10	150,80

3.1.1.3. Bitki Materyali ve Özellikleri

Denemede Gönen, Pehlivan ve Köksal-2000 olmak üzere üç farklı ekmeklik buğday çeşidi kullanılmıştır.

Gönen çeşidi, Ege Bölgesi Zirai Araştırma Enstitüsünce ıslah edilen bir çeşittir. Orta boylu ve sap sağlamdır. Başağı tepeden yarı kılçıklı, beyaz kavuzlu, uzun, seyrek, dik ve bin tane ağırlığı 41 g’dır. Yazlık sahil bölgelerinde soğuğa dayanıklılığı iyi, kurağa orta dayanıklı olup, erkenci bir çeşittir. Uygun şartlarda yüksek verimlidir. Sarı ve kara pasa toleranslı, kahverengi pas, sürme ve rastığa hassastır. Çeşidin ekmeklik kalitesi ortadır (Yürür 1994). Anonim (1992)’de bu çeşit; beyaz kavuzlu, uzun, seyrek

ve dik başak yapısına sahip, tepeden yarı kılıçlı, sahil bölgelerinde soğuğa dayanıklılığı iyi, kurağa orta dayanıklı, erkenci, sulamaya çok elverişli, ekmeklik kalitesi orta, sarı ve kara pasa toleranslı, kahverengi pas, sürme ve راستیға hassas, sert ve amber renginde taneli ve bin tane ağırlığı 40-42 gr olan bir çeşit olarak tanımlanmaktadır.

Gönen çeşidi uzun yıllardan beri ilimizin buğday üretiminde % 60'ın üzerinde yer alarak önemli rol oynamıştır. Ancak 1997 yılında soğuktan büyük zarar görmüş ve çiftçilerimiz zarar gören alanlardan 250 kg'dan daha yüksek verim alamamışlardır. Bu yılı izleyen 1998 yılında aşırı yağışlar nedeniyle birçok mantari hastalıklar gelişmiş, tane beslenememiş, embriyo kararması olmuş ve hasat dönemine yakın sıcakların birden yükselmesiyle tane kavrulmuştur. Bu nedenle çiftçi şartlarında alınan verimler 300 kg'ı geçmemiştir. Uzun yıllardan beri daha verimli, kaliteli, hastalık ve zararlılara dayanıklı, iklim koşullarına daha iyi adapte olan buğday çeşitlerinin olmaması Gönen çeşidinin üretimde kalmasına neden olmuştur (Anonim 2000b).

Pehlivan çeşidi ise ilimizde 3 yıldır 5 bölgede yapılan demonstrasyonlarda Gönen çeşidine göre 38 kg, Kırkpınar çeşidine göre ise 181 kg daha yüksek verim vermiştir. Yüksek boylu (ortalama 113.4 cm), kılıksız koyu beyaz ve iri başaklı, kışlık, orta erkenci, çok homojen gelişen ekmeklik bir çeşittir. Ekmeklik kalitesi iyi olan bu çeşidin tane rengi kırmızı, çok iri, bin tane ağırlığı 44,7 gramdır. Yatmaya çok dayanıklı, hastalıklara mukavemeti iyidir (Anonim 2000b). Bu çeşit yüksek boylu (110-120 cm) kılıksız, kışlık, iri ve sarı başaklı, çok iri ve kırmızı taneli, dengeli gübrelemede yatmaya dayanıklı, büyüme homojenliği çok iyi, orta erkenci ekmeklik bir çeşittir. Her koşulda tane ve saman verimi Gönen ve Kırkpınar çeşitlerinden daha yüksektir. Bunun yanında ekmeklik kalitesi yüksektir (Anonim 2001a).

Köksal 2000 çeşidi Uludağ Üniversitesi tarafından tescil ettirilen bir çeşit olup gerek Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde gerekse de Trakya bölgesinde yetiştirilmeye başlanan bir çeşittir. Orta boylu, yatık yapraklı, kışlık, orta uzunlukta ve sarı başaklı, kılıksız, orta sık yoğunlukta başakçıklara sahip, soğuğa, kurağa ve yatmaya dayanıklı, ekmeklik kalitesi iyi, sarı pasa dayanıklı, kahverengi pasa hassas, kara pasa ve küllemeye toleranslı, kırmızı taneli ve bin tane ağırlığı 29-35,6g olan çeşidin Trakya – Marmara Bölgesi verimi 604 kg/da civarında olup, verim potansiyeli 892 kg/da'a kadar çıkmaktadır (Anonim 2001a).

3.1.2. Veri Tabanı

İklim modellerinin geçerliliği; özel deneysel koşullar altında uygun gözlem verileri ile bitki cevaplarının benzetimine bağlıdır. Minimum veri seti; büyüme mevsimi boyunca deneysel olarak elde edilen iklim verileri, toprak özellikleri ve bitki yönetimine ilişkin deneysel verileri kapsar (Jones 1993).

CERES-Wheat için gereksinim duyulan girdiler; iklim, toprak, genetik özellikler ve yönetim ile ilişkilidir. İklim girdileri, günlük solar radyasyon, maksimum-minimum hava sıcaklığı ve yağış ile sınırlıdır. Solar radyasyon hariç bu değerler genellikle pek çok bölgede elde edilebilir. Olası güneşlenme verilerinin yüzdesinden solar radyasyon yaklaşımı yapılabilir (Ritchie ve Otter 1985).

Çalışmada bitki-iklim modeli DSSAT V4'ün gereksinim duyduğu iklim, toprak, genetik ve yönetim veri tabanları oluşturulmuştur.

3.1.2.1. İklim Veri Tabanı

DSSAT V4 bitki iklim modelinde iklim veri tabanı Weather Data menüsü altında çalışan Weatherman V4.0.1.0 programı tarafından oluşturulur. Öncelikle iklim istasyonu tanımlanır. İstasyonun adı, bölgenin iklim sınıfı, enlem, boylam, denizden yükseklik, rasat aletlerinin yükseklikleri ve anemometre yüksekliği değerleri girilir (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. İklim İstasyonu Tanımlamaları

Enlem	40° 11'
Boylam	29° 04'
Denizden Yükseklik (m)	100
Anemometre Yüksekliği (m)	10

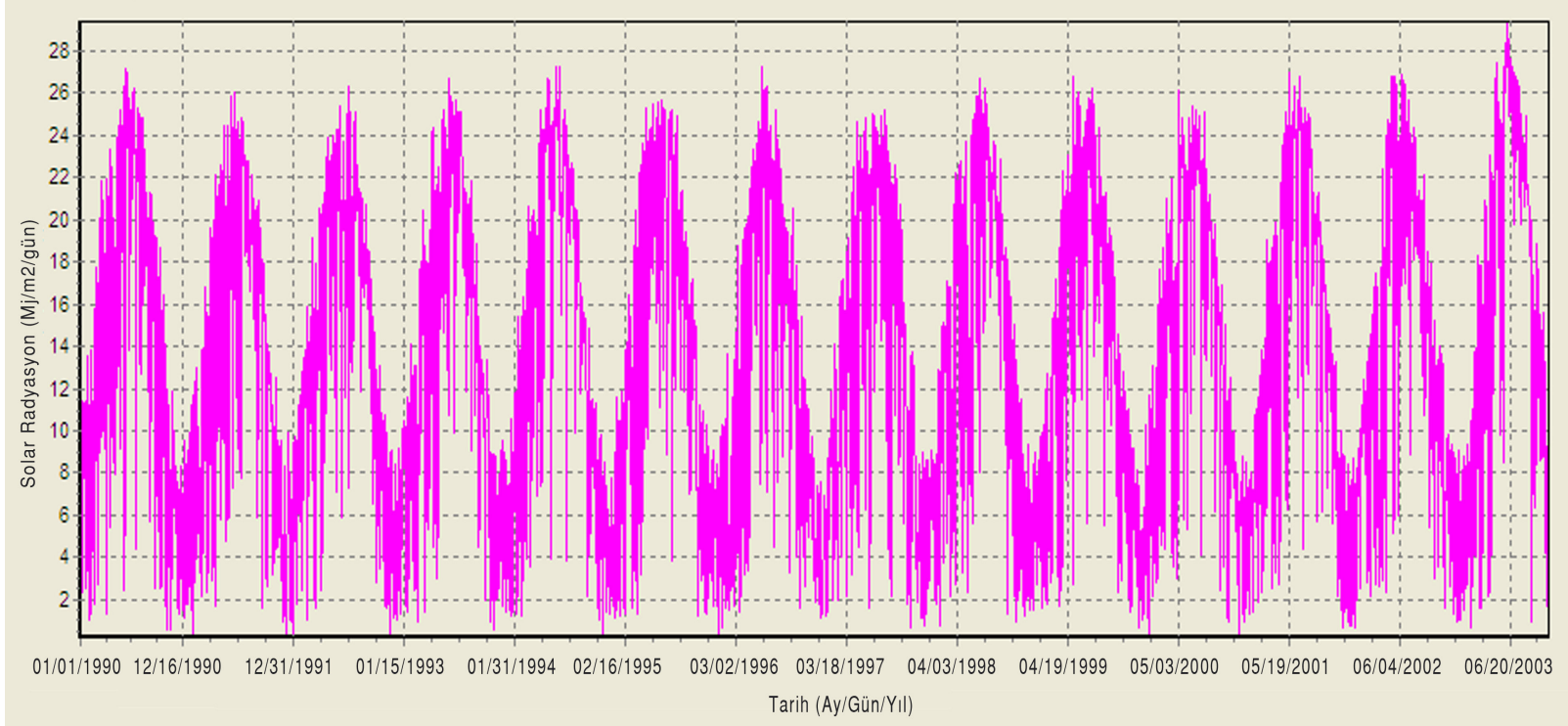
KAYNAK: Anonim 2001b.

İklim istasyonu tanımlandıktan sonra programa veri girişi yapılması gerekmektedir. Meteoroloji istasyonunun enlem ve boylamı dışında DSSAT bilgisayar programında minimum gerekli iklim verileri; günlük toplam solar radyasyon (MJ/m^2), günlük maksimum ve minimum hava sıcaklıkları ($^{\circ}C$), günlük toplam yağış (mm) miktarıdır. İsteğe bağlı veriler ise çiğlenme noktası sıcaklığı ($^{\circ}C$), toplam günlük rüzgar hızı (km), toplam günlük güneşlenme süresi (h), toplam günlük fotosentetik radyasyon (Mol/m^2), saat 21’de ölçülen kuru ve ıslak termometre sıcaklıkları ($^{\circ}C$) ve toplam günlük pan evaporasyonu (mm)’dur.

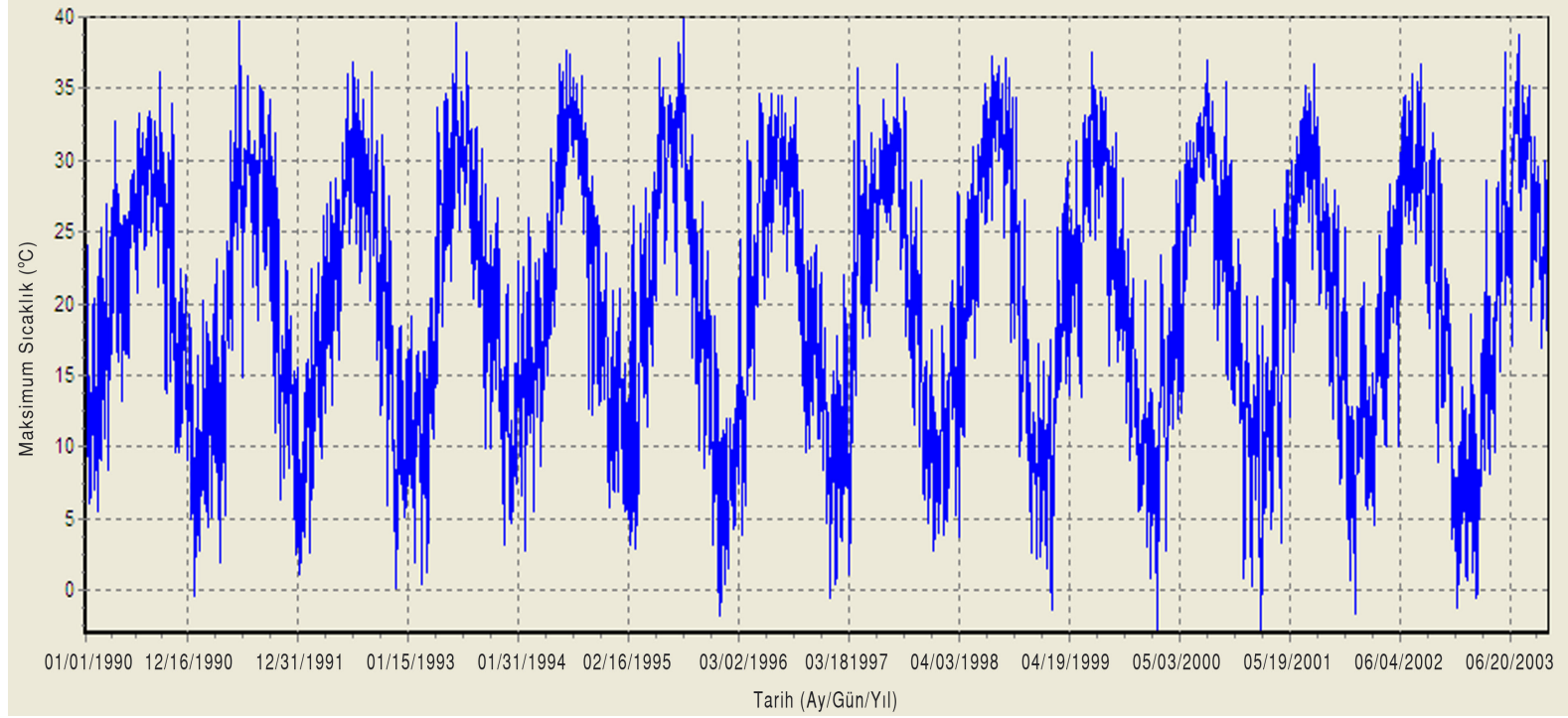
Deneme alanının iklim verileri 1990-2003 yıllarına ilişkin günlük maksimum ve minimum sıcaklık, yağış ve radyasyon değerlerinden oluşturulmuştur. Günlük veriler programın istediği formatta girildikten sonra, Weatherman alt programı tarafından model için gerekli olan dosya türleri oluşturulmuştur. İklim veri tabanının oluşturulmasında kullanılan veriler Şekil 3.2 (Radyasyon değerleri), Şekil 3.3 (Maksimum Sıcaklık değerleri), Şekil 3.4 (Minimum Sıcaklık değerleri) ve Şekil 3.5 (Yağış değerleri)’te verilmiştir.

3.1.2.2. Toprak Veri Tabanı

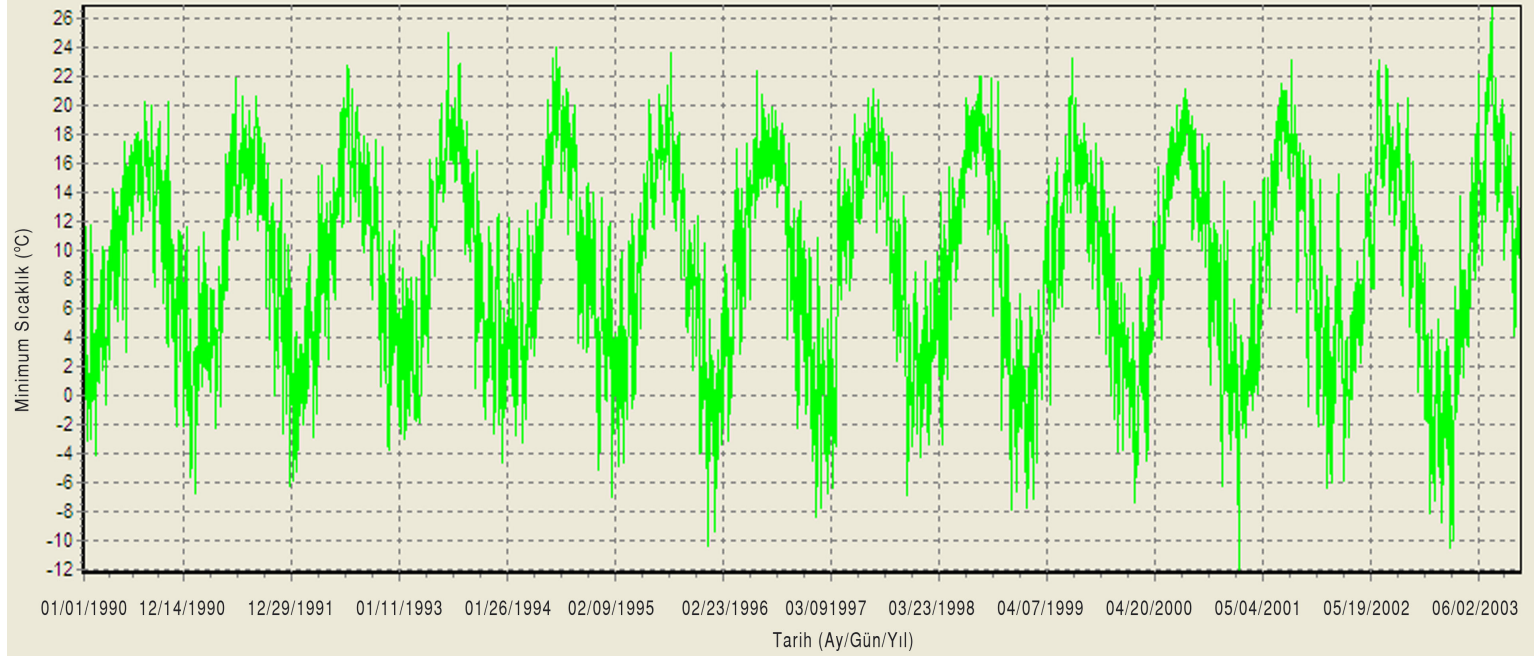
DSSAT V4 bitki iklim modelinde toprak veri tabanı Soil Data menüsü altında çalışan SBuild V4 programı tarafından oluşturulur. SBuild V4 programı içerisindeki toprak verileri profil tanımlamalarını içerir. Bazı anahtar veriler olarak da, toprak sınıflaması, yüzey eğimi, renk, permeabilite ve drenaj sınıflarını içerir. Toprak horizon verileri, üst ve alt horizon derinlikleri, kum kil silt yüzdeleri, hacim ağırlığı, organik karbon, PH, alüminyum doygunluğu ve kök yoğunluk bilgilerini içerir. Toprak su alt modeli parametrelerini tahminlemek için program; albedo, yüzey akış eğri numarası, toprak evaporasyonunun ilk aşamasında en üst değişim limiti, drenaj katsayısı ve bitki gelişimi için alt toprak su limiti tabaka parametreleri, drene olmuş üst toprak su limiti, doygun toprak su içeriği ve nisbi kök büyüme yayılımı verilerini kullanır (Ursayev ve ark. 2003).



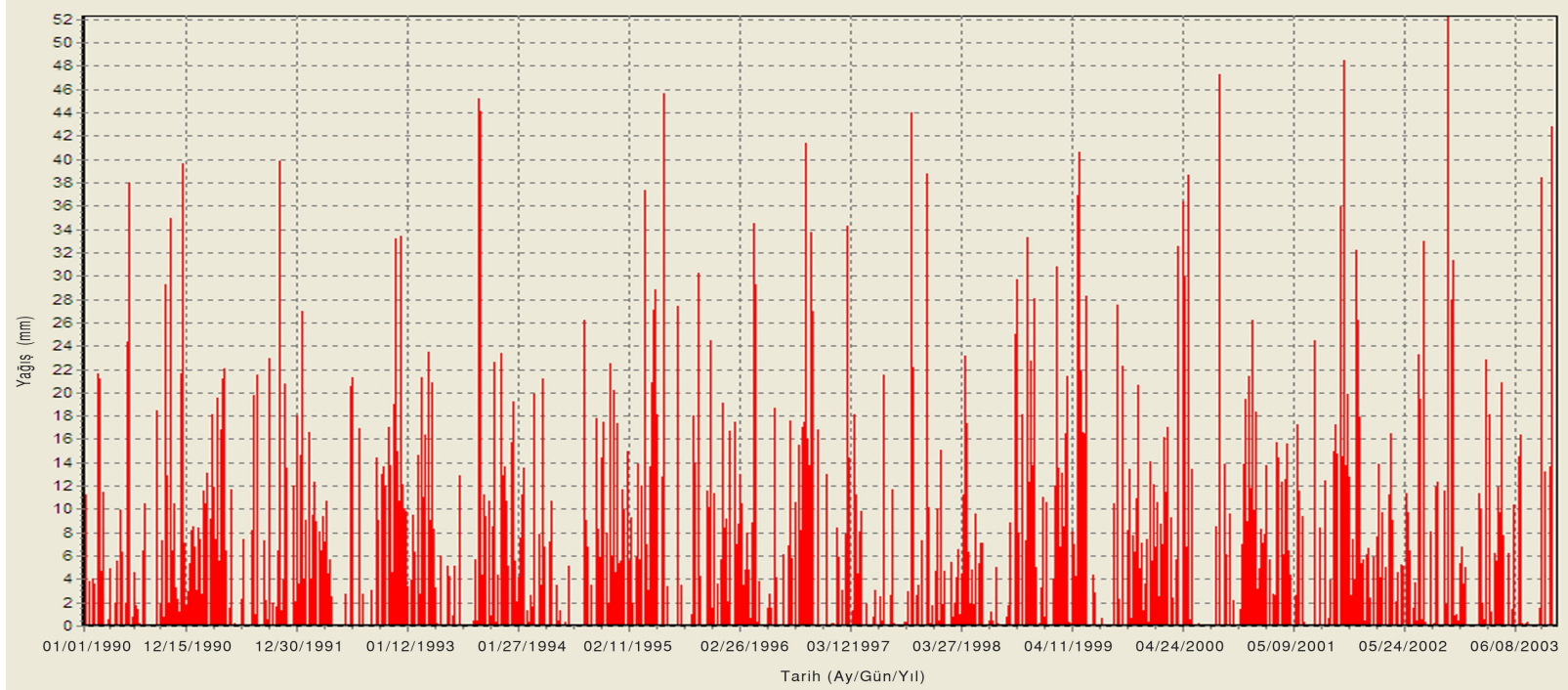
Şekil 3.2. İklim Veri Tabanının Oluşturulmasında Kullanılan 1990-2003 Yıllarına Ait Günlük Radyasyon Değerleri



Şekil 3.3. İklim Veri Tabanının Oluşturulmasında Kullanılan 1990-2003 Yıllarına Ait Günlük Maksimum Sıcaklık Değerleri



Şekil 3.4. İklim Veri Tabanının Oluşturulmasında Kullanılan 1990-2003 Yıllarına Ait Günlük Minimum Sıcaklık Değerleri



Şekil 3.5. İklim Veri Tabanının Oluşturulmasında Kullanılan 1990-2003 Yıllarına Ait Günlük Yağış Değerleri

Gerekli toprak girdi bilgileri, drenaj ve yüzey akış katsayıları, evaporasyon ve radyasyon yansıtma katsayıları, toprak su tutma kapasitesi düzeyleri ve birkaç derinlik artışı için köklenme katsayılarını kapsar. Bu girdiler aynı zamanda, iklim veri serilerinin ilk gününde başlangıç su içeriği ve doymuş toprak su içeriğini kapsar (Ritchie ve Otter 1985).

SBuild V4 programı soil data dosyası ve profil dosyasını oluşturmada genel bilgi, yüzey bilgileri, veri giriş tablosu ve toprak parametreleri giriş ve hesaplama tablosu aşamalarını kullanır. DSSAT modelinde ZFTOPRAK (UUZF010001) dosya adıyla tanımlanan toprak özellikleri; toprak tekstürü, eğim, drenaj, toprak katman derinlikleri, kil yüzdesi, kum yüzdesi, silt yüzdesi, doymuş hidrolik iletkenlik, PH, toplam azot, sodyum-magnezyum-potasyum-fosfor konsantrasyonları ve elektriksel iletkenlik değerleri tanımlanarak oluşturulmuştur.

Uludağ Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi arazilerinden alınan toprak örneklerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analizlere ilişkin sonuçlar Çizelge 3.5 ve Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.5. Deneme Alanı Topraklarının Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Derinlik (cm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Bünye	Hacim ağırlığı (g/cm ³)	PH
0-30	12,99	38,33	48,68	C	1,533	7,60
30-60	14,13	35,71	50,16	C	1,523	7,80

KAYNAK: Demir ve ark. 1996

Çizelge 3.6. Deneme Alanı Topraklarının Kimyasal Analiz Sonuçları

N (%)	CaCO ₃ (%)	EC (mmhos/cm)	P ⁺ (ppm)	Ca ⁺⁺ (ppm)	Mg ⁺⁺ (ppm)
0,09	0,08	0,92	37,68	589,6	102,93
K ⁺ (ppm)	Zn ⁺⁺ (ppm)	Cu ⁺⁺ (ppm)	Fe ⁺⁺ (ppm)	Mn ⁺⁺ (ppm)	Na ⁺⁺ (ppm)
37,65	0,69	1,82	4,47	16,32	4,28

KAYNAK: Tümsavaş, Z. 1998

Yapılan hidrolik iletkenlik denemelerinde elde edilen sonuçlara göre, toprakların hidrolik iletkenlikleri 0,04-0,0025 cm/sa arasında değişmektedir. En yüksek hidrolik iletkenlik değeri, alüvyal grubu toprakların bulunduğu 50 dekarlık alanda bulunmuştur. Alüvyal toprakların dışındaki alanın toprakları ise genel olarak geçirimsiz topraklar sınıfına girmektedir (Korukçu ve Değirmenci 1993).

Araştırma alanında drenaj sorunlarının nedenlerini, yağışlar ve yağışlardan akışa geçen yüzey akış suları oluşturmaktadır. Alanın bir kısmının düz ve düze yakın bir topoğrafyaya sahip olması ve toprakların “Çok Yavaş” geçirgen sınıfında olması nedeni ile kış yağışları yada normal mevsimlik ortalamasının üzerine çıkan yağışlar, alanın güney ve kuzeybatısındaki düzlüklerde su birikmesine ve tarımsal faaliyetlerin gecikmesine neden olmaktadır (Korukçu ve Değirmenci 1993).

3.1.2.3. Bitki Veri Tabanı

DSSAT modelinin temel veri tabanları içerisinde bitki veri tabanı oluşturulurken, özellikle yetiştirilen bitki çeşidine ilişkin gerekli bilgiler elde edilmelidir. Deneme alanında yetiştirilecek bitki ve çeşitlerin seçimine karar verdikten sonra bitkinin fizyolojik özelliklerini belirlemek amacıyla genetik katsayılarının belirlenmesi gerekir.

Gerekli olan genetik veri tabanı, fotoperiyot duyarlılığı, tane doldurma süresi, tane doldurma oranı, vernalizasyon gereksinimleri, sap ölçüsü ve soğuğa dayanıklılık ile ilişkili katsayılarıdır (Ritchie ve Otter 1985).

Belirli bir çeşidin nasıl bir genotip katsayısına sahip olduğu, maksimum ve minimum sıcaklığa, gün uzunluğuna, toprağın su ve azot içeriğine, çeşidin morfolojisine veya yaşam boyunca belirli karakterlerine bağlıdır. Genotip veya genetik katsayı olarak belirlenen bu katsayılar altında yatan, genotip X çevre etkileşiminin, kontrollü veya tarla koşullarında belirlenebilmesidir. Ancak, model kullanıcıları bitkinin yetiştiği ortamı kontrol eden etmenleri tam olarak belirleyemediklerinden, anılan bu katsayıları, ölçüm değerlerinden saptayamamaktadırlar. Buradan hareketle Hunt ve ark. (1993) genotip katsayısını (genetik katsayısını) hesaplayan GENCALC (Genotype Coefficient Calculator) adı verilen bilgisayar programını geliştirmişlerdir. Bu programla belirlenen

herhangi bir çeşidin genetik katsayıları, anılan çeşidin CERES-Wheat bitki büyüme modeli ile test etme olanağı verebilmektedir.

Genetik katsayılar, bitkilerin fizyolojik özelliklerini belirlemek için çeşitli modellerde kullanılmaktadır. Modellerde anılan genetik katsayılar kullanılarak, farklı toprak, iklim ve işletim koşullarında bitki büyüme modelleri ile çeşitli genotiplerin özelliklerinin daha doğru tahmin edildiği belirtilmiştir. Bu amaçla bu katsayılar altında yatan çevre ile genotip etkileşimlerini çözmeye ilişkin programlara gereksinim olduğu belirlenmiştir. Bu programlardan biri olan Gencalc (Genotype Coefficient Calculator), arazide ölçülen değerleri ve başlangıçta verilen uygun katsayıları kullanarak, deneme yanılma yoluyla genotipler için genetik katsayıları belirlemektedir (Hunt ve ark. 1993, Hunt ve Pararajasingham 1993).

Bu çalışmada 2001-2002 ve 2002-2003 üretim sezonlarında iki yıllık bir tarla denemesi yürütülmüştür. Çalışmada Gönen, Pehlivan ve Köksal 2000 ekmeklik buğday çeşitleri kullanılmıştır. Pehlivan çeşidinin genetik katsayısı Çaldağ (2000)'dan, denemede kullanılan diğer buğday çeşitlerine ilişkin katsayılar ise DSSAT V4'te genetik katsayı hesaplama alt programı henüz geliştirilmemiş olduğundan DSSAT V3.0 içerisinde yer alan GENCALC (Genotype Calculator Coefficient) bilgisayar alt programı kullanılarak belirlenmiştir (Hunt ve ark., 1993; Hunt ve Pararajasingham, 1993). Daha sonra bu katsayılar DSSAT V4 bitki-iklim modelindeki katsayı formatına dönüştürülmüştür. Çeşitlere ait genetik katsayılar Çizelge 3.7'de verilmiştir.

Bitki veri tabanının oluşturulmasında ve genetik katsayıların hesaplanmasında araziden elde edilen deneme sonuçları kullanılmıştır. Bu sonuçlar 4.1. nolu konu başlığı altında verilmiştir.

Çizelge 3.7. Denemede Kullanılan Çeşitlere İlişkin Genetik Katsayılar

ÇEŞİT	Genetik Katsayılar					
	P1V	P1D	P5	G1	G2	G3
Gönen	30	38	530	31	35	2.16
Pehlivan	60	36	536	26.5	37.12	1.33
Köksal-2000	50	47	533	28	35	1.33

P1V: Vernalizasyon Katsayısı

P5 : Tane Dolu Süresi Katsayısı

G2 : Tane Ağırlığı Katsayısı

P1D: Fotoperiyot Katsayısı

G1 : Tane Sayısı Katsayısı

G3 : Başak Sayısı Katsayısı

3.1.2.4. Yönetim Veri Tabanı

Model bitki modeli girdi dosyalarını oluşturan bitki modelleri ile birlikte iklimsel ve deneysel verileri ilişkilendirir. Model bir gelişim mevsimi veya farklı mevsimler içindeki farklı iklim, topraklar, genetik ve yönetim bilgileri için uygulanabilir.

Yönetim veri tabanı ise; bitki popülasyonu, ekim derinliği, ekim tarihi ve enleme gerek duyar. Ekimden önce ölçülmüş toprak koşulları, ekim sıklığı, sıra aralığı, bitki çeşidi, sulama ve gübreleme uygulamaları ise bir başka gerek duyulan girdidir. Eğer sulama uygulanmış ise, uygulama tarih ve miktarı da gereklidir (Ritchie ve Otter 1985).

Tarla sonbaharda pullukla sürülerek havalandırılmıştır. Daha sonra diskaro ve tırmık çekilmiş, bunun arkasından merdane çekilerek buğday ekimi için tohum yatağı hazırlanmıştır. Daha sonra denemenin plan esaslarına göre parselasyon işlemi yapılmıştır.

Ekimden sonra parsellerin çevresine 30 cm genişlikte 20 cm yükseklikte elle toprak seddeler yapılmıştır. Sulamalarda salma sulama yöntemi kullanılmıştır.

Denemede kullanılan çeşitlerin ekim, başaklanma ve hasat tarihleri ise Çizelge 3.8'de verilmiştir.

Çizelge 3.8. Denemede Kullanılan Çeşitlerin Ekim, Başaklanma ve Hasat Tarihleri

ÇEŞİT	EKİM TARİHİ		BAŞAKLANMA TARİHİ		HASAT TARİHİ	
	2001-2002	2002-2003	2001-2002	2002-2003	2001-2002	2002-2003
Gönen	07.12.01	18.11.02	07.05.02	13.05.03	15.07.02	08.07.03
Pehlivan	07.12.01	18.11.02	09.05.02	15.05.03	15.07.02	08.07.03
Köksal 2000	07.12.01	18.11.02	12.05.02	18.05.03	15.07.02	08.07.03

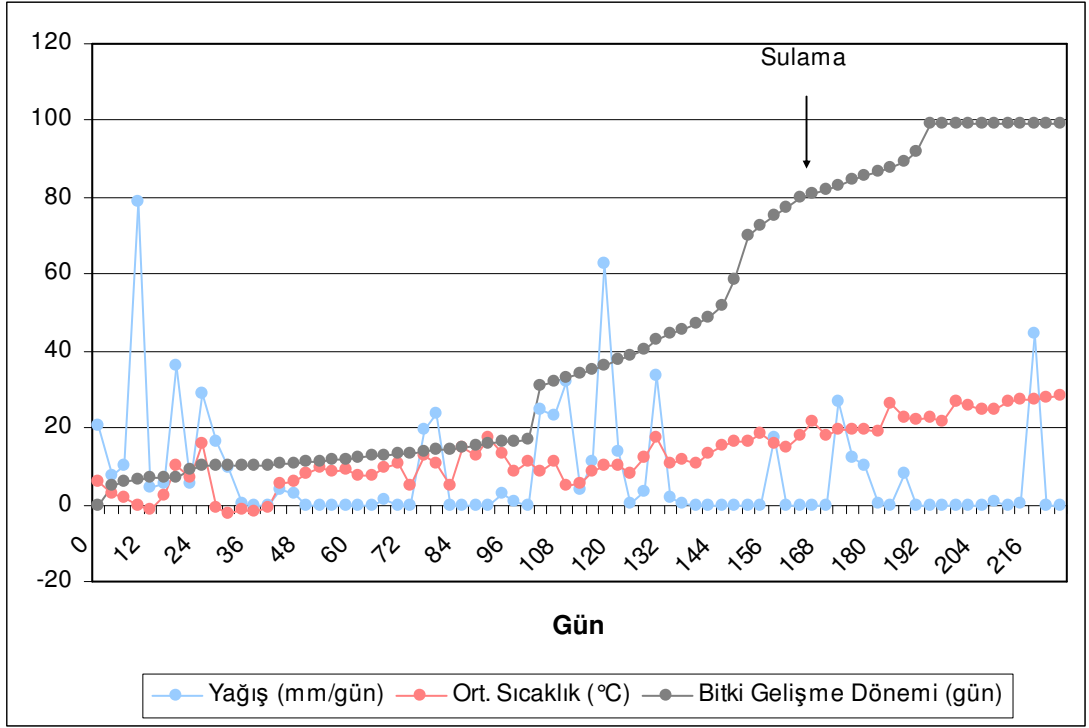
Buğdayın ekim zamanı; bölgenin ekolojik koşullarına ve yetiştirilecek çeşidin fizyolojisine bağlı olmakla beraber; Kırtok'a (1987) göre kıyı bölgelerimizde 15 Kasım-15 Aralık arası periyottur. Ekeryılmaz (1995) tarafından Uludağ Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Arazisinde kuru koşulda tarımı yapılan ve münavebeli

olarak yetiştirilen ayçiçeği ve buğday bitkileri için uygun ekim zamanının belirlenmesine ilişkin toprak nemi, toprak sıcaklığı ve don olasılığı dikkate alınarak yapılan çalışmada araştırma alanı ağır bünyeli topraklarında münavebeli olarak yetiştirilen ayçiçeği için 11-20 Mart, buğday bitkisi için ise Ekim ayının son 10 günlük periyodu ekim için uygun bulunmuştur.

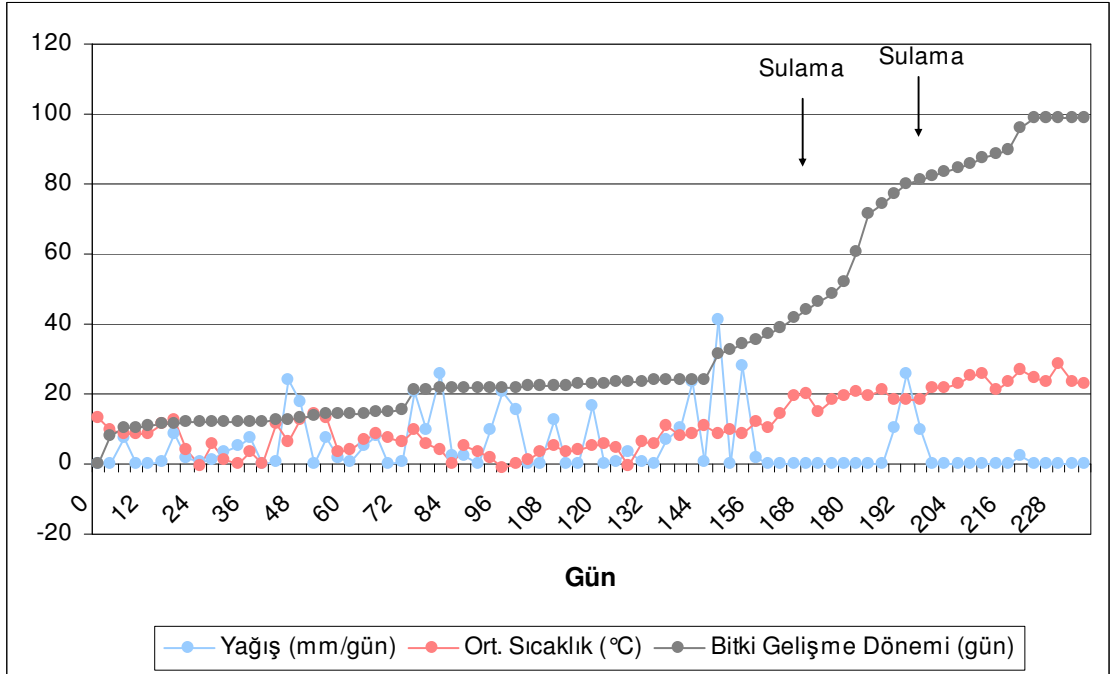
Bursa bölgesinin ekolojik koşulları ve bitki çeşidinin fizyolojik özelliklerine bağlı olarak denemede kullanılan Gönen, Pehlivan ve Köksal-2000 ekmeklik buğday çeşitlerinin ekim zamanları 07.12.2001 ve 18.11.2002, çıkış zamanları ise 15.01.2002 ve 01.12.2002 tarihleridir. Ekim zamanında m² ye ekilen tohum sayısı her iki deneme yılında da 550 adettir. Çimlenerek çıkışı gerçekleşen bitki adedi ise ilk yıl 467 adet ikinci yıl ise 400 adet olarak gerçekleşmiştir.

Deneme alanında birinci yıl 07.12.2001, 01.02.2002 ve 19.03.2002 tarihlerinde, ikinci yıl ise 18.11.2002, 13.03.2003 ve 11.06.2003 tarihlerinde dekara 10 kg % 46'lık üre atılmıştır. Buğdayda vejetatif gelişme, çiçeklenme ve dane doldurma dönemlerinde olmak üzere planlanan sulamalar (sulamasız - 25 mm - 50 mm - 100 mm) tarlaya girilebilen elverişli koşulların ilgili dönemlerde oluşma durumuna göre 15.05.2002, 16.05.2003 ve 13.06.2003 tarihlerinde olmak üzere parsel boyutunda oluşturulan tavalarda salma sulaması şeklinde yapılmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü her iki yıldaki su uygulama zamanları, ortalama sıcaklık, yağış ve gelişme dönemleri Şekil 3.6. ve Şekil 3.7.'de verilmiştir. Ayrıca bitkilere 2 gr/da etken maddesi Thifensulfuron ve Tribenuron olan, 200 gr/da ise etken maddesi 2-4 D olan herbisit atılmıştır. İlaçlama tarihleri birinci yıl 01.03.2002, ikinci yıl ise 28.04.2003'tür.

Madran (1991), buğday ekim derinliğinin 5-6 cm, Kırtok (1987) ise 4-6 cm'nin uygun olduğunu, toprak derinliğinin çeşitlerde daha fazla, yazlık çeşitlerde ise daha az olması gerektiğini belirtmişlerdir. Nitekim deneme alanında ekimler her iki yılda da 5 cm toprak derinliğine yapılmıştır. Ekimde sıra aralığı ise 15 cm'dir.



Şekil 3.6. Denemenin Birinci Yılında (2001-2002) Su Uygulama Zamanları, Ortalama Sıcaklık, Yağış ve Gelişme Dönemleri



Şekil 3.7. Denemenin İkinci Yılında (2002-2003) Su Uygulama Zamanları, Ortalama Sıcaklık, Yağış ve Gelişme Dönemleri

3.2. Yöntem

Ülkemizde yetiştiriciliği yaygın olan buğday çeşitlerinde farklı su uygulama düzeylerinin verim artışına etkisinin Bursa iklim koşullarında uygulamalı ve modelle sınımalı olarak incelendiği bu çalışmada, DSSAT V4 bilgisayar paket programından yararlanılmıştır. Bu amaçla üç farklı buğday çeşidi (Gönen, Pehlivan, Köksal-2000) iki yıl farklı su uygulama düzeylerinde yetiştirilmiş, elde edilen sonuçlar modelden elde edilen benzetim sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

3.2.1. Deneme Deseni ve Parsel Büyüklüğü

Deneme, tesadüf blokları deneme deseninde üç tekrarlamalı olarak 2001-2002 ve 2002-2003 yetiştirme döneminde Uludağ Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezindeki deneme alanlarında yürütülmüştür.

Denemede parsel boyutları $1.2 \times 5 = 6 \text{ m}^2$ olup sıra arası genişliği 0,15 m ve ekimde kullanılan tohum miktarı 550 tane/m^2 'dir.

Modelin testine ilişkin verim bileşenlerini belirlemek ayrıca bitki iklim modeli DSSAT'ı yarı-nemli iklim koşullarında farklı su uygulama düzeylerinde buğday verimine etkisini sınamak amacıyla 0 mm - 25 mm - 50 mm ve 100 mm su uygulama düzeyleri seçilmiştir. Bu uygulama düzeylerini belirlerken temel amaç buğdayın su gereksiniminin tamamının karşılanması değil destekleme sulamasının etkisinin model sonuçları ile sınanmasıdır.

Araştırmada yörede yetiştiriciliği yaygın olarak yapılan Gönen, Pehlivan ve Köksal-2000 ekmeklik buğday çeşitleri sınanmıştır.

Seçilen su uygulama düzeylerinde sulama suyu çiçeklenme ve dane doldurma dönemlerinde parsel boyutlarının küçük olması nedeniyle salma sulama yöntemine göre deneme parsellerine verilmiştir.

3.2.2. İstatistikî Analiz Yöntemleri

Her iki deneme yılında da parsel bazında elde edilen tek yıllık veriler, tesadüf blokları deneme desenine uygun olarak varyans analizine tabi tutulmuştur.

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

Modelden elde edilen sonuçların araziden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmasında ise Freund ve Walpole (1980)'a ayrıca Gürsakal (1995)'a göre % 5 olasılık düzeyinde aşağıda eşitliği verilen Z testi kullanılmıştır. Bu teste göre tek anakütle ortalamasına ilişkin çift yönlü $H_0 : \mu = \mu_0$, $H_1 : \mu \neq \mu_0$ hipotezleri sınanmıştır.

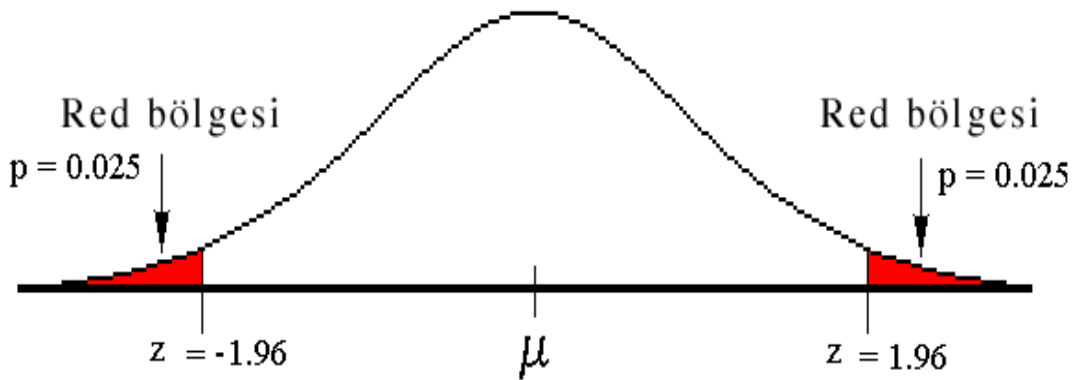
$Z = (\bar{x} - \mu_0) / \sigma_{\bar{x}} = (\mu_g - \mu_b) / \sigma_{\bar{x}}$ 'dir. Burada μ , gözlemsel ortalamaları ifade ettiğinden $\mu_{\text{gözlemsel}} = \mu_g$ şeklinde, μ_0 ise benzetim ortalamalarını ifade ettiğinden $\mu_{\text{benzetim}} = \mu_b$ şeklinde gösterilmiştir. $\sigma_{\bar{x}}$ ise örnek ortalamasının standart sapmasıdır. İki yanlı Z testi kabul ve red aralıkları Şekil 3.8.'de verilmiştir.

İki yanlı test

$$H_0: \mu_0 = \mu_A$$

$$H_A: \mu_0 \neq \mu_A$$

$$\alpha = 0.05$$



Şekil 3.8. Z testi Kabul ve Red Aralıkları

3.2.3. Gözlem ve Ölçümler

Araziden elde edilen tane verimi (kg/da), hasat indeksi (oran), birim tane ağırlığı (g), m²'de tane sayısı (adet/m²), vejetatif ağırlık (kg/ha), biomas (kg/ha), bitki boyu (cm), başak boyu (cm), başakçık sayısı (adet), başakta tane sayısı (adet), başakta tane ağırlığı (g), bin tane ağırlığı (g), hektolitre ağırlığı (kg/100l) ve m²'de başak sayısı (adet/m²) değerlerine ilişkin verilerin gözlem ve ölçümleri DSSAT modelindeki yaklaşıma göre belirlenmiştir.

a) Tane Verimi (kg/da)

Parsel biçer döveri ile deneme parsellerinin hasadı yapılarak elde edilen tane ürünü tartılmış ve bulunan değer kg/da'a çevrilmiştir.

b) Hasat İndeksi (oran)

Buğday çeşitlerinin yıllara göre ortalama hasat indeksi, tane veriminin (kg/ha) biomas (kg/ha) değerine oranlanması ile bulunmuştur.

c) Birim Tane Ağırlığı (g)

Her bir deneme parselinden 10 adet başak örneği harmanlanıp elde edilen taneler sayılarak, ağırlıkları 0.01 g duyarlı hassas terazide tartılarak belirlenmiştir. Ortalama başakta tane ağırlığı elde edildikten sonra ortalama başakta tane sayısına bölünerek ortalama birim tane ağırlığı bulunmuştur.

d) m²'de Tane Sayısı (adet/m²)

Ortalama başakta tane sayısı ile m²'deki başak sayısının çarpımından elde edilmiştir.

e) Vejetatif Ağırlık (kg/ha)

Buğday çeşitlerinin yıllara göre ortalama vejetatif ağırlıkları, biomas (kg/ha) ve tane verimi (kg/ha) farkından elde edilmiştir.

f) Biomas (kg/ha)

Hasat indeksi için her parselden alınan iki adet birer metrelik bitki örneklerinin tartılması ve kg/ha'a dönüştürülmesi ile elde edilmiştir.

g) Bitki Boyu (cm)

Toprak yüzeyinden itibaren başağın en uç noktasına (kılçık hariç) kadar olan kısmının ölçülmesiyle bulunmuştur.

h) Başak Boyu (cm)

Başak ekseninin en alt boğumuyla en üst başakçığın ucuna (kılçık hariç) kadar olan kısmının ölçülmesiyle bulunmuştur.

i) Başakçık Sayısı (adet)

Her başakta tane bağlamış başakçıklar sayılarak saptanmıştır.

j) Başakta Tane Sayısı (adet)

Başaklar tek tek harman edilmiş ve başaktaki taneler sayılarak belirlenmiştir.

k) Başakta Tane Ağırlığı (g)

Harmanı yapılan başaklardan elde edilen taneler 0.01 g duyarlı hassas terazide tartılarak belirlenmiştir.

l) Bin Tane Ağırlığı (g)

Parselden elde edilen tane ürünü temizlendikten sonra 4 x 100 tane sayılıp 0.01 g duyarlı hassas terazide tartılmış ve hesaplama yoluyla 1000 tane ağırlığı belirlenmiştir.

m) Hektolitre Ağırlığı (kg/100 l)

Deneme materyali, 1 litrelik hektolitre aleti ile tartılmış ve elde edilen değer 100 ile çarpılarak hektolitre ağırlığı değeri elde edilmiştir.

n) m²'de Başak Sayısı (adet/m²)

Hasattan önce her parselden birer metrelik iki sıradaki başakların sayılması ve adet/m²'ye dönüştürülmesi ile bulunmuştur.

3.2.4. DSSAT Bilgisayar Programının Genel Özellikleri

DSSAT kullanıcılara i) girdi, düzenleme, toprak-bitki ve atmosferik verileri depolama ii) verileri düzenleme, analiz etme ve görüntüleme iii) bitki gelişim modellerinin geçerliliği ve kalibrasyonu ve iv) bir alandaki farklı yetiştirme tekniklerinin değerlendirilmesi olanağını sağlayacak şekilde oluşturulmuştur. Model kapsamındaki yönetim seçenekleri ve analiz için uygun değişkenler Çizelge 3.9'da verilmiştir.

Bir bölgenin iklim, toprak ve bitki koşullarında DSSAT'ın uygulanmasında kullanıcılar aşağıdaki işlemleri uygularlar (Jones 1993).

1. Bir veya daha fazla bitki üzerine tarla denemeleri kurulması ve bitki modelinin geçerliliğini sağlamak için minimum veri setinin oluşturulması. Ele alınan bölgede modelin bitki performansını tahminleme kabiliyetini değerlendirmek amacıyla yeni verilerin modelin çalıştırılmasında kullanımı. Pek çok durumda ise bir önceki denemelerin verileri kullanılmaktadır.
2. Alandaki toprak verilerinin ve alanın geçmişteki iklim verilerinin girişi. Alternatif uygulamalar ve iklim koşullarının modele olan etkilerinin gözden geçirilmesi, duyarlılık analizlerinin bitki modeli ile bağlantısının kurulması.
3. Yetiştirme tekniklerinden bir grubun seçilerek bunların her birinin yönetim uygulaması seçimine karar verilerek önerilerde bulunulması.

Çizelge 3.9. DSSAT V4'teki Ek Özelliklerle Çalışılabilecek Ürün Performans Değişkenlikleri

Yönetim Seçenekleri V4	Analiz İçin Uygun Değişkenler V4
Bitki	Tane verimi
Ekim	Kabuk (kavuz) verimi
Bitki popülasyonu	Biyomas
Sıra aralığı	Mevsim uzunluğu
Toprak tipi	Generatif mevsim uzunluğu
Sulama	Mevsimlik yağış
Gübreleme (azot)	Mevsimlik evapotranspirasyon
Başlangıç koşulları	Su stresi, vejetatif
Bitki artıkları yönetimi	Su stresi, generatif
Bitki rotasyonları	Sulama sayısı
Hasat	Toplam sulama miktarı
Karbondioksit	Azot uygulama sayısı
Zararlı	Azot alımı
Su tablası	Azot stresi, vejetatif
	Azot stresi, generatif
	Net karlar
	Tohum kullanımı
	Yüzey akış
	Toprak organik C
	Toprak organik N
	Atık uygulaması
	Azot fiksasyonu

KAYNAK: Jones ve Hoogenboom 2004.

DSSAT V4 MS-Windows işletim sistemi altında çalışmaktadır. Ayrıca tüm bitki modelleri modüler modelleme yaklaşımını esas alan CSM (Cropping System Model)'e kombine edilmiştir. CSM; CERES, CROPGRO, CROPSIM ve SUBSTOR modülleriyle toprak nemi, azot ve karbon değişimleri için kodlar oluşturularak bitki büyüme ve gelişimi benzetilirken bu kodları kullanmaktadır.

DSSAT V4 bitki-iklim modelinin içeriği aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- * Model ile onsekizden fazla bitkinin benzetimi yapılır.
- * DSSAT V3.5'in içerdiği cassava, ayçiçeği, şeker kamışı, taro, tanier ve ananas bitkilerini de içerir.
- * Toprak nemi, azot ve karbon dengelerinin benzetimini ele alan toprak modülleri
- * Toprak karbon ve azot modülü
- * Deneysel verilerin giriş ve yönetimi için bitki yönetim veri tabanı (XBuild)
- * Toprak verilerinin giriş ve onayı için toprak veri tabanı (SBuild)
- * İklim verilerinin giriş, analiz ve türetme işlemlerinin yapıldığı yeni bir iklim veri yöneticisi (WeatherMan)
- * Büyüme, gelişme ve verim verilerine ek olarak toprak nemi, azot ve karbon ölçümlerinin girilip onaylanması için deneysel veri tabanı (ATCreate)
- * Deneysel ve benzetimi yapılan deneysel dataların grafiksel gösterimleri için Grafik programı (GBuild)
- * Sadece bir mevsimsel benzetim serilerinin biofiziksel ve ekonomik analizi için bir mevsimsel analiz programı
- * Çoklu mevsim denemeleri ve bitki münavebelerine biofiziksel ve ekonomik veri analizi için bir Sequence analiz programı
- * Öğretici bir eleman olarak basit benzetim ve uygulama modelleri için tanıtıcı benzetim parçası (ICSim)
- * Benzetimi yapılan ve ölçülen vejetatif ve yeniden üretilen gelişme, verim ve verim bileşen verilerinin istatistiksel analizi için bir teşhis ve değerlendirme programı olan (STATS)
- * Benzetimi yapılan veriler için basit bir grafik programı olan (Easy Grapher)
- * İklim eğilimlerinin analizi için bir iklim kıyaslama programı (ANNA)
- * Bitki benzetim modellerinin farklı versiyonlarının karşılaştırılması ve analizi için (CROPTest)

Her bir bitki modelinin benzetiminin yapılabilmesi için, bitki performansı ve çeşitler arasındaki farkları ortaya koyan genetik katsayılara gereksinim vardır. Genetik katsayı kütüphanesi DSSAT V3'in içerdiği bitkilerin pekçok türü için kullanılabilir. DSSAT programlarının her türlü bitkiye uygulanmasına olanak sağlanabilmesi, verilerin

paylaşımının etkinliğinin artırılabilmesi için bitki modellerinin girdi ve çıktıları standartlaştırılarak belgelenmiştir (IBSNAT 1986).

Model ile bitki verimi ve gelişimi hakkında tahminde bulunulurken, modelde çeşit, toprak, iklim ve yetiştirme tekniği gibi özelliklerin tanımlanması gerekmektedir (Çizelge 3.10). Bu verilerden yararlanarak benzetim sonuçları elde edilmektedir.

Çizelge 3.10. DSSAT Bilgisayar Programı İçin Gerekli Minimum Veri Seti

Parametre	Gerekli Minimum Veri Seti
İklim	Günlük maksimum ve minimum sıcaklık, yağış, toplam radyasyon
Deneme Yeri	Toprak sınıflaması, enlem, boylam
Deneme	Başlangıç tarihi, parsel ve konuların tanımı, varsa önceki bitkiden kalan artık bitki miktarı
Toprak	Toprağın PH, ekimden önce azot düzeyi, ölçülmüş ise deneme süresince değişimi
Toprak Nemi	Toprağın hacimsel su içeriği, ekimden önce ve ölçülmüş ise deneme süresince değişimi
Bitki Çeşidi	Çeşidin adı, sıra aralığı, bitki popülasyonu, ekilen toprak derinliği
Gübre	Gübreleme tarihi, kullanılan gübre miktarı ve tipi
Sulama	Sulama tarihi, uygulanan sulama suyu miktarı
Gelişme Dönemleri	Vejetatif ve generatif gelişme dönemleri
Hasat	Hasat alanı, tane verimi, kuru madde miktarı, yaprak ve sap ağırlığı, yaprak alanı, kök ağırlığı

KAYNAK: IBSNAT 1994.

3.2.5. Bitki Benzetim Model Yapısı

DSSAT bilgisayar programında, bitki benzetim modellerinin genel özelliği, girdi ve çıktı dosyaları için aynı formatın kullanılmasıdır. DSSAT'ta veri dosyaları, iklim koşulları, toprak fiziği ve kimyasal karakteristikleriyle tanımlanan konularla ilgilidir ve program içerisinde yer alan tüm modeller tarafından kullanılabilir (Şekil 3.9).

Araştırma alanının karakteristik iklim ve toprak özelliklerinin tanımlandığı dosyalar da oluşturulduktan sonra benzetim aşamasında; deneme veri dosyası, iklim veri dosyası ve toprak veri dosyaları bir araya getirilerek seçilen bitki çeşidine göre bitki

modelleri oluşturulur. Ayrıca yedek dosyalar kısmındaki bilgiler; örnek alanın parsel bilgileri (parsel alanı, parsel uzunluğu, eğimi vs.), benzetim bilgileri (benzetim başlangıç tarihi), ortalama veri özeti ve ortalama zaman verilerine ilişkin bilgiler de tanımlandıktan sonra bitki modellerinde benzetim yapılarak çıktı dosyaları elde edilir.

Kullanıcının seçimine bağlı olarak elde edilen bu seçeneysel çıktı dosyaları; benzetim bilgileri, seçilen bitki çeşidinin gelişme dönemleri, gelişme dönemlerinde bitkideki ve topraktaki karbon, nem içeriği, bitki gelişme dönemlerinde azot, fosfor ve uygulanan gübre sonucunda verim değerleri bilgileri elde edilmektedir.

DSSAT paket programında; girdi dosyaları, çıktı dosyaları ve deneme veri dosyaları olmak üzere üç dosya yapısı bulunmaktadır ve bu dosyaların içerikleri Çizelge 3.11’de verilmiştir.

Çizelge 3.11. DSSAT V4’teki Veri Dosyaları ve Programda Tanımlanan Kısaltmaları

Dosya İsmi	Tanımlama
Girdi Dosyaları	
Seçilen örnek araştırma sonuç dosyası	
FILEL	Seçilen örnek araştırma sonuç dosyasına ilişkin ayrıntıları listeler (FILEXS)
FILEX	Örnek araştırma dosyaları için; uygulanan tarım teknikleri, arazi koşulları, bitki yönetimi ve benzetim sonuçları bilgilerini içerir
İklim ve Toprak	
FILEW	Seçilen iklim istasyonu ve benzetim zaman periyodu için günlük iklim verileri listelenir.
FILES (SOIL.SOL)	Toprak verilerini içerir.
Bitki ve Uygulanan Teknik	
FILEC (WHCER940.CUL)	Bitki çeşitlerinde tarım teknikleri ve çeşit için bitki katsayılarını listeler.
FILEE (WHCER940.ECO)	Bitki çeşitleri için genetik katsayıları içerir.
FILEG (WHCER940.SPE)	Eksik bitki katsayılarının oluşturulması gerçekleştirilir.

Çizelge 3.11.(Devam) DSSAT V4'teki Veri Dosyaları ve Programda Tanımlanan Kısaltmaları

Çıktı Dosyaları	
OUTO	Girdiler, bitki ve toprak değişkenlerinin özeti.
OUTS	Özet bilgi; bitki, toprak girdileri ve çıktı değişkenlerinin özeti.
PLANTGRO.OUT	Gelişme dönemleri
OUTC	Bitki ve topraktaki karbon
OUTW	Bitki ve topraktaki su miktarı
PLANTN.OUT	Bitkideki azot
PLANTP.OUT	Fosfor
PLANTD.OUT	Gübreler, artıklar
ET.OUT	Toprak-Bitki-Atmosfer Alt Modülü
EVALUATE.OUT	Bitki değerlendirme kodlarının listesi
LEAVES.OUT	Yaprak sayıları kodlamaları
OVERVIEW.OUT	Benzetim genel özet dosyası
PLANTREM.OUT	Uygulamalara karşı bitki tepkileri (ölçülen)
PLANTRES.OUT	Bitki tepkileri kodları (benzetilen)
PLANTSUM.OUT	Bitki kod özetleri
HEADER.OUT	Giriş verileri başlıkları özet metni
LIST.OUT	Benzetim süresince çalışan dosyaların isimlerini özetler
WEATHER.OUT (OWE)	İklim Alt Modülü
WORK.OUT	Çalışmadaki giriş verileri ve kod özetleri
SoilN.OUT	Günlük toprak azot miktar ve değişimlerini listeler
SoilNbal.OUT	Toprak azot dengesi (Ceres toprak N C)
SoilTemp.OUT (OST)	Günlük toprak sıcaklık sonuçlarını özetler
SoilWat. OUT (OSW)	Günlük toprak nemi sonuçlarını özetler
SoilWatBal.OUT	Toprak su denge parametrelerinin özetleri
Summary.OUT (OSU)	Deneme dosyasına (UUZF0101WH) ilişkin tarihleri, kuru ağırlıkları, su, azot, organik madde ve fosfor bilgilerini listeler

3.2.6. Bitki Gelişimi Benzetim Modeli

DSSAT V4 bitki benzetim modeli; temel olarak ana modül, girdi modülü ve bitki benzetim modülü olmak üzere üç modülden meydana gelmektedir. DSSAT bitki benzetim modelinin bileşenleri ve modüler yapısı Şekil 3.10'da görülmektedir.

3.2.6.1. Ana Modül

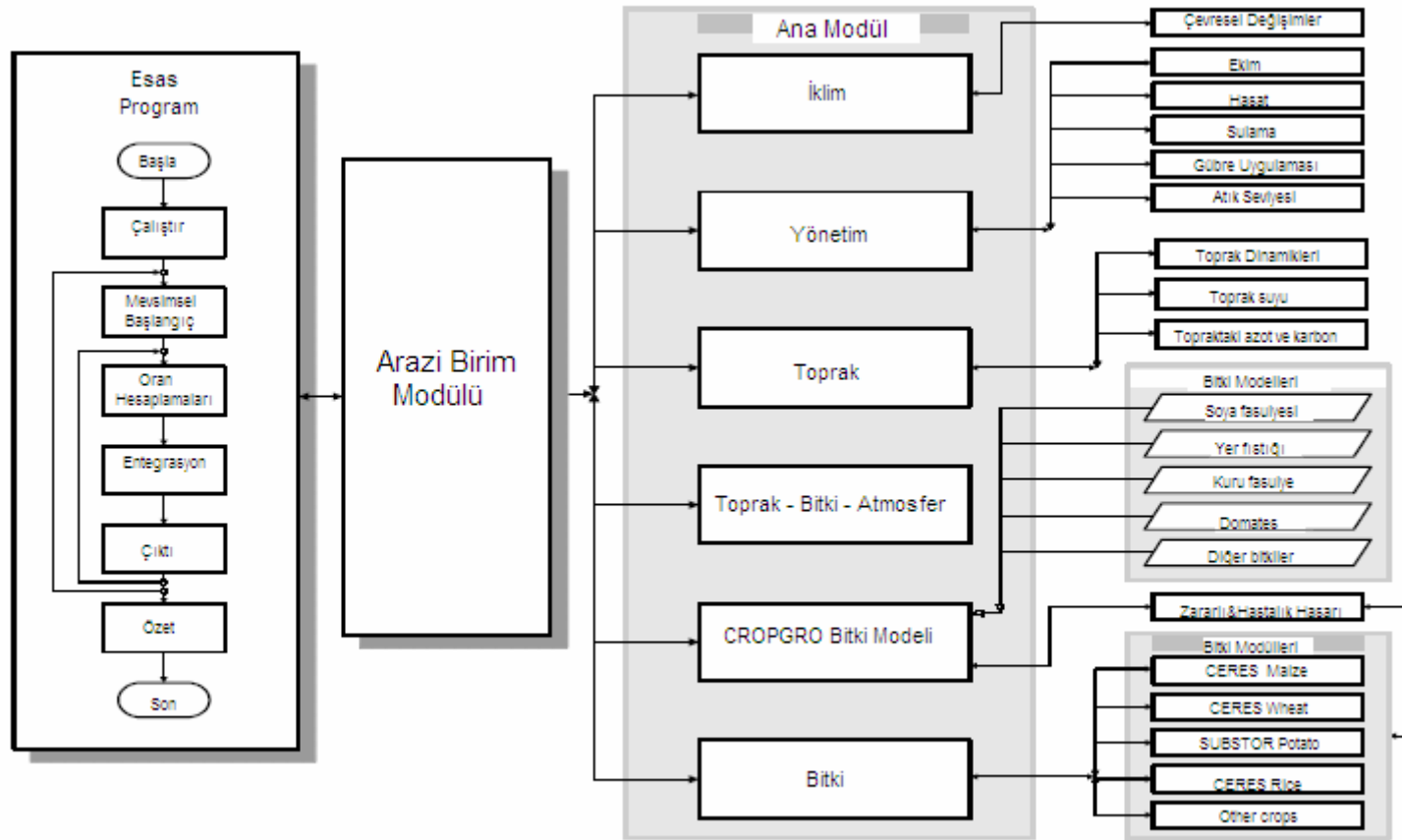
Şekil 3.9'da gösterilen ana modül, girdilerin ve bitki benzetim modellerinin kontrol edilmesi amacıyla oluşturulmuş bir modeldir (Hoogenboom 2004).

Girdi ve bitki benzetim modülleri ana modülden çağrıldığından, sistemin uygun bir şekilde çalışabilmesi için tüm girdi dosyaları aynı dizin içerisinde bulunmaktadır.

Bununla birlikte, girdi dosyalarının bulunduğu dizin tanımlanmış ise modeller herhangi bir veri dizininden çalıştırılabilmektedir. Modelin çalışması için ana modül, girdi verilerinin bulunduğu dizinde çalıştırılır ve girdi ve bitki modülü adı bir komut satırı olarak tanımlanır.

Ana modülde yer alan bitki benzetim modelleri farklı değişkenlerle modelde yer alır. Bu değişkenler ise; mısır, arpa, sorgum ve buğday CERES modelleri için GECER940.EXE; çeltik CERES modeli için RICER940.EXE; kurufasulye, soyafasulyesi ve yarfıstığı CROPGRO modelleri için CRGRO940.EXE; cassava CROPSIM-Cassava modeli için CSSIM940.EXE modülü olarak adlandırılmıştır.

Ana modül programı sadece interaktif benzetimler için kullanılır. Mevsimlik analiz, sıra analizi ve coğrafi bilgi sistemi programları gibi model içerisinde yer alan diğer elemanlar, girdi modülü ve bitki benzetim modülüne bağlanmak için kendi ana modül programlarını kullanırlar.



Şekil 3.9. DSSAT Bitki Benzetim Modelinin Bileşenleri ve Modüler Yapısı

KAYNAK: Hoogenboom ve ark. 2004. A Decision Support System for Agrotechnology Transfer. Chapter3, s.2.

3.2.6.2. Girdi Modülü

DSSAT V4 girdi modülü, hata kontrolü ve deneme dosyalarının okunması için geliştirilmiştir. Ayrıca kullanıcının duyarlılık analiz seçeneğinde girdilerde değişiklik yapabileceği bazı seçenekler sunar. Model girdi modülünün fonksiyonu, deneme alanına ilişkin deneme dosyalarının okunması, işlem yapmak için gerekli bilginin çıkartılması ve bitki benzetim modülü tarafından okunacak geçici bir girdi dosyasını yaratmaktır.

Modelde kullanılmak üzere tanımlanmış formatta sadece bir geçici çıktı dosyası oluşturulması gerektiğinden, diğer bitki benzetim modellerinin sisteme eklenmesini sağlamaktadır.

3.2.6.3. Bitki Benzetim Modülü

Bitki benzetim modülü, girdi modülü tarafından oluşturulan model geçici girdi dosyasını okur ve tek bir mevsimlik benzetim yapar. Bitki modelleri için gerekli girdi bilgisini içerdiğinden, geçici dosya için doğru dosya ismi tanımlanmalıdır. Yeni bitki benzetim modülü eklendiğinde, yeni bitki benzetim modeli girdi dosyasını belirlemek için girdi modülünde bazı değişiklikler yapmak gerekir, yeni formatı yazmak için de yani bir alt dizin eklemek gerekmektedir.

Bitki benzetim modülü sonucunda elde edilen benzetim sonuçları, çıktı dosyası olarak ana modüle gönderilir. Model başka bitkiler için de benzetim yapıp yapmayacağımızı sorar, eğer benzetime devam edeceksek girdi modülü seçeneğine geri döner, benzetim sona erdiyse benzetim sonuçlarını çıktı dosyalarından elde edebiliriz.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

4.1. Arazi Çalışmalarına İlişkin Sonuçlar

Bu bölümde DSSAT V4 modelinin sınanmasında gereksinim duyulan buğday çeşitlerine ilişkin arazi ölçüm değerleri ve istatistiki analiz sonuçları verilmiştir.

4.1.1. Tane Verimi

Buğday çeşitlerinin yıllara göre ortalama tane verimi değerleri Çizelge 4.1'de görülmektedir.

Çizelge 4.1. Yıllara ve Çeşitlere Göre Ortalama Tane Verimi Değerleri (kg/da)

Deneme Yılı	Uygulama (mm)	Çeşitler		
		Gönen	Pehlivan	Köksal-2000
2001-2002	0	592.33	663.07	649.30
	25	660.50	659.63	595.07
	50	673.77	532.30	590.30
Çeşit Ortalaması		642.20	618.33	611.56
2002-2003	0	314.10	402.90	314.30
	50	395.27	389.87	380.20
	100	321.10	298.10	286.50
Çeşit Ortalaması		343.49	363.62	327.00

Çizelge 4.1'den de görüldüğü gibi denemeye alınan ekmeclik buğday çeşitleri tane verimi bakımından incelenecek olursa; denemenin birinci yılında en az verim 532.30 kg/da 50 mm su uygulanan Pehlivan çeşidinde görülürken, en fazla verim 673.77 kg/da ile 50 mm su uygulanan Gönen çeşidinde görülmüştür. Denemenin ikinci yılında ise en az tane verimi 286.50 kg/da 100 mm su uygulanan Köksal-2000

çeşidinde, en fazla tane verimi ise 402.90 kg/da ile su uygulanmayan Pehlivan çeşidinde görülmüştür.

Denemeden elde edilen tane verimi değerleri için hazırlanan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Tane Verimlerine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Yıllar	1. Yıl			2. Yıl		
	SD	KT	KO	SD	KT	KO
Varyasyon Kaynağı						
Tekerrür	2	100059	50030	2	1094	547
Çeşit	2	4664	2332	2	6052	3026
Su	2	10821	5410	2	33725	16863*
Çeşit-su	4	40404	10101	4	11892	2973
Hata	16	231579	14474	16	52080	3255
Genel	26	387526		26	104843	

* P<0.05

Çizelge 4.2’den de görüleceği gibi birinci yıl denemede kullanılan çeşitlerde, uygulanan su düzeylerinde ve çeşit-su etkileşiminde verim açısından bir farklılık gözlenmemiş, ikinci yıl ise su uygulamalarının verime etkisi % 5 olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur. Bunun yanında çeşit ve çeşit-su etkileşimlerinde istatistiki olarak bir fark oluşmamıştır. Su uygulamalarının buğday çeşitlerinin tane verimlerine etkisine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki gruplandırmalar Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Tane Verimlerine İlişkin Ortalama Değerler ve İstatistiki Gruplandırmalar

2002/2003	
50 mm	388.5 A
0 mm	343.8 AB
100 mm	301.9 B
LSD	57.01

Çizelge 4.3'den de görüleceği gibi 50 mm su uygulaması diğer uygulama koşullarından daha yüksek değer vermiştir. Ancak 50 mm su uygulama düzeyi ile diğer su uygulama konuları arasında önemli bir farklılık olmadığından her üç uygulama düzeyi aynı grupta yer almıştır.

4.1.2. Hasat İndeksi

Buğday çeşitlerinin yıllara göre ortalama hasat indeksleri Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Yıllara ve Çeşitlere Göre Ortalama Hasat İndeks Değerleri (oran)

Deneme Yılı	Uygulama (mm)	Çeşitler		
		Gönen	Pehlivan	Köksal-2000
2001-2002	0	0.39	0.35	0.34
	25	0.42	0.33	0.30
	50	0.36	0.24	0.32
Çeşit Ortalaması		0.39	0.31	0.32
2002-2003	0	0.22	0.39	0.34
	50	0.31	0.31	0.31
	100	0.26	0.23	0.26
Çeşit Ortalaması		0.26	0.31	0.30

Çizelge 4.4'den de görüleceği gibi denemenin birinci yılında en az hasat indeks değeri 0.24 ile 50 mm su uygulanan Pehlivan çeşidinde görülürken, en fazla hasat indeks değeri 0.42 ile 25 mm su uygulanan Gönen çeşidinde görülmüştür. Denemenin ikinci yılında ise en az hasat indeks değeri 0.22 ile su uygulanmayan Gönen çeşidinden elde edilirken, en fazla hasat indeks değeri 0.39 ile su uygulanmayan Pehlivan çeşidinde görülmüştür.

Denemeden elde edilen hasat indeks değerleri için hazırlanan varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Hasat İndeks Değerlerine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Yıllar	1.Yıl			2.Yıl		
	SD	KT	KO	SD	KT	KO
Varyasyon Kaynağı						
Tekerrür	2	0.024	0.012	2	0.019	0.010
Çeşit	2	0.038	0.019	2	0.015	0.007
Su	2	0.006	0.003	2	0.030	0.015
Çeşit-su	4	0.016	0.004	4	0.026	0.006
Hata	16	0.107	0.007	16	0.104	0.006
Genel	26	0.192		26	0.194	

Çizelge 4.5’den de görüleceği gibi birinci yıl ve ikinci yıl denemede uygulanan su düzeylerinde, çeşit-su etkileşiminde ve denemede kullanılan çeşitlerde hasat indeks değerleri açısından bir farklılık belirlenmemiştir.

4.1.3. Birim Tane Ağırlığı

Buğday çeşitlerinin yıllara göre ortalama birim tane ağırlık değerleri Çizelge 4.6’da görülmektedir.

Çizelge 4.6. Yıllara ve Çeşitlere Göre Birim Tane Ağırlık Değerleri (g)

Deneme Yılı	Uygulama (mm)	Çeşitler		
		Gönen	Pehlivan	Köksal-2000
2001-2002	0	0.051	0.065	0.053
	25	0.049	0.059	0.050
	50	0.052	0.054	0.051
Çeşit Ortalaması		0.051	0.059	0.051
2002-2003	0	0.035	0.047	0.037
	50	0.041	0.051	0.037
	100	0.039	0.051	0.038
Çeşit Ortalaması		0.038	0.050	0.037

Çizelge 4.6'dan da görüldüğü gibi denemenin birinci yılında en az tane ağırlığı 0.049 g ile 25 mm su uygulanan Gönen çeşidinde görülürken, en fazla tane ağırlığı 0.065 g ile su uygulanmayan Pehlivan çeşidinde görülmüştür. Denemenin ikinci yılında ise en az tane ağırlığı 0.035 g ile su uygulanmayan Gönen çeşidinde görülürken, en fazla tane ağırlığı 0.051 g ile 50 ve 100 mm su uygulanan Pehlivan çeşidinde görülmüştür.

Denemeden elde edilen tane ağırlıkları için hazırlanan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Birim Tane Ağırlıklarına İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Yıllar	1.Yıl			2.Yıl		
	SD	KT	KO	SD	KT	KO
Tekerrür	2	7.785×10^{-5}	3.893×10^{-5}	2	6.681×10^{-3}	3.340×10^{-3}
Çeşit	2	85.652×10^{-5}	$42.826 \times 10^{-5**}$	2	5.489×10^{-3}	2.744×10^{-3}
Su	2	7.163×10^{-5}	3.581×10^{-5}	2	5.522×10^{-3}	2.761×10^{-3}
Çeşit-su	4	1.593×10^{-5}	0.398×10^{-5}	4	12.558×10^{-3}	3.139×10^{-3}
Hata	16	28.815×10^{-5}	1.801×10^{-5}	16	48.166×10^{-3}	3.010×10^{-3}
Genel	26	131.007×10^{-5}		26	78.415×10^{-3}	

** P<0.01

Çizelge 4.7'den de görüleceği gibi birinci yıl denemede uygulanan su düzeylerinde ve çeşit-su etkileşiminde tane ağırlığı açısından bir farklılık gözlenmezken, denemede kullanılan çeşitlerde % 1 olasılık düzeyinde önemlilik belirlenmiştir. Denemenin ikinci yılında ise su düzeyleri, çeşit ve çeşit-su etkileşiminde tane ağırlığı açısından istatistiki önemlilik bulunmamıştır. Su uygulamalarının buğday çeşitlerinin tane ağırlıklarına etkisine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki gruplandırmalar Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Birim Tane Ağırlıklarına İlişkin Ortalama Değerler ve İstatistiki Gruplandırmalar

2001/2002	
Pehlivan	0.06 A
Gönen	0.05 B
Köksal-2000	0.05 B
LSD	0.004240

Çizelge 4.8'den de görüleceği gibi Pehlivan çeşidi 0.07 g ile en yüksek tane ağırlığı değeri ile birinci grupta yerilirken, Gönen ve Köksal-2000 çeşitlerinden her ikisi de 0.06 g ile eşit tane ağırlığı değeri ile aynı grupta yerilmiştir.

4.1.4. m²'de Tane Sayısı

Buğday çeşitlerinin yıllara göre m²'deki tane sayısı değerleri Çizelge 4.9'da görülmektedir.

Çizelge 4.9'dan da görüldüğü gibi denemenin birinci yılında en az tane sayısı 16907 adet ile 50 mm su uygulanan pehlivan çeşidinde görülürken, en fazla tane sayısı 33819 adet ile 25 mm su uygulanan Gönen çeşidinde görülmüştür. Denemenin ikinci yılında ise en az tane sayısı 9921 adet ile 100 mm su uygulanan Köksal-2000 çeşidinden, en fazla tane sayısı ise 16765 adet ile su uygulanmayan Gönen çeşidinden elde edilmiştir.

Denemeden elde edilen m²'deki tane sayısı değerleri için hazırlanan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10'dan da görüleceği gibi varyans analizi sonucunda birinci yıl denemede kullanılan çeşitlerde % 1 olasılık düzeyinde m²'deki tane sayıları farklılık göstermiştir. Denemede uygulanan su düzeylerinde ve çeşit-su etkileşiminde ise istatistiki farklılık belirlenmemiştir. Denemenin ikinci yılında yine durum benzerdir.

Çizelge 4.9. Yıllara ve Çeşitlere Göre m²'deki Tane Sayısı Değerleri (adet)

Deneme Yılı	Uygulama (mm)	Çeşitler		
		Gönen	Pehlivan	Köksal-2000
2001-2002	0	32097	21114	27586
	25	33819	18538	25969
	50	32660	16907	29923
Çeşit Ortalaması		32859	18853	27826
2002-2003	0	16765	11156	10830
	50	13198	10177	12235
	100	15740	11116	9921
Çeşit Ortalaması		15234	10816	10995

Çizelge 4.10. m²'deki Tane Sayısına İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Yıllar	1.Yıl			2.Yıl		
	SD	KT	KO	SD	KT	KO
Varyasyon Kaynağı						
Tekerrür	2	3149753	1574876	2	14585888	7292944
Çeşit	2	906021440	453010720**	2	112545408	56272704**
Su	2	3056329	1528164	2	5041662	2520831
Çeşit-su	4	52268268	13067067	4	25189684	6297421
Hata	16	292711296	18294456	16	141270832	8829427
Genel	26	1257207040		26	298633472	

** P<0.01

Su uygulamalarının buğday çeşitlerinin m²'deki tane sayılarına etkisine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki gruplandırmalar Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. m²'deki Tane Sayısına İlişkin Ortalama Değerler ve İstatistiki Gruplandırmalar

2001/2002		2002/2003	
Gönen	32860 A	Gönen	15230 A
Köksal-2000	27830 B	Köksal-2000	11000 B
Pehlivan	18850 C	Pehlivan	10820 B
LSD	4274	LSD	2969

Çizelge 4.11'den de görüleceği gibi araştırmanın yürütüldüğü her iki yılda Gönen çeşidi diğer çeşitlere göre daha yüksek tane sayısı değeri vermiştir. Bu çeşidi sırasıyla Köksal-2000 ve Pehlivan çeşitleri izlemiştir.

4.1.5. Vejetatif Ağırlık

Araştırmanın her iki yılında elde edilen vejetatif ağırlık sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Yıllara ve Çeşitlere Göre Vejetatif Ağırlık Değerleri (kg/ha)

Deneme Yılı	Uygulama (mm)	Çeşitler		
		Gönen	Pehlivan	Köksal-2000
2001-2002	0	9308	12487	12446
	25	8939	13370	13926
	50	11933	16921	12455
Çeşit Ortalaması		10060	14259	12942
2002-2003	0	10974	6292	6014
	50	8866	8697	8347
	100	9162	10017	8168
Çeşit Ortalaması		9667	8335	7510

Çizelge 4.12'den de görüldüğü gibi denemeye alınan ekmeklik buğday çeşitleri vejetatif ağırlıkları bakımından incelenecek olursa; denemenin birinci yılında en az vejetatif ağırlık değeri 8939 kg/ha ile 25 mm su uygulanan Gönen çeşidinde görülürken, en fazla değer 16921 kg/ha ile 50 mm su uygulanan Pehlivan çeşidinden elde edilmiştir. Denemenin ikinci yılında ise en az vejetatif ağırlık değeri 6014 kg/ha ile su uygulanmayan Köksal-2000 çeşidinde görülürken, en fazla vejetatif ağırlık 10974 kg/ha ile su uygulanmayan Gönen çeşidinden elde edilmiştir.

Vejetatif ağırlık değerleri için hazırlanan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Vejetatif Ağırlıklara İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Yıllar	1.Yıl			2.Yıl		
Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	SD	KT	KO
Tekerrür	2	11533339	5766670	2	30828712	15414356
Çeşit	2	86362024	43181012*	2	15091022	7545511
Su	2	22418190	11209095	2	8370463	4185231
Çeşit-su	4	12564163	3141041	4	37655924	9413981
Hata	16	153211296	9575706	16	144231712	9014482
Genel	26	286089024		26	236177824	

* P<0.05

Çizelge 4.13'den de görüleceği gibi birinci yıl denemede uygulanan su düzeylerinde ve çeşit-su etkileşiminde vejetatif ağırlık açısından bir farklılık gözlenmemiş ancak çeşitler arasında % 5 olasılık düzeyinde önemlilik bulunmuştur. Denemenin ikinci yılında ise su uygulamaları, çeşit ve çeşit-su etkileşiminde vejetatif ağırlık açısından istatistiki önemlilik belirlenmemiştir. Vejetatif ağırlıklara ilişkin ortalama değerler ve istatistiki gruplandırmalar ise Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Vejetatif Ağırlıklara İlişkin Ortalama Değerler ve İstatistiki Gruplandırmalar

2001/2002	
Pehlivan	14259 A
Köksal-2000	13240 A
Gönen	10060 B
LSD	3092

Çizelge 4.14'den de görüleceği gibi Pehlivan çeşidi 14259 kg ile en yüksek vejetatif ağırlık değeri verirken bu çeşidi 13240 kg ile Köksal-2000 ve 10060 kg ile Gönen çeşitleri izlemiştir. Duncan testi sonucunda Pehlivan ve Köksal-2000 çeşitleri kendi aralarında benzer Gönen çeşidine göre ise istatistiki olarak farklı vejetatif ağırlık değeri vermişlerdir.

4.1.6. Biomas

Buğday çeşitlerinin yıllara göre ortalama biomas değerleri Çizelge 4.15'de görülmektedir.

Çizelge 4.15. Yıllara ve Çeşitlere Göre Biomas Değerleri (kg/ha)

Deneme Yılı	Uygulama (mm)	Çeşitler		
		Gönen	Pehlivan	Köksal-2000
2001-2002	0	15231	19117	18939
	25	15544	19966	19877
	50	18671	22244	18358
Çeşit Ortalaması		16482	20442	19058
2002-2003	0	14115	10321	9157
	50	12819	12596	12149
	100	12373	12998	11033
Çeşit Ortalaması		13102	11972	10780

Çizelge 4.15’den de görüldüğü gibi denemeye alınan ekmeklik buğday çeşitleri biomas değerleri bakımından incelenecek olursa; denemenin birinci yılında en az biomas 15231 kg/ha ile su uygulanmayan Gönen çeşidinde görülürken, en fazla biomas 22244 kg/ha ile 50 mm su uygulanan Pehlivan çeşidinden elde edilmiştir. Denemenin ikinci yılında ise en az biomas 9157 kg/ha ile su uygulanmayan Köksal-2000 çeşidinde görülürken, en fazla biomas 14115 kg/ha ile su uygulanmayan Gönen çeşidinde görülmüştür.

Denemeden elde edilen biomas değerleri için hazırlanan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Biomas Değerlerine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Yıllar	1.Yıl			2.Yıl		
	SD	KT	KO	SD	KT	KO
Varyasyon Kaynağı						
Tekerrür	2	10539507	5269753	2	39194888	19597444
Çeşit	2	72403912	36201956*	2	24282236	12141118
Su	2	18615716	9307858	2	8341776	4170888
Çeşit-su	4	21673558	5418390	4	22792820	5698205
Hata	16	122610216	7663139	16	146268144	9141759
Genel	26	245842912		26	240879872	

* P<0.05

Çizelge 4.16’den de görüleceği gibi birinci yıl denemede uygulanan su düzeylerinde ve çeşit-su etkileşiminde biomas değerleri açısından bir farklılık belirlenmezken, denemede kullanılan çeşitlerde % 1 olasılık düzeyinde önemlilik belirlenmiştir. Denemenin ikinci yılında ise su düzeyleri, çeşit ve çeşit-su etkileşiminde biomas değerleri açısından istatistiki önemlilik belirlenmemiştir. Su uygulamalarının buğday çeşitlerinin biomas değerlerine etkisine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki gruplandırmalar Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Biomas Değerlerine İlişkin Ortalama Değerler ve İstatistiki Gruplandırmalar

2001/2002	
Pehlivan	20442 A
Köksal-2000	19058 AB
Gönen	16482 B
LSD	2766

Çizelge 4.17'den de görüleceği gibi Pehlivan çeşidi 20442 kg/ha ile en yüksek biomas değerini vermiştir. Gönen ve Pehlivan çeşidinin biomas değeri Köksal-2000 çeşidinin biomas değerine benzer bulunmuştur. Pehlivan ve Gönen çeşidinin biomas değeri ise istatistiki olarak farklı bulunmuştur.

4.1.7. Bitki Boyu

Buğday çeşitlerinin yıllara göre bitki boyu değerleri Çizelge 4.18'de görülmektedir.

Çizelge 4.18. Yıllara ve Çeşitlere Göre Bitki Boyu Değerleri (cm)

Deneme Yılı	Uygulama (mm)	Çeşitler		
		Gönen	Pehlivan	Köksal-2000
2001-2002	0	75.3	105.6	107.3
	25	73.8	100.6	101.7
	50	73.4	102.0	106.8
Çeşit Ortalaması		74.2	102.7	105.3
2002-2003	0	75.6	92.3	90.8
	50	77.6	88.2	91.0
	100	78.2	91.7	87.2
Çeşit Ortalaması		77.1	90.7	89.7

Çizelge 4.18’den de görüldüğü gibi denemeye alınan ekmeklik buğday çeşitleri bitki boyu bakımından incelenecek olursa; 2001-2002 yılında en kısa boy 73.4 cm ile 50 mm su uygulanan Gönen çeşidinde görülürken, en uzun boy 107.3 cm ile su uygulaması yapılmayan Köksal-2000 çeşidinde görülmüştür. Denemenin 2. yılı olan 2002-2003 üretim sezonunda en kısa bitki boyu 75.6 cm ile su uygulaması yapılmayan Gönen çeşidinde, en uzun bitki boyu ise 92.3 cm ile su uygulanmayan Pehlivan çeşidinde görülmüştür.

Denemeden elde edilen bitki boyu değerleri için hazırlanan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Bitki Boyu Değerlerine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Yıllar	1.Yıl			2.Yıl		
	SD	KT	KO	SD	KT	KO
Tekerrür	2	956.0	478.0	2	8.41	4.20
Çeşit	2	3862.8	1931.4*	2	1035.00	517.50**
Su	2	812.4	406.2	2	2.07	1.03
Çeşit-su	4	1206.2	301.6	4	66.86	16.72
Hata	16	5105.5	319.1	16	301.77	18.86
Genel	26	11942.9		26	1414.11	

* P<0.05 ** P<0.01

Çizelge 4.19’den da görüleceği gibi varyans analizi sonucunda birinci yıl denemede kullanılan çeşitlerde % 5 olasılık düzeyinde bitki boyları farklılık göstermiştir. Denemede uygulanan su düzeylerinde ve çeşit-su etkileşiminde ise istatistiki farklılık belirlenmemiştir. Denemenin ikinci yılında bitki boyları açısından çeşitler arasında % 1 olasılık düzeyinde farklılık görülmüştür. Denemede uygulanan su düzeylerinde ve çeşit-su etkileşiminde ise istatistiki farklılık belirlenmemiştir.

Su uygulamalarının buğday çeşitlerinin bitki boylarına etkisine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki gruplandırmalar Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Bitki Boylarına İlişkin Ortalamalar ve İstatistiki Gruplandırmalar

2001/2002		2002/2003	
Köksal-2000	105.3 A	Pehlivan	90.77 A
Pehlivan	102.7 A	Köksal-2000	89.68 A
Gönen	74.17 B	Gönen	77.13 B
LSD	17.85	LSD	4.340

Çizelge 4.20'den de görüleceği gibi 2001-2002 yılında Köksal-2000 çeşidi 105.3 cm ortalama boyu ile en uzun boylu çeşit olmuştur. Bu çeşidi 102.7 cm ile Pehlivan, 74.17 cm ile Gönen çeşitleri izlemiştir. İstatistiki açıdan da Pehlivan ve Köksal-2000 çeşitlerinin bitki boyları benzer olup Gönen çeşidinden önemli derecede farklılık göstermektedirler. Denemenin ikinci yılında 90.77 cm ile Pehlivan çeşidi en uzun boyu verirken bu çeşidi 89.68 cm ile Köksal-2000, 77.13 cm ile Gönen çeşidi izlemiştir. Bu durum Pehlivan ve Köksal-2000 çeşitlerinin yüksek boylu, Gönen çeşidinin ise kısa boylu bir çeşit olmasından kaynaklanmaktadır.

4.1.8. Başak Boyu

Buğday çeşitlerinin yıllara göre başak boyu değerleri Çizelge 4.21'de görülmektedir.

Çizelge 4.21'den de görüldüğü gibi denemeye alınan ekmeklik buğday çeşitleri başak boyu bakımından incelenecek olursa; denemenin birinci yılında en kısa boy 8.6 cm ile 25 mm su uygulanan Pehlivan ve Köksal-2000 çeşitlerinde görülürken, en uzun boy 9.2 cm ile su uygulaması yapılmayan Gönen çeşidinde görülmüştür. Denemenin ikinci yılında en kısa başak boyu 6.5 cm ile 100 mm su uygulanan Köksal-2000 çeşidinde, en uzun boy ise 8.6 cm ile 100 mm su uygulanan Pehlivan çeşidinde görülmüştür.

Çizelge 4.21. Yıllara ve Çeşitlere Göre Başak Boyu Değerleri (cm)

Deneme Yılı	Uygulama (mm)	Çeşitler		
		Gönen	Pehlivan	Köksal-2000
2001-2002	0	9.2	8.9	8.8
	25	8.7	8.6	8.6
	50	8.9	8.9	8.7
Çeşit Ortalaması		8.9	8.8	8.7
2002-2003	0	7.4	8.0	6.9
	50	7.6	7.6	7.1
	100	7.6	8.6	6.5
Çeşit Ortalaması		7.5	8.1	6.8

Denemeden elde edilen başak boyu değerleri için hazırlanan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Başak Boyu Değerlerine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Yıllar	1. Yıl			2. Yıl		
	SD	KT	KO	SD	KT	KO
Varyasyon Kaynağı						
Tekerrür	2	0.25	0.12	2	2.14	1.07
Çeşit	2	0.24	0.12	2	7.04	3.52**
Su	2	0.46	0.23	2	0.10	0.05
Çeşit-su	4	0.09	0.02	4	1.88	0.47
Hata	16	3.01	0.19	16	6.60	0.41
Genel	26	4.04		26	17.76	

** P<0.01

Çizelge 4.22’den de görüleceği gibi varyans analizi sonucunda birinci yıl denemede kullanılan çeşitlerde başak boyları farklılık göstermemiştir. Denemenin ikinci yılında başak boyları açısından çeşitler arasında % 1 olasılık düzeyinde farklılık görülmüştür. Denemede uygulanan su düzeylerinde ve çeşit-su etkileşiminde ise istatistiki farklılık belirlenmemiştir.

Su uygulamalarının buğday çeşitlerinin başak boylarına etkisine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki gruplandırmalar Çizelge 4.23’de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Başak Boylarına İlişkin Ortalamalar ve İstatistiki Gruplandırmalar

2002/2003	
Pehlivan	8.070 A
Gönen	7.560 A
Köksal-2000	6.830 B
LSD	0.6399

Çizelge 4.23’den de görüleceği gibi 2002-2003 buğday vejetasyon periyodu sonucunda başak boyu açısından Pehlivan en yüksek değere sahipken (8.070 cm), bu çeşidi Gönen (7.560 cm) ve Köksal-2000 (6.830 cm) izlemişlerdir. İstatistiki açıdan da Pehlivan ve Gönen çeşitlerinin başak boyları benzer bulunduğundan aynı grupta yer almışlar, Köksal-2000 çeşidinden ise önemli derecede istatistiki farklılık göstermişlerdir.

4.1.9. Başakçık Sayısı

Buğday çeşitlerinin yıllara göre başakçık sayısı/başak değerleri Çizelge 4.24’de görülmektedir.

Çizelge 4.24’den de görüldüğü gibi denemeye alınan ekmeklik buğday çeşitleri başakçık sayıları bakımından incelenecek olursa; denemenin birinci yılında en az sayı 16.7 adet ile su uygulaması yapılmayan ve 25 mm su uygulanan Pehlivan çeşidinde görülmüştür, en fazla sayı 19.83 adet ile 50 mm su uygulanan Köksal-2000 çeşidinde görülmüştür. Denemenin ikinci yılında ise en az başakçık sayısı 14.0 adet ile su uygulaması yapılmayan Gönen çeşidinden, en fazla başakçık sayısı ise 16.8 adet ile 50 mm su uygulanan Köksal-2000 çeşidinden elde edilmiştir.

Çizelge 4.24. Yıllara ve Çeşitlere Göre Başakçık Sayısı/Başak Değerleri (adet)

Deneme Yılı	Uygulama (mm)	Çeşitler		
		Gönen	Pehlivan	Köksal-2000
2001-2002	0	17.0	16.7	19.8
	25	16.9	16.7	18.5
	50	17.2	17.3	19.8
Çeşit Ortalaması		17.0	16.9	19.4
2002-2003	0	14.0	15.7	16.4
	50	14.2	15.5	16.8
	100	14.1	16.1	15.5
Çeşit Ortalaması		14.1	15.8	16.2

Denemeden elde edilen başakçık sayısı/başak değerleri için hazırlanan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.25’de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Başakçık Sayısı/Başak Değerlerine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Yıllar	1. Yıl			2. Yıl		
	SD	KT	KO	SD	KT	KO
Varyasyon Kaynağı						
Tekerrür	2	3.21	1.60	2	2.55	1.27
Çeşit	2	35.17	17.58**	2	23.50	11.75**
Su	2	2.39	1.19	2	0.41	0.20
Çeşit-su	4	1.80	0.45	4	3.11	0.78
Hata	16	11.48	0.72	16	29.00	1.81
Genel	26	54.05		26	58.57	

** P<0.01

Çizelge 4.25’den de görüleceği gibi varyans analizi sonucunda 1. ve 2. yıl denemede kullanılan çeşitlerde % 1 olasılık düzeyinde başakçık sayıları farklılık göstermiştir. Denemede uygulanan su düzeylerinde ve çeşit-su etkileşiminde ise istatistiki farklılık belirlenmemiştir.

Su uygulamalarının buğday çeşitlerinin başakçık sayısı/başak değerlerine etkisine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki gruplandırmalar Çizelge 4.26’da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Başakçık Sayısı/Başak Değerlerine İlişkin Ortalamalar ve İstatistiki Gruplandırmalar

2001/2002		2002/2003	
Köksal-2000	19.37 A	Köksal-2000	16.25 A
Gönen	17.04 B	Pehlivan	15.76 A
Pehlivan	16.87 B	Gönen	14.07 B
LSD	0.8480	LSD	1.344

Çizelge 4.26’den da görüleceği gibi denemenin birinci yılında başakçık sayısı/başak değerleri açısından Köksal-2000 çeşidi en yüksek değere sahipken, bu çeşidi Gönen ve Pehlivan çeşitleri izlemişlerdir. İstatistiki açıdan da Pehlivan ve Gönen çeşitlerinin başakçık sayıları benzer olup Köksal-2000 çeşidinden önemli derecede farklılık göstermektedirler. Denemenin ikinci yılı başakçık sayıları ele alındığında ise Köksal-2000 çeşidinin en yüksek adedi, Gönen çeşidinin ise en düşük adedi verdiği görülmektedir. Duncan testi sonucunda Köksal-2000 ve Pehlivan çeşitleri başakçık sayıları açısından benzer olup Gönen çeşidinden farklı bulunmuştur.

4.1.10. Başakta Tane Sayısı

Buğday çeşitlerinin yıllara göre başakta tane sayısı değerleri Çizelge 4.27’de görülmektedir.

Çizelge 4.27’den de görüldüğü gibi denemeye alınan ekmeklik buğday çeşitleri başakta tane sayısı değerleri bakımından incelenecek olursa; denemenin birinci yılında en az tane sayısını 30.2 adet ile 50 mm su uygulanan Pehlivan çeşidi verirken, en fazla tane sayısını ise 47.6 adet ile 25 mm su uygulanan Gönen çeşidi vermiştir. Denemenin ikinci yılında ise en az tane sayısı bakımından 24.5 adet ile bir önceki yıla benzer bir

durum vardır. En fazla tane sayısını ise 36.7 adet ile 100 mm su uygulanan Gönen çeşidi vermiştir.

Çizelge 4.27. Yıllara ve Çeşitlere Göre Başakta Tane Sayısı Değerleri (adet)

Deneme Yılı	Uygulama (mm)	Çeşitler		
		Gönen	Pehlivan	Köksal-2000
2001-2002	0	46.3	31.2	41.6
	25	47.6	32.2	45.1
	50	46.5	30.2	45.8
Çeşit Ortalaması		46.8	31.2	44.2
2002-2003	0	36.6	28.8	29.7
	50	31.9	24.5	30.5
	100	36.7	29.2	26.5
Çeşit Ortalaması		35.1	27.5	28.9

Denemeden elde edilen başakta tane sayısı değerleri için hazırlanan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.28’de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Başakta Tane Sayısı Değerlerine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Yıllar	1.Yıl			2.Yıl		
	SD	KT	KO	SD	KT	KO
Varyasyon Kaynağı						
Tekerrür	2	77.81	38.91	2	17.52	8.76
Çeşit	2	1254.60	627.30**	2	293.84	146.92**
Su	2	17.58	8.79	2	35.78	17.89
Çeşit-su	4	22.46	5.61	4	77.61	19.40
Hata	16	232.45	14.53	16	261.16	16.32
Genel	26	1604.90		26	685.91	

** P<0.01

Çizelge 4.28’den de görüleceği gibi varyans analizi sonucunda her iki deneme yılında da buğday çeşitleri % 1 olasılık düzeyinde başakta tane sayısı değerleri bakımından farklılık göstermişlerdir. Denemede uygulanan su düzeylerinde ve çeşit-su

etkileşiminde ise istatistiki farklılık belirlenmemiştir. Su uygulamalarının buğday çeşitlerinin başakta tane sayısı değerlerine etkisine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki gruplandırmalar Çizelge 4.29’da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Başakta Tane Sayısı Değerlerine İlişkin Ortalamalar ve İstatistiki Gruplandırmalar

2001/2002		2002/2003	
Gönen	46.81 A	Gönen	35.07 A
Köksal-2000	44.16 A	Köksal-2000	28.89 B
Pehlivan	31.21 B	Pehlivan	27.47 B
LSD	3.809	LSD	4.037

Çizelge 4.29’den de görüleceği gibi her iki deneme yılında da başakta tane sayısı açısından Gönen en yüksek adedi verirken bu çeşidi Köksal-2000 ve Pehlivan çeşitleri izlemiştir. Denemenin birinci yılında elde edilen sonuçlara göre Gönen ve Köksal-2000 çeşitleri istatistiki olarak başakta tane sayısı değeri bakımından benzer olup Pehlivan çeşidinden farklıdır. Denemenin ikinci yılında elde edilen değerlere baktığımızda ise Gönen çeşidi diğer iki çeşide göre başakta tane sayısı değeri bakımından farklı bulunmuştur.

4.1.11. Başakta Tane Ağırlığı

Buğday çeşitlerinin yıllara göre başakta tane ağırlığı değerleri Çizelge 4.30’da görülmektedir.

Çizelge 4.30’den de görüldüğü gibi denemeye alınan ekmeklik buğday çeşitleri başakta tane ağırlığı bakımından incelenecek olursa; denemenin birinci yılında en az ağırlık 1.64 g ile 50 mm su uygulanan Pehlivan çeşidinde görülürken, en fazla ağırlık 2.38 g ile su uygulaması yapılmayan ve 50 mm su uygulanan Gönen çeşidinde görülmüştür. Denemenin ikinci yılında ise en az ağırlık değerini 0.99 g ile 100 mm su uygulanan Köksal-2000 çeşidi verirken en fazla ağırlık değerini ise 1.48 g ile 100 mm su uygulanan Pehlivan çeşidi vermiştir.

Çizelge 4.30. Yıllara ve Çeşitlere Göre Başakta Tane Ağırlığı Değerleri (g)

Deneme Yılı	Uygulama (mm)	Çeşitler		
		Gönen	Pehlivan	Köksal-2000
2001-2002	0	2.38	2.02	2.20
	25	2.32	1.88	2.25
	50	2.38	1.64	2.32
Çeşit Ortalaması		2.36	1.85	2.26
2002-2003	0	1.28	1.37	1.09
	50	1.31	1.25	1.13
	100	1.44	1.48	0.99
Çeşit Ortalaması		1.34	1.37	1.07

Denemeden elde edilen başakta tane ağırlığı değerleri için hazırlanan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.31’de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Başakta Tane Ağırlıklarına İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Yıllar	1.Yıl			2.Yıl		
	SD	KT	KO	SD	KT	KO
Varyasyon Kaynağı						
Tekerrür	2	0.18	0.09	2	0.07	0.04
Çeşit	2	1.33	0.66**	2	0.47	0.24*
Su	2	0.04	0.02	2	0.03	0.01
Çeşit-su	4	0.22	0.06	4	0.12	0.03
Hata	16	1.12	0.07	16	0.83	0.05
Genel	26	2.89		26	1.53	

* P<0.05 ** P<0.01

Çizelge 4.31’den de görüleceği gibi varyans analizi sonucunda birinci yıl denemede kullanılan çeşitlerde % 1 olasılık düzeyinde başakta tane ağırlıkları farklılık göstermiştir. Denemede uygulanan su düzeylerinde ve çeşit-su etkileşiminde ise istatistiki farklılık belirlenmemiştir. Denemenin ikinci yılında başakta tane ağırlıkları açısından çeşitler arasında % 5 olasılık düzeyinde farklılık görülmüştür. Denemede uygulanan su düzeylerinde ve çeşit-su etkileşiminde ise istatistiki farklılık

bulunmamıştır. Su uygulamalarının buğday çeşitlerinin başakta tane ağırlıklarına etkisine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki gruplandırmalar Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Başakta Tane Ağırlıklarına İlişkin Ortalamalar ve İstatistiki Gruplandırmalar

2001/2002		2002/2003	
Gönen	2.360 A	Pehlivan	1.370 A
Köksal-2000	2.260 A	Gönen	1.340 A
Pehlivan	1.850 B	Köksal-2000	1.080 B
LSD	0.2644	LSD	0.2235

Çizelge 4.32’den de görüleceği gibi 2001-2002 deneme yılında Gönen çeşidi 2.360 g ile en yüksek değeri verirken Köksal-2000 ve Pehlivan çeşidi daha düşük değerler vermişlerdir. Bu değerler istatistiki açıdan değerlendirildiğinde Gönen ve Köksal-2000 çeşitlerinin başakta tane ağırlıkları açısından farksız, Pehlivan çeşidine göre ise farklı oldukları söylenebilir. 2002-2003 yıllarında başakta tane ağırlıkları açısından Pehlivan en yüksek değere sahipken, bu çeşidi Gönen ve Köksal-2000 çeşitleri izlemişlerdir. İstatistiki açıdan da Pehlivan ve Gönen çeşitleri başakta tane ağırlıkları açısından benzer olup Köksal-2000 çeşidinden önemli derecede farklılık göstermektedirler.

4.1.12. Bin Tane Ağırlığı

Buğday çeşitlerinin yıllara göre bin tane ağırlığı değerleri Çizelge 4.33’de görülmektedir.

Çizelge 4.33’den de görüldüğü gibi denemeye alınan ekmeklik buğday çeşitleri bin tane ağırlıkları bakımından incelenecek olursa; Denemenin birinci yılında en az ağırlık 41.98 g ile 50 mm su uygulanan Gönen çeşidinde görülürken, en fazla ağırlık 54.18 g ile 25 mm su uygulanan Pehlivan çeşidinde görülmüştür. Denemenin ikinci

yılında ise en az ağırlık 36.83 g ile su uygulaması yapılmayan Köksal-2000 çeşidinde, en fazla ağırlık ise 50.82 g ile 50 mm su uygulanan Pehlivan çeşidinde görülmüştür.

Çizelge 4.33. Yıllara ve Çeşitlere Göre Bin Tane Ağırlığı Değerleri (g)

Deneme Yılı	Uygulama (mm)	Çeşitler		
		Gönen	Pehlivan	Köksal-2000
2001-2002	0	44.28	52.85	44.38
	25	42.64	54.18	45.94
	50	41.98	53.43	44.35
Çeşit Ortalaması		42.97	53.49	44.89
2002-2003	0	38.24	47.23	36.83
	50	40.88	50.82	37.11
	100	38.95	50.34	37.65
Çeşit Ortalaması		39.36	49.46	37.20

Denemeden elde edilen bin tane ağırlığı değerleri için hazırlanan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.34’de verilmiştir.

Çizelge 4.34. Buğday Çeşitlerinin Bin Tane Ağırlığı Değerlerine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Yıllar	1.Yıl			2.Yıl		
	SD	KT	KO	SD	KT	KO
Tekerrür	2	0.14	0.07	2	15.40	7.70
Çeşit	2	569.44	284.72**	2	771.69	385.84**
Su	2	5.17	2.59	2	22.48	11.24
Çeşit-su	4	12.06	3.02	4	12.59	3.15
Hata	16	197.61	12.35	16	112.71	7.04
Genel	26	784.42		26	934.87	

** P<0.01

Çizelge 4.34'den de görüleceği gibi varyans analizi sonucunda her iki yılda da denemede kullanılan çeşitlerde % 1 olasılık düzeyinde bin tane ağırlıkları farklılık göstermiştir. Uygulanan su düzeylerinde ve çeşit-su etkileşiminde ise istatistiki farklılık belirlenmemiştir. Su uygulamalarının buğday çeşitlerinin bin tane ağırlıklarına etkisine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki gruplandırmalar Çizelge 4.35'de verilmiştir.

Çizelge 4.35. Bin Tane Ağırlıklarına İlişkin Ortalamalar ve İstatistiki Gruplandırmalar

2001/2002		2002/2003	
Pehlivan	53.49 A	Pehlivan	49.47 A
Köksal-2000	44.90 B	Gönen	39.36 B
Gönen	42.91 B	Köksal-2000	37.20 B
LSD	3.512	LSD	2.652

Çizelge 4.35'den de görüleceği gibi 2001-2002 ve 2002-2003 yıllarında bin tane ağırlığı açısından Pehlivan en yüksek değere sahiptir. İlk yıl bu çeşidi Köksal-2000 ve Gönen, ikinci yıl ise Gönen ve Köksal-2000 izlemişlerdir. İstatistiki açıdan da her iki yılda da bin tane ağırlıkları açısından Gönen ve Köksal-2000 çeşitleri farksız bulunmuştur. Ayrıca bu çeşitlerin bin tane ağırlığı kriterine göre Pehlivan çeşidinden önemli farklılıklar gösterdiği söylenebilir.

4.1.13. Hektolitre Ağırlığı

Buğday çeşitlerinin yıllara göre hektolitre ağırlığı değerleri Çizelge 4.36'da görülmektedir.

Çizelge 4.36'dan da görüldüğü gibi denemeye alınan ekmeklik buğday çeşitleri hektolitre ağırlıkları bakımından incelenecek olursa; denemenin birinci yılında en az ağırlık 82.7 kg ile 25 mm su uygulanan Pehlivan çeşidinde görülürken, en fazla ağırlık 84.8 kg ile 50 mm su uygulanan Gönen çeşidinde görülmektedir. Denemenin ikinci yılında ise en az hektolitre ağırlığını 80.5 kg ile Köksal-2000 çeşidi verirken, en fazla ağırlık değerini 84.3 kg ile 100 mm su uygulaması yapılan Gönen çeşidi vermiştir.

Çizelge 4.36. Yıllara ve Çeşitlere Göre Hektolitre Ağırlığı Değerleri (kg/100l)

Deneme Yılı	Uygulama (mm)	Çeşitler		
		Gönen	Pehlivan	Köksal-2000
2001-2002	0	84.3	82.9	82.9
	25	83.0	82.7	83.0
	50	84.8	83.6	82.8
Çeşit Ortalaması		84.0	83.1	82.9
2002-2003	0	83.5	82.2	81.3
	50	82.5	82.0	82.1
	100	84.3	81.0	80.5
Çeşit Ortalaması		83.4	81.7	81.3

Denemeden elde edilen hektolitre ağırlığı değerleri için hazırlanan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.37’de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Hektolitre Ağırlıkları İçin Hazırlanan Varyans Analizi Sonuçları

Yıllar	1.Yıl			2.Yıl		
	SD	KT	KO	SD	KT	KO
Varyasyon Kaynağı						
Tekerrür	2	2.2963	1.1481	2	0.7022	0.3511
Çeşit	2	6.8652	3.4326*	2	22.6400	11.3200**
Su	2	3.0607	1.5304	2	0.7467	0.3733
Çeşit-su	4	3.4726	0.8681	4	9.8133	2.4533
Hata	16	11.8104	0.7381	16	15.1644	0.9478
Genel	26	27.5052		26	49.0666	

* P<0.05 ** P<0.01

Çizelge 4.37’den de görüleceği gibi varyans analizi sonucunda hektolitre ağırlıkları açısından birinci yıl denemede kullanılan çeşitlerde % 5 olasılık düzeyinde, ikinci yıl ise % 1 olasılık düzeyinde farklılık belirlenmiştir. Denemede uygulanan su düzeylerinde ve çeşit-su etkileşiminde ise istatistiki farklılık belirlenmemiştir.

Su uygulamalarının buğday çeşitlerinin hektolitre ağırlıklarına etkisine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki gruplandırmalar Çizelge 4.38’de verilmiştir.

Çizelge 4.38. Hektolitre Ağırlıklarına İlişkin Ortalamalar ve İstatistiki Gruplandırmalar

2001/2002		2002/2003	
Gönen	84.05 A	Gönen	83.43 A
Pehlivan	83.09 B	Pehlivan	81.76 B
Köksal-2000	82.89 B	Köksal-2000	81.29 B
LSD	0.8586	LSD	0.9729

Çizelge 4.38’den de görüleceği gibi her iki deneme yılında da Gönen en yüksek hektolitre ağırlığına sahipken, bu çeşidi Pehlivan ve Köksal-2000 çeşitleri izlemişlerdir. İstatistiki açıdan da Pehlivan ve Köksal-2000 çeşitlerinin hektolitre ağırlıkları benzer olup Gönen çeşidinden önemli derecede farklılık göstermektedirler.

4.1.14. m²’de Başak Sayısı

Buğday çeşitlerinin yıllara göre m²’de başak sayısı değerleri Çizelge 4.39’da görülmektedir.

Çizelge 4.39. Yıllara ve Çeşitlere Göre m²’de Başak Sayısı Değerleri (adet)

Deneme Yılı	Uygulama (mm)	Çeşitler		
		Gönen	Pehlivan	Köksal-2000
2001-2002	0	687.0	676.0	665.3
	25	710.7	572.0	576.3
	50	705.5	557.0	654.7
Çeşit Ortalaması		701.1	601.7	632.1
2002-2003	0	455.8	386.9	357.9
	50	409.1	420.2	402.4
	100	433.6	382.4	362.4
Çeşit Ortalaması		432.8	396.5	374.2

Çizelge 4.39'dan da görüldüğü gibi denemeye alınan ekmeklik buğday çeşitleri m²'de başak sayısı bakımından incelenecek olursa; denemenin birinci yılında en az sayı 557 adet ile 50 mm su uygulanan Pehlivan çeşidinde görülürken, en fazla sayı 710.7 ile 25 mm su uygulanan Gönen çeşidinde görülmüştür. Denemenin ikinci yılında ise en az başak sayısı 357.9 adet ile su uygulaması yapılmayan Köksal-2000 çeşidinde, en fazla sayı ise 455.8 ile su uygulanmayan Gönen çeşidinde gözlenmiştir.

Denemeden elde edilen başak sayısı (adet/m²) değerleri için hazırlanan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.40'da verilmiştir.

Çizelge 4.40'dan da görüleceği gibi varyans analizi sonucunda birinci yıl denemede kullanılan çeşitlerde % 5 olasılık düzeyinde m²'de başak sayıları farklılık göstermiştir. Denemede uygulanan su düzeylerinde ve çeşit-su etkileşiminde ise istatistiki farklılık belirlenmemiştir. Denemenin ikinci yılında m²'de başak sayıları açısından çeşitler arasında istatistiki farklılık belirlenmemiştir.

Çizelge 4.40. Başak Sayısı (adet/m²) Değerlerine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Yıllar	1.Yıl			2.Yıl		
	SD	KT	KO	SD	KT	KO
Tekerrür	2	9220	4610	2	22604	11302
Çeşit	2	46675	23338*	2	15725	7863
Su	2	14805	7403	2	1437	718
Çeşit-su	4	25497	6374	4	7996	1999
Hata	16	74187	4637	16	75277	4705
Genel	26	170384		26	123040	

* P<0.05

Su uygulamalarının buğday çeşitlerinin başak sayısına etkisine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki gruplandırmalar Çizelge 4.41'de verilmiştir.

Çizelge 4.41. Başak Sayısına İlişkin Ortalamalar ve İstatistiki Gruplandırmalar

2001/2002	
Gönen	701.1 A
Köksal-2000	632.1 B
Pehlivan	601.7 B
LSD	68.05

Çizelge 4.41'den de görüleceği gibi 2001-2002 yılında m²'de başak sayısı açısından Gönen en yüksek değere sahipken, bu çeşidi Köksal-2000 ve Pehlivan çeşitleri izlemişlerdir. İstatistiki açıdan da Pehlivan ve Köksal-2000 çeşitlerinin m²'de başak sayıları benzer olup Gönen çeşidinden önemli derecede farklılık göstermektedirler.

4.2. Bitki Benzetim Modeline İlişkin Sonuçlar

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi arazilerinde 2001-2002 ve 2002-2003 buğday vejetasyonu döneminde yapılan tarla denemelerinden elde edilen farklı su uygulama düzeylerine ilişkin veriler DSSAT V4 bitki-iklim modeline uyarlanmış ve elde edilen sonuçlar EK 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18'de verilmiştir. Elde edilen model sonuçları 4.3 nolu başlık altında arazi ölçüm değerleriyle karşılaştırılmıştır.

4.3. Arazi Çalışmaları ve Bitki Benzetim Model Sonuçlarının Karşılaştırılması

4.3.1. Gönen Çeşidi

Gönen çeşidinin arazi çalışmaları sonucunda ölçülen ve benzetim modeli sonucunda hesaplanan (Ek 1, 2, 3, 4, 5, 6) tane verimi (kg/ha), hasat indeksi (oran), tane başına ağırlık (gr), biomas (kg/ha) ve vejetatif ağırlık (kg/ha) parametrelerinin hipotez testi sonuçları Çizelge 4.42 ve Çizelge 4.43’de verilmiştir.

Çizelge 4.42’den görüleceği gibi farklı su uygulama düzeyleri için modelden hesaplanan verim değerleri 6783-7427 kg/ha, arazi ölçüm değerleri ise 5923-6738 kg/ha arasında değişmektedir. Denemenin ikinci yılında modelin verdiği tane verimi değerleri 2940-3557 kg/ha arasında iken arazi ölçüm değerleri 3141-3953 kg/ha arasında değişmektedir. Hipotez testi sonucunda bulunan Z değerleri ise denemenin birinci yılında -0.80461 ile -0.34074 arasında, denemenin ikinci yılında ise -0.42137 ile 0.82674 değerleri arasındadır. Her iki yılın Z değerlerine bakıldığında H_0 hipotezi kabul edilmektedir.

Hasat indeksi sonuçları Çizelge 4.42’den incelendiğinde; model ve araziden elde edilen hasat indeks değerlerine ilişkin hipotez testi sonuçları -0.34536 ile 0.27417 arasındadır. Anılan dönem içerisinde gerçek indeks değerleri tüm su uygulama koşulları dikkate alındığında ortalama 0.39 bulunmuştur. Bitki benzetim modelinden ise bu değer ortalama 0.40 olarak elde edilmiştir. Denemenin ikinci yılında ise hasat indeks değerlerine ilişkin hipotez testi sonuçları -0.41801 ile 0.055185 arasındadır. Anılan yıla ilişkin olarak araziden elde edilen hasat indeks değeri ortalama 0.26, model sonucu ise ortalama 0.25 olarak bulunmuştur. Her iki deneme yılı için de Gönen çeşidine ait sonuçlar irdelendiğinde H_0 hipotezinin kabul edildiği görülmektedir.

Birim tane ağırlıkları dikkate alındığında denemenin birinci yılında araziden ortalama 0.051 gr, modelden ise ortalama 0.053 gr tane ağırlığı değeri bulunmuştur. Denemenin ikinci yılında ise model sonuçlarına göre 0.035-0.037 gr arasında tane ağırlıkları tahminlenirken, araziden 0.035-0.041 gr arasında tane ağırlıkları bulunmuştur. Denemenin birinci yılında hipotez testi sonucunda elde edilen Z değerleri -1.24105 ile -0.1245 arasında, ikinci yılda ise -0.24271 – 2.40626 arasındadır. Bu sonuçların istatistiki değerlendirmesi sonucunda birinci yıl tüm sulama koşulları için

H_0 hipotezi kabul edilmiştir. Denemenin ikinci yılında ise su uygulaması yapılmayan koşul için H_0 hipotezi kabul edilirken, 50 ve 100 mm su uygulama koşulları için hesaplanan Z değerleri 1.97181 – 2.40626 olduğundan H_0 hipotezi red edilmiştir.

Çalışma sonucunda elde edilen biomas değerlerini incelediğimizde denemenin ilk yılında modelin sırasıyla 17850-18115 ve 17944 kg/ha biomas değeri tahminlediği gerçekte ise ölçülen değerlerin 15231-18671 kg/ha aralığında değiştiği Çizelge 4.42’de verilmiştir. Çizelge 4.43’de ise biomas değerinin araziden 12373-14115 kg/ha olarak ölçüldüğü, modelden ise 12568-13681 kg/ha olarak bulunduğu görülmektedir. Tüm uygulamalara ilişkin değerler dikkate alındığında ise test sonuçları H_0 hipotezinin kabulünü sağlayacak -1.34129 ve 0.34924 aralığında bulunmuştur.

Modelden tahminlenen vejetatif ağırlık değeri denemenin ilk yılında sırasıyla 11067-10688-10587 kg/ha, denemenin ikinci yılında ise 10124-9720-9626 kg/ha olarak bulunmuştur. Araziden ölçüm yapılan sonuçlara baktığımızda ise ilk yıl elde edilen minimum değer 8939 kg/ha maksimum değerin ise 11933 kg/ha olduğu, denemenin ikinci yılında ise minimum 8866 kg/ha’a karşılık maksimum 10974 kg/ha’ın elde edildiği gözlenmiştir. Tüm bu verilerin ışığı altında her iki yılı birlikte incelediğimizde istatistiksel değerlendirmelere göre Z testi aralığı -1.10466 ile 0.34568 olduğundan H_0 hipotezi kabul edilmektedir.

Çizelge 4.42. Gönen Çeşidi İçin 2001-2002 Yılında Elde Edilen Arazi ve Model Benzetim Sonuçlarının Hipotez Testi Değerleri

		Tane Verimi (kg/ha)	Hasat İndeksi (oran)	Birim Tane Ağırlığı (gr)	Biomass (kg/ha)	Vejetatif Ağırlık (kg/ha)
Su uygulaması yok	μ_g	5923	0.39	0.051	15231	9308
	μ_b	6783	0.38	0.054	17850	11067
	σ	2340.862	0.1202	0.002417	1952.603	1592.345
	$Z=(\mu_g - \mu_b)/\sigma\bar{x}$	-0.36739	0.08319	-1.24105	-1.34129	-1.10466
Sonuç		H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul
2.5 mm su uygulaması	μ_g	6605	0.42	0.049	15544	8939
	μ_b	7427	0.41	0.051	18115	10688
	σ	1021.608	0.036474	0.002281	3830.15	2816.015
	$Z=(\mu_g - \mu_b)/\sigma\bar{x}$	-0.80461	0.27417	-0.87678	-0.67125	-0.62109
Sonuç		H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul
50 mm su uygulaması	μ_g	6738	0.36	0.052	18671	11933
	μ_b	7357	0.41	0.053	17944	10587
	σ	1816.625	0.144777	0.008032	2081.678	3893.771
	$Z=(\mu_g - \mu_b)/\sigma\bar{x}$	-0.34074	-0.34536	-0.1245	0.34924	0.34568
Sonuç		H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul

Çizelge 4.43. Gönen Çeşidi İçin 2002-2003 Yılında Elde Edilen Arazi ve Model Benzetim Sonuçlarının Hipotez Testi Değerleri

		Tane Verimi (kg/ha)	Hasat İndeksi (oran)	Birim Tane Ağırlığı (gr)	Biyomas (kg/ha)	Vejetatif Ağırlık (kg/ha)
Su uygulaması yok	μ_g	3141	0.22	0.035	14115	10974
	μ_b	3557	0.26	0.037	13681	10124
	σ	987.2452	0.095692	0.00824	5030.506	4774.836
	$Z=(\mu_g - \mu_b)/\sigma\bar{x}$	-0.42137	-0.41801	-0.24271	0.08627	0.17802
Sonuç		H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul
50 mm su uygulaması	μ_g	3953	0.31	0.041	12819	8866
	μ_b	3415	0.26	0.036	13135	9720
	σ	269.0545	0.04389	0.002536	2413.24	2099.167
	$Z=(\mu_g - \mu_b)/\sigma\bar{x}$	0.82674	1.13921	1.97181	-0.13094	-0.40683
Sonuç		H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Red	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul
100 mm su uygulaması	μ_g	3211	0.26	0.039	12373	9162
	μ_b	2940	0.23	0.035	12568	9626
	σ	650.7473	0.055185	0.001662	738.0145	1049.317
	$Z=(\mu_g - \mu_b)/\sigma\bar{x}$	0.41644	0.54363	2.40626	-0.26422	-0.44219
Sonuç		H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Red	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul

4.3.2. Pehlivan eşidi

Pehlivan eşidinin arazi çalışmaları ve benzetim sonuçlarına ilişkin (Ek 7, 8, 9, 10, 11, 12) tane verimi (kg/ha), hasat indeksi (oran), tane başına ağırlık (gr), biomas (kg/ha) ve vejetatif ağırlık (kg/ha) parametrelerinin hipotez testi sonuçları izelge 4.44 ve izelge 4.45’de verilmiştir.

Çizelge 4.44’den görüleceği gibi modelden hesaplanan verim değerleri 6342-6992 kg/ha, arazi ölçüm değerleri ise 5323-6631 kg/ha arasındadır. Denemenin ikinci yılında modelden elde edilen verim değerleri 3712-4332 kg/ha arasında değişirken araziden elde edilen değerler 2981-4029 kg/ha arasında değişim göstermektedir. Hipotez testi sonucunda bulunan Z değerleri ilk yıl -0.68414 ile 0.25319 aralığını gösterirken, ikinci yıl -1.69286, -1.20371, -0.92999 değerlerini almıştır. Bu durum her iki yılda da H_0 hipotezinin kabul edildiğini göstermektedir.

Hasat indeksi sonuçları izelge 4.44’den incelendiğinde; arazi ve modele ilişkin hasat indeks sonuçları denemenin birinci yılında 0.24-0.35, 0.29-0.38 arasındadır. Denemenin ikinci yılında ise 0.23-0.39, 0.29-0.44 arasındadır. Model ve araziden elde edilen hasat indeks değerlerinin ilk yıl -1.17808 ile 0.42844 Z değişim aralığında bulunduğu izlenebilir. Denemenin ikinci yılında ise hasat indeks değerleri -1.74273 ile -0.22586 Z aralığındadır. Pehlivan eşidi için elde edilen hasat indeks değerleri ve bunlara ilişkin test sonuçları H_0 hipotezinin kabul edildiğini göstermektedir.

Pehlivan buğday çeşidinin tane ağırlığı dikkate alındığında model birinci yıl su uygulamasız parseller için ortalama 0.066 gr değer belirlerken, 25 mm ve 50 mm su uygulama düzeylerinde değer 0.058 gr’a düşmüştür. Arazide ise su uygulamasız koşulda 0.065 gr, 25 mm su uygulama düzeyinde 0.059 gr ve 50 mm su uygulama düzeyinde ise ortalama 0.054 gr tane ağırlığı değeri ölçülmüştür. Model sonuçlarına göre ikinci yıl 0.048 gr ile 0.044 gr arasında tane ağırlık değerleri tahmin edilmiştir. Gerçekte bu değerlerin 0.047 gr ile 0.051 gr arasında ölçüldüğu izelge 4.45’de görülmektedir. Denemenin birinci yılında arazide sulamasız ve en düşük su uygulama düzeyi olan 25 mm denenen parsellerden elde edilen sonuçlar -0.52901 ve 0.1084 Z değerleriyle kontrol edildiğinde izelge 4.44’den de görülebileceği gibi model ve gerçek değerler benzerlik göstermektedir. Ancak 50 mm su uygulanan parsellerden elde

edilen arazi ölçüm sonuçları, benzetim sonuçları ile uyum sağlamamış nitekim $Z=-2.57663$ bulunmuştur. Dolayısıyla H_0 hipotezi red edilmiştir. Denemenin ikinci yılında su uygulamasız koşuldan elde edilen değerlere karşılık hesaplanan -0.17797 Z değeri sonucunda H_0 hipotezi kabul edilirken, 50 ve 100 mm su uygulama düzeyleri sonuçlarına göre hesaplanan 2.29416 ve 6.82048 Z değerleri H_0 hipotezinin red edildiğini göstermektedir.

Biomass değerleri ise her iki yıl birlikte incelendiğinde gerçekte elde edilen 22244 kg/ha ile 10321 kg/ha aralığına karşılık model 21869 kg/ha ile 9845 kg/ha aralığında biomass değeri belirlemiştir. Bütün uygulamalar dikkate alındığında ise test sonucu H_0 hipotezinin kabulünü sağlayacak -0.3229 ve 0.5661 arasında değerler almıştır.

Modelde sınanan parametrelerden biri olan vejetatif ağırlık değeri, arazide ilk yıl 12487, 13370 ve 16921 kg/ha ölçülürken ikinci yıl 6292, 8697 ve 10017 kg/ha ölçülmüştür. Benzetim sonuçları ise ilk yıl minimum -0.3229 Z sınırına karşılık maksimum 0.2076 değerini alırken ikinci yıl minimum 0.04766 , maksimum 0.5661 Z değerini vermektedir. Bu durumda H_0 hipotezi kabul edilmiştir.

Çizelge 4.44. Pehlivan Çeşidi İçin 2001-2002 Yılında Elde Edilen Arazi ve Model Benzetim Sonuçlarının Hipotez Testi Değerleri

		Tane Verimi (kg/ha)	Hasat İndeksi (oran)	Birim Tane Ağırlığı (gr)	Biyomas (kg/ha)	Vejetatif Ağırlık (kg/ha)
Su uygulaması yok	μ_g	6631	0.35	0.065	19117	12487
	μ_b	6992	0.38	0.066	18400	11408
	σ	1306.693	0.123844	0.00189	3453.805	4526.184
	$Z=(\mu_g - \mu_b) / \sigma \bar{x}$	-0.27627	-0.24224	-0.52901	0.2076	0.23839
Sonuç		H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul
2.5 mm su uygulaması	μ_g	6596	0.33	0.059	19966	13370
	μ_b	6344	0.30	0.058	20465	14121
	σ	995.2834	0.070021	0.009225	1545.363	2476.268
	$Z=(\mu_g - \mu_b) / \sigma \bar{x}$	0.25319	0.42844	0.1084	-0.3229	-0.30328
Sonuç		H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul
50 mm su uygulaması	μ_g	5323	0.24	0.054	22244	16921
	μ_b	6342	0.29	0.058	21869	18178
	σ	1489.454	0.042442	0.001552	3995.358	3031.582
	$Z=(\mu_g - \mu_b) / \sigma \bar{x}$	-0.68414	-1.17808	-2.57663	0.09386	0.45983
Sonuç		H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Red	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul

Çizelge 4.45. Pehlivan Çeşidi İçin 2002-2003 Yılında Elde Edilen Arazi ve Model Benzetim Sonuçlarının Hipotez Testi Değerleri

		Tane Verimi (kg/ha)	Hasat İndeksi (oran)	Birim Tane Ağırlığı (gr)	Biyomas (kg/ha)	Vejetatif Ağırlık (kg/ha)
Su uygulaması yok	μ_g	4029	0.39	0.047	10321	6292
	μ_b	4332	0.44	0.048	9845	5513
	σ	325.8113	0.0527	0.005619	840.8432	1015.756
	$Z=(\mu_g - \mu_b)/\sigma\bar{x}$	-0.92999	-0.94876	-0.17797	0.5661	0.76692
Sonuç		H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul
50 mm su uygulaması	μ_g	3899	0.31	0.051	12596	8697
	μ_b	4124	0.34	0.046	12129	8005
	σ	132.911	0.132824	0.002179	3834.836	3923.95
	$Z=(\mu_g - \mu_b)/\sigma\bar{x}$	-1.69286	-0.22586	2.29416	0.12178	0.17635
Sonuç		H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Red	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul
100 mm su uygulaması	μ_g	2981	0.23	0.051	12998	10017
	μ_b	3712	0.29	0.044	12800	9088
	σ	607.2915	0.034429	0.001026	4154	3576.526
	$Z=(\mu_g - \mu_b)/\sigma\bar{x}$	-1.20371	-1.74273	6.82048	0.04766	0.25975
Sonuç		H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Red	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul

4.3.3. Köksal-2000 Çeşidi

Köksal-2000 çeşidinin benzetim sonuçlarına ilişkin (Ek 13, 14, 15, 16, 17, 18) tane verimi (kg/ha), hasat indeksi (oran), tane başına ağırlık (gr), biomas (kg/ha) ve vejetatif ağırlık (kg/ha) parametrelerinin hipotez testi sonuçları Çizelge 4.46 ve Çizelge 4.47'de verilmiştir.

Çizelge 4.46'dan görüleceği gibi modelden hesaplanan verim değerleri 5780-6713 kg/ha, arazi ölçüm değerleri ise 5903-6493 kg/ha arasında değişmektedir. İkinci yılda ise modelin verdiği tane verimi değerleri 2618-3546 kg/ha arasında iken arazi ölçüm değerleri 2865-3143 kg/ha arasında değişmektedir. Denemenin birinci yılında hipotez testi sonucunda bulunan Z değerleri ise tüm sulama uygulamaları değerlendirildiğinde sırasıyla -0.2089, 0.20255 ve 0.64205 olarak hesaplanmıştır. Denemenin ikinci yılında hipotez testine göre hesaplanan Z değerleri ise -1.09857 ile 0.65852 değerleri arasında değişim göstermektedir. Benzer koşul denemenin ikinci yılında da görüldüğünden her iki yılda da H_0 hipotezi kabul edilmektedir.

Hasat indeksi sonuçları Çizelge 4.46'dan incelendiğinde; anılan dönem içerisinde gerçek indeks değerleri tüm su uygulama koşulları dikkate alındığında ortalama 0.32 bulunmuştur. Bitki benzetim modelinden ise bu değer ortalama 0.33 olarak benzetilmiştir. Çizelge 4.47'de ise denemenin ikinci yılına ilişkin gerçek indeksler ortalama 0.30 iken benzetim indeksleri ortalama 0.33'tür. Denemenin birinci yılında model ve araziden elde edilen hasat indeks değerlerinin -0.27164 ile 0.33476 Z değişim aralığında bulunduğu izlenebilir. Denemenin ikinci yılında hasat indeks değerlerinin değişim aralığı -0.49951 ile -0.26522'dir. Her iki deneme yılı için de Köksal-2000 çeşidine ait sonuçlar irdelendiğinde H_0 hipotezinin kabul edildiği görülmektedir.

Tane ağırlıkları dikkate alındığında birinci yıl modelin tahmin ettiği değerler su uygulamasız koşul için 0.054 diğer sulama koşulları için ise 0.049 bulunmuştur. Gerçek birim tane ağırlıkları ise 0.053, 0.050 ve 0.051 gr'dır. Her iki sınamada da ortalama birim tane ağırlığı 0.051 gr olmaktadır. Model sonuçlarına göre ise denemenin ikinci yılında 0.038, 0.036 ve 0.035 gr olarak belirlenen birim tane ağırlıkları arazi ölçümlerinden sırasıyla 0.037, 0.037 ve 0.038 gr olarak belirlenmiştir. Anılan

parametrenin istatistik analizi yapıldığında Z değerlerinin tüm su uygulama koşullarında sırasıyla -1.55543, 0.32236, 0.6647 olarak hesaplandığı Çizelge 4.46'da verilmiştir. Denemenin ikinci yılında ise tane ağırlıklarına ilişkin hesaplanan Z değerleri sırasıyla -1.03695, 0.76472 ve 1.53829 olmaktadır. Bu sonuçlara göre denemenin kurulduğu tüm yıllara ve tüm koşullara bakıldığında Çizelge 4.46 ve 4.47'de birim tane ağırlığı açısından H_0 hipotezi kabul edilmiştir.

Biyomas değerlerini incelediğimizde denemenin ilk yılında modelin benzetimi sonucunda 18645-19938 kg/ha biomas değerleri bulunmuştur. Arazi ölçüm değerleri ise 18358-19877 kg/ha arası değerlerdir. Denemenin ikinci yılında ise modelden elde edilen biomas değeri 9328-10053 kg/ha, arazi ölçüm değerleri ise 9157-12149 kg/ha arasında değişmektedir. Yine Çizelge 4.46'da bu parametreye ilişkin sonuçlardan Z değerleri sırasıyla 0.14954, -0.2605 ve -0.13711'dir. Çizelge 4.47'de ise denemenin ikinci yılı için test sonuçlarının -0.31655 ile 0.62302 aralığında değiştiği de gözlenebilir.

Modelden tahminlenen vejetatif ağırlık değeri denemenin ilk yılında sırasıyla 11934-14156-12865 kg/ha, denemenin ikinci yılında ise 6038-6635-6716 kg/ha olarak bulunmuştur. Araziden ölçüm yapılan sonuçlara baktığımızda ise ilk yıl elde edilen minimum değer 12446 kg/ha maksimum değerin ise 13926 kg/ha olduğu denemenin ikinci yılında ise minimum 6014 kg/ha'a karşılık maksimum 8347 kg/ha'ın elde edildiği Çizelge 4.46 ve 4.47'de verilmiştir. Tüm bu verilerin ışığı altında her iki yılı birlikte incelediğimizde istatistiksel değerlendirmelere göre Z testi sonuçları H_0 hipotezinin kabulünü sağlayacak değer aralığına düşmektedir.

Çizelge 4.46. Köksal-2000 Çeşidi İçin 2001-2002 Yılında Elde Edilen Arazi ve Model Benzetim Sonuçlarının Hipotez Testi Değerleri

	Tane Verimi (kg/ha)	Hasat İndeksi (oran)	Birim Tane Ağırlığı (gr)	Biyomas (kg/ha)	Vejetatif Ağırlık (kg/ha)	
Su uygulaması yok	μ_g	6493	0.34	0.053	18939	12446
	μ_b	6713	0.36	0.054	18647	11934
	σ	1053.138	0.073627	0.000643	1952.603	2379.659
	$Z=(\mu_g - \mu_b) / \sigma \bar{x}$	-0.2089	-0.27164	-1.55543	0.14954	0.21516
Sonuç	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	
25 mm su uygulaması	μ_g	5951	0.30	0.050	19877	13926
	μ_b	5782	0.29	0.049	19938	14156
	σ	834.3478	0.019858	0.003102	2341.488	1666.775
	$Z=(\mu_g - \mu_b) / \sigma \bar{x}$	0.20255	0.50358	0.32236	-0.02605	-0.13799
Sonuç	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	
50 mm su uygulaması	μ_g	5903	0.32	0.051	18358	12455
	μ_b	5780	0.31	0.049	18645	12865
	σ	191.5724	0.029872	0.003009	2093.147	1976.382
	$Z=(\mu_g - \mu_b) / \sigma \bar{x}$	0.64205	0.33476	0.6647	-0.13711	-0.20745
Sonuç	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	

Çizelge 4.47. Köksal-2000 Çeşidi İçin 2002-2003 Yılında Elde Edilen Arazi ve Model Benzetim Sonuçlarının Hipotez Testi Değerleri

		Tane Verimi (kg/ha)	Hasat İndeksi (oran)	Birim Tane Ağırlığı (gr)	Biyomas (kg/ha)	Vejetatif Ağırlık (kg/ha)
Su uygulaması yok	μ_g	3143	0.34	0.037	9157	6014
	μ_b	3546	0.37	0.038	9584	6038
	σ	366.8392	0.060058	0.000964	1348.904	1399.429
	$Z=(\mu_g - \mu_b) / \sigma \bar{x}$	-1.09857	-0.49951	-1.03695	-0.31655	-0.01715
Sonuç		H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul
50 mm su uygulaması	μ_g	3802	0.31	0.037	12149	8347
	μ_b	3418	0.34	0.036	10053	6635
	σ	642.9342	0.130311	0.001308	3364.263	3912.926
	$Z=(\mu_g - \mu_b) / \sigma \bar{x}$	0.59726	-0.23022	0.76472	0.62302	0.43752
Sonuç		H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul
100 mm su uygulaması	μ_g	2865	0.26	0.038	11033	8168
	μ_b	2612	0.28	0.035	9328	6716
	σ	384.1966	0.075408	0.00195	3905.205	3568.405
	$Z=(\mu_g - \mu_b) / \sigma \bar{x}$	0.65852	-0.26522	1.53829	0.4366	0.4069
Sonuç		H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul	H ₀ Kabul

5. TARTIŞMA

Tarımsal yetiştiricilikteki birçok soruna yanıt aramak için oluşturulan modeller; bitki gelişimi sırasında meydana gelen olayların analizi (sulama, hava ve toprak sıcaklığındaki değişimler, kuraklık vb.), bitki veriminin 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-iklim modellerinin oluşturulmasının başlıca nedenleri; mevcut koşulları tanımlamak, araştırmalardaki eksiklikleri gidermek, öncelikleri belirlemek, bilgileri bir bütün haline getirmek ve disiplinler arası koordinasyonu sağlamaktır (Sezen 1998).

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).

Modellerin en önemli yararlarından biri de, çok uzun zaman gerektiren araştırmaların sonuçlarının kısa zamanda elde edilmesini sağlamasıdır. Herhangi bir tarımsal uygulamanın verim üzerine etkisini belirlemek amacıyla 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).

Bu çalışmada, açıklamalı bitki-iklim modellerinden olan DSSAT'ın V4 sürümünün Bursa ve yöresinde yetiştirilen Gönen, Pehlivan ve Köksal-2000 buğday çeşitlerinin verim ve verim parametrelerinin tahminlenmesinde kullanılabileceği söylenebilir. Ancak çalışmanın yürütüldüğü iki yılın birbirinden farklı iklim özellikleri ve arazi koşullarının yanısıra, meteorolojik verilerin deneme alanını temsil edip etmeme durumu, sonuçların güvenilirliğindeki belirsizlikleri oluşturmaktadır. Bu amaçla yürütülen çalışmalarda olanaklar ölçüsünde iklim gözlemlerinin araştırma alanında yapılması, iklim etkenlerinin (yağış gibi) ve taban suyunun izlenmesi, su-verim ilişkisinin analizinde önem kazanmaktadır. Ayrıca DSSAT V4 modelinde eski versiyonlarda mevcut olan GENCALC paket programının olmayışı, model açısından

büyük bir eksiklik olarak görülmüştür. Nitekim modelde benzetim yapılırken kullanılan genetik katsayıların hesaplanmasında hangi yaklaşımın ele alındığı ve bu bağlamda modele müdahale edilememesi de diğer bir sorunu oluşturmaktadır. Ancak elde edilen sonuçlar ışığında, büyük ölçekte buğday verim ve buna bağlı diğer parametrelerin sezinlenmesinde, DSSAT V4 bitki-iklim modelinin kullanılabileceği söylenebilir. Modele ilişkin benzer bir sonuç Panda ve ark. (2003) tarafından elde edilmiş, çalışmada verim ve taban suyu seviyelerinin gerçek ve benzetim değerinin paralellik gösterdiği belirtilmiştir.

5.1. Tane Verimi

Farklı genotip özelliklere sahip üç ekmeklik buğday çeşidinin modelden elde edilen tane verimleri istatistiki olarak değerlendirildiğinde, gerçek değerlerle uyum sağladığı belirlenmiştir. Denemenin ilk yılında tüm çeşitler dikkate alındığında, Z değeri minimum -0.80461 maksimum 0.64205 arasında, denemenin ikinci yılında ise hesaplanan Z değeri minimum -1.69286 maksimum 0.82674 arasındadır. Araziden elde edilen verim değerlerine göre denemenin ilk yılında en az verim 5323 kg/ha ile 50 mm su uygulanan Pehlivan çeşidinden, en fazla verim ise 6738 kg/ha ile 50 mm su uygulanan Gönen çeşidinden elde edilmiştir. Model sonuçlarına göre ise en az verim 5780 kg/ha ile 50 mm su uygulanan Köksal-2000 çeşidinden en fazla verim ise 7427 kg/ha ile 25 mm su uygulanan Gönen çeşidinden elde edilmiştir. Araziden elde edilen verim değerlerine göre ikinci yıl ise en az tane verimi 2865 kg/ha 100 mm su uygulanan Köksal-2000 çeşidinde, en fazla tane verimi ise 4029 kg/ha ile su uygulanmayan Pehlivan çeşidinde görülmüştür. Model sonuçlarına göre ise en az verim 2612 kg/ha ile yine 100 mm su uygulanan Köksal-2000 çeşidinde, en fazla verim ise yine arazi sonuçlarında olduğu gibi 4332 kg/ha ile su uygulanmayan Pehlivan çeşidinden elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, Gönen çeşidinin Pehlivan ve Köksal-2000 çeşitlerine göre sulamaya daha duyarlı bir çeşit olduğunu söylemek mümkündür. Anonim (1992) ve Anonim (2000a)'da da Gönen çeşidinin sulamaya çok elverişli ve kurağa orta dayanıklı bir çeşit olduğu, Pehlivan ve Köksal-2000 çeşitlerinin ise soğuğa ve kurağa dayanıklı oldukları, hatta kıraç koşullarda da ekiminin tavsiye edildiği bildirilmektedir.

Model ve araziden elde edilen yıllık ortalama verimlere bakıldığında 2001-2002 vejetasyon döneminde modelden ve araziden elde edilen sonuçlar arasındaki fark en az % 2.1 en fazla % 19.4, 2002-2003 periyodunda ise en az % 5.8 en fazla % 24.5 olarak gerçekleşmiştir.

Denemenin birinci yılında Gönen çeşidi için su uygulanmayan konuyla su uygulanan konular arasındaki model ve gerçek sonuçlar arasındaki değişim % 9.50-% 8.46, Pehlivan çeşidinde % 9.26-% 9.30, Köksal-2000 çeşidinde ise % 13.87-% 13.90 arasındadır. Burada Pehlivan ve Köksal-2000 çeşitlerinin su uygulama düzeylerinin artmasıyla verimlerinin azaldığı, Gönen çeşidinin ise veriminin arttığı görülmektedir.

Denemenin ikinci yılında Gönen çeşidi için su uygulanmayan konuyla su uygulanan konular arasındaki model ve gerçek sonuçlar arasındaki değişim % 4.00-% 17.30, Pehlivan çeşidinde % 4.80-% 14.30, Köksal-2000 çeşidinde ise % 3.60-% 26.30 arasındadır. Bu durum Çaldağ ve ark. (2001) ve Çaldağ (2000)'ın Kırklareli'de aynı çeşitte yürüttüğü çalışma ile paralellik göstermektedir. Çalışmada yağışın % 10 oranında arttığı dönemde 9648 kg/ha olarak hesaplanan toplam kuru madde miktarı, aynı oranda azalış senaryosu için ise 10329 kg/ha değerini belirlemiştir. Bu durumda söz konusu yağış artışının toplam kuru madde miktarını % 3.7 azaltacağı, yağış azalışı durumunda ise % 3.2'lik bir artışın gerçekleşeceği söylenebilir. Bu çalışmada ele alınan 1998-1999 buğday gelişme döneminde yağış ile verim arasındaki ters orantı tane verimine de yansımıştır. Sezonluk yağıştaki değişim oranının % 20'ye yükseltilmesi durumunda özellikle buğdayın sapa kalkma aşamasından sonraki dönemde toplam kuru madde miktarının etkilendiği belirlenmiştir. % 20'lik yağış artışı sonucunda toplam kuru madde miktarı 9661 kg/ha değerine düşmüştür. Aynı orandaki azalış senaryosunun sonucu ise 10824 kg/ha değerini vermiştir. Bu miktarların yüzde olarak verdiği sonuçlar ise sırasıyla % 8.2'lik azalış ve % 3.5'lik artış oranları olmuştur. Sonuç olarak anılan çalışmada uygulanan benzetimler sonucunda Pehlivan tipi buğdayın toprak su içeriğindeki azalmalara verdiği tepkilerin, artışinkilere nazaran daha yüksek olduğu saptanmış ve yağış azalışının verimin yükseltilmesi, artışının ise verimin düşmesi şeklinde reaksiyon gösterdiği belirlenmiştir.

Modelden ve araziden elde edilen verilerin özellikle denemenin ikinci yılında daha düşük bulunması ekimden önce düşen aşırı yağışlara bağlıdır. Ekim ayında toplam 119.3 mm ölçülen yağış ekim zamanı olan 18 Kasım'a dek aralıklı olarak sürmüş ve

denemenin ekimleri nemi yüksek toprağa yapılmak zorunda kalmıştır. Bu dönemde yine özellikle şubat ayında 106.2 mm, Nisan ayında da 112.1 mm toplam yağış ile karşılaşmıştır. Bu nem fazlalığına Mayıs ve Haziran ayında yapılan toplam 100 mm ve 200 mm'lik sulamaların yanı sıra toprağın ağır bünyeli oluşu ve arazi koşulları da eklenince verimde düşüş gözlenmiştir. Nitekim bitkilerin gelişim dönemleri uzadığı gibi m²'ye atılan 550 adet taneden çıkan bitki sayısı ortalama olarak 400 civarında gözlenmiştir.

Denemeden elde edilen verilerin varyans analizi ve testi sonucunda su uygulama düzeyleri çeşitler arasında önemli bir farklılık yaratmamıştır. Çalışmadan elde edilen tane verimi değerleri hipotez testi ile kontrol edildiğinde ise her iki yılda da H₀ hipotezi kabul edilmekte ki bu da model benzetim sonuçlarının araziden elde edilen gerçek sonuçlara uyumlu olduğunu göstermektedir. Bu durumda modelin yarı nemli iklim koşullarında buğday tane verimlerini sezinlemede güvenilir bir biçimde kullanılabilceği söylenebilir.

5.2. Hasat İndeksi

Denemede kullanılan Gönen, Pehlivan ve Köksal-2000 çeşitlerinin modelden elde edilen hasat indeks değerleri araziden elde edilen değerlere oldukça yakın bulunmuştur. Bu çalışmada ilk yıl tüm çeşitlerde Z değeri minimum -1.17808 maksimum 0.50358 aralığında kalmakta, ikinci yılda ise Z değeri minimum -1.74173 maksimum 1.13921 arasında olduğundan H₀ hipotezi kabul edilmektedir. Araziden elde edilen verilere göre denemenin ilk yılında en az hasat indeks değerini 0.24 ile 50 mm su uygulanan Pehlivan çeşidi, en fazla değeri ise 0.42 ile 25 mm su uygulanan Gönen çeşidi vermiştir. Model sonuçlarına göre ise en az hasat indeks değeri 0.29 ile 50 mm su uygulanan Pehlivan çeşidi ve 25 mm su uygulanan Köksal-2000 çeşitlerinden en fazla değer ise 0.41 ile 25 ve 50 mm su uygulanan Gönen çeşidinden elde edilmiştir. Denemenin ikinci yılında araziden elde edilen verilere göre en az hasat indeks değeri 0.22 ile su uygulanmayan Gönen çeşidinden en fazla değer ise 0.39 ile su uygulanmayan Pehlivan çeşidinden elde edilmiştir. Model sonuçlarına göre ise en az değer 0.23 ile 100 mm su uygulanan Gönen çeşidinden en fazla değer ise 0.44 ile Pehlivan çeşidinden ve su uygulanmayan konudan elde edilmiştir. Sezen ve

ark.(1998)'nın Adana'da 1998 yılında aynı modeli kullanarak Seri-82 buğday çeşidi ile yürüttüğü çalışmada olduğu gibi, verim artışıyla hasat indeksi artış, verim azalışıyla hasat indeksi azalış göstermiştir.

Denemeden elde edilen verilerin varyans analizi ve hipotez testi sonucunda birinci yıl ve ikinci yıl denemede uygulanan su düzeylerinde, çeşit-su etkileşiminde ve denemede kullanılan çeşitlerde, hasat indeks değerleri açısından bir farklılık belirlenmemiştir. Modelden elde edilen hasat indeks değerleri hipotez testi ile kontrol edildiğinde ise her iki yılda da H_0 hipotezi kabul edilmektedir. Bu sonuca göre model tarafından benzetimi yapılan hasat indeks değerleri araziden elde edilen gerçek sonuçlara uyumlu olduğundan model ile hasat indeks değerlerini sezinlemek mümkündür.

5.3. Birim Tane Ağırlığı

Önemli verim parametrelerinden biri olan tane ağırlığı çeşitler açısından incelendiğinde; denemenin ilk yılında tüm çeşitler için hipotez testi sonucunda Z değeri minimum -2.57663 maksimum 0.6647 arasında elde edilmiştir. Değerler çeşitler açısından incelendiğinde Gönen ve Köksal-2000 çeşitleri için H_0 hipotezi kabul edilirken, Pehlivan çeşidinin 50mm su uygulama düzeyi için red edilmiştir. Denemenin ikinci yılında ise Z değeri minimum -1.03695, maksimum 6.82048 sınırlarındadır. Bu değerlere çeşitler açısından baktığımızda ise Gönen ve Pehlivan çeşidinin su uygulanmayan konusunda H_0 hipotezi kabul edilirken, 50 ve 100 mm su uygulama koşulları için H_0 hipotezi red edilmiştir. Köksal-2000 çeşidinde ise tüm sulama konuları için H_0 hipotezi kabul edilmiştir. Nitekim Köksal-2000 çeşidinin araziden ölçülen ve modelden elde edilen birim tane ağırlık değerleri tüm sulama konularında birbirine yakın bulunmuştur. Araziden elde edilen tane ağırlık değerlerine göre denemenin ilk yılında en az ağırlığı 0.049 g ile 25 mm su uygulanan Gönen çeşidi vermekte, en fazla ağırlığı ise 0.065g ile su uygulanmayan Pehlivan çeşidi vermektedir. Model sonuçlarına göre ise en az tane ağırlığı 0.049 g ile 50 ve 100 mm su uygulanan Köksal-2000 çeşidinden, en fazla ağırlık ise 0.066 g ile su uygulanmayan Pehlivan çeşidinden elde edilmiştir. İkinci yıl ise araziden en az tane ağırlığı 0.035 g ile su uygulanmayan Gönen çeşidinden, en fazla tane ağırlığı ise 0.051 ile 50 ve 100 mm su uygulanan Pehlivan

çeşidinden elde edilmiştir. Model sonuçlarına göre ise en az tane ağırlığı 0.035 g ile 100 mm su uygulanan Gönen ve Köksal-2000 çeşitlerinden, en fazla ağırlık ise su uygulanmayan Pehlivan çeşidinden elde edilmiştir.

Modele göre, farklı su uygulama düzeylerinde birim tane ağırlıkları denemenin yürütüldüğü her iki yılda ve Pehlivan çeşidinde en yüksek değerleri vermiştir. İkinci yıl Gönen çeşidinin tane ağırlığı ise Köksal-2000 çeşidine yakın bulunmuştur. Nitekim bu durum Yürür (1994), Anonim (2000b) ve Anonim (2001a) dikkate alındığında ortaya çıkan bin tane ağırlığı sıralamasına Pehlivan>Gönen>Köksal-2000 uyumlu bulunmaktadır. Modelin birim tane ağırlığı benzetimleri ise Sezen ve ark. (1998)'de de belirtildiği gibi verime benzer tavır göstermiştir.

Denemeden elde edilen verilerin varyans analizi ve testi sonucunda Pehlivan çeşidi 0.07 g ile en yüksek tane ağırlığı değeri ile birinci grupta yerilirken, Gönen ve Köksal-2000 çeşitlerinden her ikisi de 0.06 g ile eşit tane ağırlığı değeri ile aynı grupta yerilmiştir. Çalışmadan elde edilen birim tane ağırlığı değerleri hipotez testi ile kontrol edildiğinde ise ilk yıl Gönen ve Köksal-2000 çeşitleri için, ikinci deneme yılında ise Köksal-2000 çeşidi için model gerçeği yansıtmaktadır. Denemenin ikinci yılında su uygulama düzeylerindeki artışa karşılık birim tane ağırlıklarında azalış gözlenmiştir.

5.4. Vejetatif Ağırlık

Vejetatif ağırlıkları bakımından üç çeşit değerlendirildiğinde, denemenin ilk yılı için hesaplanan Z değeri minimum -1.10466 maksimum 0.45983, ikinci yılında ise minimum -0.40683 maksimum 0.76692 arasında elde edilmiştir. Bu durumda her iki deneme yılında da H_0 hipotezi kabul edilmektedir. Araziden elde edilen vejetatif ağırlık değerlerine göre denemenin birinci yılında en az vejetatif ağırlık değeri 8939 kg/ha ile 25 mm su uygulanan Gönen çeşidinde görülürken, en fazla değer 16921 kg/ha ile 50 mm su uygulanan Pehlivan çeşidinden elde edilmiştir. Denemenin ikinci yılında ise en az vejetatif ağırlık değeri 6014 kg/ha ile su uygulanmayan Köksal-2000 çeşidinde görülürken, en fazla vejetatif ağırlık 10974 kg/ha ile su uygulanmayan Gönen çeşidinden elde edilmiştir. Model sonuçlarına göre ise en az vejetatif ağırlık değeri ilk yıl 10587 kg/ha ile 50 mm su uygulanan Gönen çeşidinden, en fazla ise 18178 kg/ha ile 50 mm su uygulanan Pehlivan çeşidinden elde edilmiştir. Araziden elde edilen verim

değerlerine göre ikinci yıl ise en az vejetatif ağırlık 6014 kg/ha su uygulanmayan Köksal-2000 çeşidinde, en fazla ise 10974 kg/ha ile su uygulanmayan Gönen çeşidinde görülmüştür. Model sonuçlarına göre ise en az vejetatif ağırlık değeri 5513 kg/ha ile su uygulanmayan Pehlivan çeşidinde, en fazla vejetatif ağırlık ise yine arazi sonuçlarında olduğu gibi 10124 kg/ha ile su uygulanmayan Gönen çeşidinden elde edilmiştir.

Denemeden elde edilen verilerin varyans analizi ve testi sonucunda su uygulama düzeyleri çeşitler arasında % 5 olasılık düzeyinde farklılık yaratmıştır. Pehlivan çeşidi 14259 kg ile en yüksek vejetatif ağırlık değeri verirken bu çeşidi 13240 kg ile Köksal-2000 ve 10060 kg ile Gönen çeşitleri izlemiştir.

Çalışmadan elde edilen vejetatif ağırlık değerleri hipotez testi ile kontrol edildiğinde ise her iki yılda da H_0 hipotezi kabul edilmekte ki bu da model benzetim sonuçlarının araziden elde edilen gerçek sonuçlara uyumlu olduğunu göstermektedir. Bu durumda modelden vejetatif ağırlıkları sezinlemek mümkündür.

5.5. Biomas

Farklı genotip özelliklere sahip üç ekmeklik buğday çeşidinin modelden elde edilen biomas değerleri istatistiki olarak değerlendirildiğinde gerçek değerlere uyum sağladığı belirlenmiştir. Nitekim denemenin ilk yılında tüm çeşitler dikkate alındığında Z değeri minimum -1.34129 maksimum 0.34924 arasında, denemenin ikinci yılında ise minimum -0.31655 maksimum 0.62302 arasında elde edilmiştir. Bu durumda H_0 hipotezi kabul edilmektedir. Araziden elde edilen verilere göre denemenin ilk yılında en az biomas değerini 15231 kg/ha ile su uygulanmayan Gönen çeşidi vermekte, en fazla değeri ise 22244 kg/ha ile 50 mm su uygulanan Pehlivan çeşidi vermektedir. Model sonuçlarına göre ise en az biomas değeri 17850 kg/ha ile arazi sonuçlarında olduğu gibi su uygulanmayan Gönen çeşidinden, en fazla değer ise 21869 kg/ha ile 50 mm su uygulanan Pehlivan çeşidinden elde edilmiştir. Araziden elde edilen biomas değerlerine göre ikinci yıl ise en az biomas değeri 9157 kg/ha su uygulanmayan Köksal-2000 çeşidinde, en fazla değer ise 14115 kg/ha ile su uygulanmayan Gönen çeşidinde görülmüştür. Yine aynı yıl model sonuçlarına göre ise en az biomas değeri 9328 kg/ha ile 100 mm su uygulanan Köksal-2000 çeşidinden, en fazla biomas ise yine

arazi sonuçlarında olduğu gibi 13681 kg/ha ile su uygulanmayan G6nen 7eşidinden elde edilmiştir.

Her iki yılda da H_0 hipotezi kabul edildiğinden model benzetim sonuçları araziden elde edilen ger7ek sonuçlara uyumludur. Bu durumda modelden biomas değerlerinin güvenilir bir biçimde sezinlenebileceği söylenebilir.

KAYNAKLAR

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.

ANONİM, 1992. "Hububat Tohumculuğunda TİGEM", Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Ankara, s.60, 1992.

ANONİM, 1994. Türkiye İstatistik Yıllığı. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Yayınları, Yayın No: 1720.

ANONİM, 2001a. Tarım Ve Köyişleri Bakanlığı Tohumluk Tescil Ve Sertifikasyonu Müdürlüğü Ankara Çeşit Kataloğu s.4.

ANONİM, 2001b. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Bursa Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Kayıtları, Bursa.

ANONİM, 2001c. Devlet İstatistik Enstitüsü. Tarımsal Yapı İstatistikleri. Ankara.

ANONİM, 2003. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Bursa Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Kayıtları, Bursa.

BENLİ, E. ve A. TOKGÖZ. 1981. İklim Verilerinden Yararlanarak Buğday Üretiminde Verim Tahmini. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Yayınları: 26/3, Ankara, s. 89-106.

BENLİ, E., A. BALABAN, S. KODAL, S. OLGUN, M.A. TOKGÖZ, F. ÖZTÜRK, F. SELENAY, L. ŞAYLAN, Y.E. YILDIRIM. 1990. Türkiye Buğday Üretiminde Verim Tahmini. Ankara Üniversitesi Yayınları: 1191, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 654, Ankara, 52 s.

BÖTTCHER, F., 1993. Science and Fiction of the Greenhouse Effect and Carbondioxide, Change, Research and Policy Newsletter on Global Change. 13:3-5.

BRIGGLE, L.W., 1980. Origin and Botany of Wheat in "Wheat" E. Hafliger (Ed) p.6-13.

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

CHARLES-EDWARDS, D.A., D. DOLEY, G.M. RIMMINGTON. 1986. Modelling Plant Growth and Development. Sydney: Academic Pres, 1986.

CHIPANSHI, A.C., E.A. RIPLEY, R.G. LAWFORD. 1999. Large-scale Simulation of Wheat Yields in a Semi-arid Environment Using a Crop-growth Model. Agricultural Systems (59), p.57-66.

CIMMYT, 1989. 1987-88 CIMMYT World Wheat Facts and Trends: The Wheat Revolution Revisited: Recent Trends and Future Challanges. Mexico, DF: CIMMYT.

CIMMYT, 1991. 1990-91 CIMMYT World Wheat Facts and Trends: The Wheat and Barley Production in Rainfed Marginal Environments of the Developing World. Mexico, DF: CIMMYT.

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

ÇALDAĞ, B., L. ŞAYLAN, O. ŞEN. 2000. Prediction of Climate Change Effect on Wheat by a Crop-Weather Simulation Model. 2nd International Symposium on New Technologies for Environmental Monitoring and Agro- Applications, AGROENVIRON 2000, 18-20 October 2000 Tekirdağ / Turkey .8-11. p.274-280.

ÇALDAĞ, B., L. ŞAYLAN, O. ŞEN, H. TOROS, F. BAKANOGULLARI. 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.

DEMİR, A.O., A. KORUKÇU, S. YAZGAN. 1996. Bursa Koşullarında Karık ve Damla Sulama Yöntemleri İle Sulanan Çileğin Verim ve Sulama Suyu Gereksinimi. 5. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, Kültürteknik Derneği, 30 Mart-2 Nisan 1995, Kemer-Antalya, s. 423-436.

DOĞAN, R., N. ÇELİK, İ. TURGUT. 2001. Saraybosna Ekmeklik Buğday Çeşidinde Uygun Ekim Sıklığı ve Azot Miktarının Belirlenmesi İle İlgili Bir Araştırma. U.Ü. Ziraat Fak. Dergisi (1996) 12: 127-135

DOORENBOS, J., A.H. KASSAM. 1979. Yield Response to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper No:33. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, p. 164-170.

DURAK, M., 1997. CRPSM Bitki İklim Modelinin Analizi ve Çalıştırılması. Lisans tezi, İTÜ, 1-84.

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.

EKERYILMAZ, A. 1995. Uludağ Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Arazisinde İklim Verilerinden Yararlanılarak Ekim Zamanının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 107 s.

ERTAŞ, R. 1980. Konya Ovasında Buğdayın ve Şeker Pancarının Lizimetrede Saptanan Su Tüketimleri, Konya Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No:71, Rapor Yayın No:57 Konya.

FRANCESCO, N. TUBIELLO, T. MAHATO, T. MORTON, J.W. DRUITT, T. VOLK AND B.D.V. MARINO 1999. Growing wheat in Biosphere 2 under elevated CO₂: Observations and Modeling. *Ecological Engineering*, 13(1-4):273-286.

FRANZINI, E. 1993. Agrarmeteorologische Untersuchungen an Pferdebohne (*Vicia faba* L.) und Sojabohne (*Glycine max* L.) anhang zweier Pflanzenwachstums simulationsmodelle, Dissertation, Wien,4-8.

FREUND, J. E., R. E. WALPOLE 1980. *Mathematical Statistics*. Prentice-Hall International Inc. London. Third Edition. p.391.

GENÇOĞLAN, C. 1996. Mısır Bitkisinin Su-Verim İlişkileri, Kök Dağılımı İle Bitki Su Stresi İndeksinin Belirlenmesi ve CERES-Maize Bitki Büyüme Modelinin Yöreye Uygunluğunun İrdelenmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi, 220 s.

GHAFFARI, A., F. COOK AND H. C. LEE 2001. Simulating Winter Wheat Yields under Temperate Conditions: Exploring Different Management Scenarios. *European Journal of Agronomy*,15(4):231-240.

GUSTA, L.V., and T.H.H. CHEN. 1987. The Physiology of Water and Temperature Stress in "Wheat and Wheat Improvement" E.G. Heyne (Ed.) p.115-150.

GÜLER, M. 1987. Orta Anadolu Yıllık Meteorolojik Verileri Buğday Verimi ve İlişkisi, Bu İlişkinin Verim Tahmininde Kullanılması. Türkiye Tahıl Simpozyumu, TÜBİTAK, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bursa, 6-9 Ekim 1987, s.271-279.

GÜNGÖR, H., K. ÖĞRETİR 1979. Eskişehir Koşullarında Lizimetrede Yetiştirilen Şeker Pancarı, Buğday, Mısır ve Patatesin Su Tüketimleri. TOPRAKSU Genel Müdürlüğü Eskişehir Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Eskişehir.

GÜRSAKAL, N. 1995. Bilgisayar Uygulamalı İstatistik-II. Marmara Kitabevi, VIII, s. 89. Bursa.

HILL, R.W., A.M. ASCE, A.A. KELLER. 1983. Crop Yield Models Adapted to Irrigation Scheduling. Proceedings of the Specialty Conference on Advances in Irrigation and Drainage. Surviving External Pressures ASCE/Jackson, Wyoming, July 20-22.

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

HOOGENBOOM, G., JONES, J.W., BOOTE, K.J., 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.

HOOGENBOOM, G., J.W. JONES, C.H. PORTER, K.J. BOOTE, W.D. BATCHELOR, L.A. HUNT, A.J. GIJSMAN, P.W. WILKENS, U. SINGH, W.T. BOWEN, 2003. DSSAT V4 Cropping System Simulation Model Chapter 3, p:2.

HOOGENBOOM, G., J.W. JONES, C.H. PORTER, P.W. WILKENS, K.J. BOOTE, W.D. BATCHELOR, L.A. HUNT, G.Y. TSUJI, 2003. DSSAT V4 Volume 1, Intraduction to DSSAT V4 , p:6.

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. Agron. J. Vol.85, p. 1090-1094.

HUNT, L.A., 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, p.1-43.

IGLESIAS, A., C. ROSENZWEIG AND D. PEREIRA 2000. Agricultural impacts of climate change in Spain: developing tools for a spatial analysis. Global Environmental Change,10(1):69-80.

İLBEYİ, A. 1988. Ankara Yöresinde Sap Malçının Buğday Verimine Nem Muhafazasına ve Nitrat Birikimine Etkisi. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, 30s. Ankara.

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.

JONES, J.W., G. HOOGENBOOM 2004. Introduction to DSSAT V4 Chapter1 p.7.

KADIOĞLU, M. AND L. ŞAYLAN, 2000. Trends of Growing Degree-Days in Turkey, J. Of Water, Air, & Soil Pollution (in press).

KARATOPRAK, G. ve N. DİNÇER 1999. Çukurova Bölgesi İçin Uygun Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Türkiye III. Tarla Bitkileri Kongresi, 343-348, 15-18 Kasım, Adana .

KATKAT, A.V., N. ÇELİK, N. YÜRÜR ve M. KAPLAN 1987. Ekmeklik Cumhuriyet-75 Buğday Çeşidinin Azotlu ve Fosforlu Gübre İsteğinin Belirlenmesi. Türkiye Tahıl Sempozyumu. Bursa 1987.

KIRTOK, Y. 1987. Genel Tarla Bitkileri (Serin ve Sıcak İklim Tahılları). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No.30, 105 s.

KONAK, C., M. AKÇA ve İ. TURGUT 1999. Aydın İli Koşullarına Uyumlu Buğday Çeşitlerinin Belirlenmesi. Türkiye III. Tarla Bitkileri Kongresi, 15-18 Kasım, Cilt-I . Genel ve Tahıllar, S.99-104, 17-21 Eylül, Tekirdağ.

KORKUT, K. Z., İ. BAŞER ve O. BİLGİN 2001. İleri Ekmeklik Buğday Hatlarının (*Triticum aestivum* L.) Verimi ve Bazı Agronomik Karakterler Yönünden Değerlendirilmesi. Türkiye IV. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt I, Tahıllar ve Yemelik Tane Baklagiller, S:99-104, 17-21 Eylül, Tekirdağ.

KORUKÇU, A. ve İ. ARICI. 1987. Kimi Tahıl Türlerinde Sulamanın Etkinliği. Türkiye Tahıl Sempozyumu, TÜBİTAK ve Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 6-9 Ekim 1987, s. 201-207.

KORUKÇU, A., İ. ARICI, S. YAZGAN, K.S. GÜNDOĞDU. 1989. Bursa ve Yöresinde Su Kaynaklarına İlişkin Sorunlar. Marmara Bölgesinde Verimlilik Sorunları Sempozyumu, Milli Produktivite Merkezi Yayınları, 387, s. 109-119.

KORUKÇU, A. ve H. DEĞİRMENCİ. 1993. U.Ü. Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Arazisinin Drenaj Sorunları ve Çözüm Yolları Üzerinde Bir İnceleme. U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt:9, s. 151-161.

LANDAU, S., R.A.C. MITCHELL, V. BARNETT, J.J. COLLS, J. CARIGON, K.L. MOORE, R.W. PAYNE. 1998. Testing Winter Wheat Simulation Models Predictions Against Observed U.K. Grain Yields. Agricultural and Forest Meteorology (89), p.85-99.

MADRAN, N. 1991. Yeni Tarım Kılavuzu. Hacettepe Taş Yayınları, 83 s.

MORRIS, L.M., A.BELAID and D. BYERLEE. 1991. Wheat and Barley Production in Rainfed Marginal Environments of the Developing World. Part 1 of 1990-91 CIMMYT World Wheat Facts and Trends. Mexico DF:CIMMYT

PANDA, R.K., S.K. BEHERA and P.S. KASHYAP. 2003. Effective Management of Irrigation Water for Wheat Under Stressed Conditions. Agricultural Water Management. Volume 63, November 2003, p. 37-56.

PAPAJORGJI, P., J.W. JONES, R.M. PEART, B. CURRY. 1994. Using Crop Models and Geographic Information Systems to Study the Impact of Climate Change in the Southeastern USA. Soil and Crop Science Society of Florida 53: p. 82-86.

PENNING DE VRIES, F.W.T., JANSEN, D.M., TEN BERGE, H.F.M. VE BAKEMA, A. 1989. Simulation of ecophysiological processes of growth in several annual crops, Pudoc Wageningen, 1-18.

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

RITCHIE, J.T., S. OTTER, 1985. Description and Performance of Ceres-Wheat A User-Oriented Wheat Yield Model. ARS Wheat Yield Project. USDA-ARS. ARS-38. Chapter 10. p.159-175.

RITCHIE, J.T. 1986. Using Simulation Models for Predicting Crop Performance. Symposium on the Role of Soils in Systems Analysis for Agrotechnology Transfer. August 1986. ISSS Congress. Hamburg, FRG.

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.

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.

SAARİKKO, R.A. 2000. Applying a Site Based Crop Model to Estimate Regional Yields Under Current and Changed Climates. Ecological Modelling, 131(2-3):191-206.

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.

SEZGİN, F., S. BAŞ, T. GÜRBÜZ. 1997. Büyük Menderes Ovasında Buğdayın Sulama Zamanının Belirlenmesi ve Kısıtlı Sulama Olanaklarının İrdelenmesi. 6. Ulusal Kültürteknik Kongresi. 5-08-1997. Bursa. s.265-278.

SPLINTER, W.E. 1974. Modelling of Plant Growth for Yield Prediction. Agricultural Meteorology 14: p. 243-253.

STAGGENBORG, S.A., R.L. VANDERLIP. 2005. Crop Simulation Models Can be Used as Dryland Cropping Systems Research Tools. American Society of Agronomy. p. 378-384.

STENİTZER, E. 1988. Ein numerisches Modell zur Simulation des Bodenwasserhaushaltes und des Pflanzenertrages eines Standortes., Petzenkischen,31.

ŞAYLAN, L., 1993. Toprak su içeriğinin ve bitkisel üretimin simulasyonunda SIMWASER modelinin kullanımı, TOPRAKSU dergisi,2, s.26-31.

ŞAYLAN, L., 1994. Bitki gelişim modelleri, Hasad dergisi, 106,18-20.

ŞAYLAN, L. 1995. Bitki Gelişimi Simulasyon 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 Simulasyon) Modelleri. Tarım ve Orman Meteorolojisi'98 Sempozyumu, İstanbul, 21-23 Ekim 1998, s. 275-283.

ŞAYLAN, L., F. K. SÖNMEZ, J. EITZINGER. 1994. Bitki İklim Modelleri Tarımsal Kuraklığın Analizine Bir Çözüm Olabilir mi? 1. Hidrometeoroloji Sempozyumu, İstanbul Teknik Üniversitesi, 23-25 Mayıs 1994, İstanbul.

ŞAYLAN, L., B.ÇALDAĞ, 2000, POTENTIAL IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON AGRICULTURE, 2nd International Symposium on New Technologies for Environmental Monitoring and Agro- Applications, AGROENVIRON 2000, 18-20 October 2000 Tekirdağ / Turkey p.8-11.

ŞENER, O., M. KILINÇ, T. YAĞBASANLAR, H. GÖZÜBENLİ ve U. KARADAVUT 1997. Hatay Koşullarında Bazı Ekmeklik (*Triticum aestivum* L. Au. Thell.) ve Makarnalık Buğday (*Triticum durum* Desf.) Çeşit ve Hatlarının Belirlenmesi. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi, 1-5, 25-27 Eylül, Samsun.

TANİN, Y. 1987. Meteorolojik Parametreler Yardımıyla Buğday Üretimi Ön Tahmini. Türkiye Tahıl Simpozyumu, TÜBİTAK, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bursa, 6-9 Ekim 1987, s. 259-270.

TATAR, D. 2001. Uludağ Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezinde Bitki-İklim Modellemesi Üzerine Bir Araştırma. U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 76 s.

TOSUN, O. 1986. Türk Tarımında Bitki Islahının Önemi ve Tarımsal Üretime Katkısı. Bitki Islahı Sym. 15-17 Ekim, İzmir: 55.

TSUKIBOYASHI, S. 1976. Results of an Experimental Study of Forecasting Wheat Production in Turkey Using Meteorological Data. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları, p. 45-58.

TUBIELLO, F.N., C. ROSENZWEIG, T. VOLK. 1995. Interactions of CO₂, Temperature and Management Practices: Simulations with a Modified Version of CERES-Wheat. *Agricultural Systems* (49), p.135-152.

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

TURGUT, İ., N. YÜRÜR, A. KARASU. 1997. Buğday Yetiştiriciliğinde Ekim Sıklığını Belirlemede Etkili Faktörler. U.Ü. Ziraat Fak. Dergisi (1997) 13: 145-153

TÜMSAVAŞ, Z. 1998. “Bursa İli ve Civarındaki Eğimli Tarım Topraklarının Laboratuvar Koşullarında Su Erozyonuna Karşı Duyarlılıklarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma”, U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.

TÜMSAVAŞ, Z. 2001. Değişik Zamanlarda ve Artan Miktarlarda Uygulanan Azotlu Gübrenin Ekmeklik Otholom Buğday Çeşidinin Verim ve Verim Öğeleri Üzerine Etkisi. U.Ü. Ziraat Fak. Dergisi (2001) 15: 19-29

URSAYEV, O., A.J. GIJSMAN, J.W. JONES, G. HOOGENBOOM 2003. DSSAT V4 Soil Data Editing Program (Sbuild) A Decision Support System for Agrotechnology Transfer Version 4. Volume 2. p.81.

WHISLER, F.D., B. ACOCK, D.N. BAKER, R.E. FYE, J.R. LAMBERT, H.E. LEMMON, J.M. MCKINION, AND V.R. REDDY, 1986, Crop Simulation Models in Agronomic Systems. Academic Press, *Advanced in Agronomy*,40, 140-207.

WIESE, M.V. 1991. Compendium of Wheat Diseases. St. Paul, Minnesota, U.S.A. *American Phytopathology*. p,112.

WIT, C. T. De., 1970. Dynamic Concept in Biology. 17.23. In Predicting and Measurement of Photosynthetic Productivity. Proceedings of IBP/PP Technical Meeting, Trebon, Czechoslovakia, PUDOC, Wageningen, The Netherlands.

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

WIT, C.T., 1987. Modelling Production of Field Crops and its Requirements, Geoderma, 40: 253-265.

WOLKOWITZ, H. VE STENITZER, E.1976. Der Salztransport in mit Wasser ungesaettigten Boden, Abschlussbericht WO 121, 14, Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bonn - Bad Godesberg.

YAĞDI, K. 1999. Bursa Koşullarında Geliştirilen Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Hatlarının Kimi Özelliklerinin Araştırılması. I. Agronomik Özellikler. Türkiye III. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt I, Genel ve Tahıllar, 97-102, 15-18 Kasım, Adana.

YAĞDI, K., 2001. Bursa Ekolojik Koşullarında Ekmeklik Buğdaylarda (*Triticum aestivum* L.) Verim ve Verime Etkili Bazı Özelliklerin Korelasyonu ve Path Analizi. U.Ü. Ziraat Fak. Dergisi (2001) 15: 11-18

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

YAZAR, A., 1991. Field Verification of the Soybean Crop Growth Simulation Model "Soygro" Under Çukurova Conditions. Doğa-Tr. J of Agric. And Forestry. 15: 166-180.

YÜRÜR, N., O. TOSUN, D. ESER ve H.H. GEÇİT 1981. Buğdayda Anasap Verimi İle Bazı Kriterler Arasındaki İlişkiler. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler. A.Ü. Zir. Fak. Yayınları, 755:443.

YÜRÜR, N. 1994. Serin İklim Tahılları. (Tahıllar-1). Uludağ Üniversitesi Basımevi. s.140.

<http://www.fao.org>

Ek 1. Gönen Çeşidine ait 2001-2002 Deneme Yılı Sulamasız Koşulda Benzetim Sonuçları

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Gelişme Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/ha)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N (kg/ha)	H ₂ O Stres	N Stres
7 Aralık	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00
10 Aralık	3	Çimlenme	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00
13 Aralık	6	Çıkış	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00
05 Mart	88	Veç. Gel. B.	3000	1.56	5.7	64	3.9	0.00
03 Nisan	117	Veç. Gel. S.	5405	3.25	8.7	143	3.5	0.00
23 Nisan	137	Başaklanma	7924	2.92	8.7	142	2.2	0.00
13 Mayıs	157	Tane Dol. B.	12515	2.55	8.7	141	1.3	0.14
10 Haziran	185	Tane Dol. S.	17850	0.00	8.7	173	1.4	0.41
15 Temmuz	220	Hasat	17850	0.00	8.7	173	1.4	0.00

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

Değişken	Hesaplanan	Ölçülen
Verim (kg/ha)	6783	5923
Bir Tanenin Ağırlığı (g)	0.054	0.051
Hasat indeksi (oran)	0.38	0.39
Biyomas (kg/ha)	17850	15231
Vejetatif Ağırlık (kg/ha)	11067	9308

Ek 2. Gönen Çeşidine ait 2001-2002 Deneme Yılı 25 mm Su Uygulaması Koşulunda Benzetim Sonuçları

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Gelişme Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/ha)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N (kg/ha)	H ₂ O Stres	N Stres
7 Aralık	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00
10 Aralık	3	Çimlenme	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00
13 Aralık	6	Çıkış	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00
05 Mart	88	Veç. Gel. B.	2905	1.56	5.7	64	3.9	0.00
03 Nisan	117	Veç. Gel. S.	5310	3.25	8.7	143	3.5	0.00
23 Nisan	137	Başaklanma	7829	2.92	8.7	142	2.2	0.00
13 Mayıs	157	Tane Dol. B.	12420	2.55	8.7	141	1.3	0.14
10 Haziran	185	Tane Dol. S.	18115	0.00	8.7	176	1.4	0.31
15 Temmuz	220	Hasat	18115	0.00	8.7	176	1.4	0.00

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

Değişken	Hesaplanan	Ölçülen
Verim (kg/ha)	7427	6605
Bir Tanenin Ağırlığı (g)	0.051	0.049
Hasat indeksi (oran)	0.41	0.42
Biyomas (kg/ha)	18115	15544
Vejetatif Ağırlık (kg/ha)	10688	8939

Ek 3. Gönen Çeşidine ait 2001-2002 Deneme Yılı 50 mm Su Uygulaması Koşulunda Benzetim Sonuçları

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Gelişme Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/ha)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N (kg/ha)	H ₂ O Stres	N Stres
7 Aralık	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00
10 Aralık	3	Çimlenme	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00
13 Aralık	6	Çıkış	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00
05 Mart	88	Veç. Gel. B.	2880	1.56	5.7	64	3.9	0.00
03 Nisan	117	Veç. Gel. S.	5285	3.25	8.7	143	3.5	0.00
23 Nisan	137	Başaklanma	7804	2.92	8.7	142	2.2	0.00
13 Mayıs	157	Tane Dol. B.	12395	2.55	8.7	141	1.3	0.14
10 Haziran	185	Tane Dol. S.	17944	0.00	8.7	176	1.4	0.31
15 Temmuz	220	Hasat	17944	0.00	8.7	176	1.4	0.00

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

Değişken	Hesaplanan	Ölçülen
Verim (kg/ha)	7357	6738
Bir Tanenin Ağırlığı (g)	0.053	0.052
Hasat indeksi (oran)	0.41	0.36
Biyomas (kg/ha)	17944	18671
Vejetatif Ağırlık (kg/ha)	10587	11933

Ek 4. Gönen Çeşidine ait 2002-2003 Deneme Yılı Sulamasız Koşulda Benzetim Sonuçları

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Gelişme Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/ha)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N (kg/ha)	H ₂ O Stres	N Stres
18 Kasım	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00
19 Kasım	1	Çimlenme	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00
23 Kasım	5	Çıkış	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00
01 Mart	103	Veç. Gel. B.	4852	0.33	6.6	14	4.3	0.17
14 Nisan	147	Veç. Gel. S.	6939	1.78	9.6	82	3.4	0.00
04 Mayıs	167	Başaklanma	10235	1.58	9.6	91	1.6	0.00
20 Mayıs	183	Tane Dol. B.	13140	1.38	9.6	91	1.1	0.19
15 Haziran	209	Tane Dol. S.	13681	0.00	9.6	115	1.3	0.53
08 Temmuz	232	Hasat	13681	0.00	9.6	115	1.3	0.00

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

Değişken	Hesaplanan	Ölçülen
Verim (kg/ha)	3557	3141
Bir Tanenin Ağırlığı (g)	0.037	0.035
Hasat indeksi (oran)	0.26	0.22
Biyomas (kg/ha)	13681	14115
Vejetatif Ağırlık (kg/ha)	10124	10974

Ek 5. Gönen Çeşidine ait 2002-2003 Deneme Yılı 50 mm Su Uygulaması Koşulunda Benzetim Sonuçları

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Gelişme Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/ha)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N (kg/ha)	(%)	H ₂ O Stres	N Stres
18 Kasım	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
19 Kasım	1	Çimlenme	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
23 Kasım	5	Çıkış	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
01 Mart	103	Veç. Gel. B.	1154	0.33	6.6	14	4.3	0.17	0.00
14 Nisan	147	Veç. Gel. S.	3240	1.78	9.6	82	3.4	0.00	0.00
04 Mayıs	167	Başaklanma	6536	1.58	9.6	91	1.6	0.00	0.00
20 Mayıs	183	Tane Dol. B.	9816	1.39	9.6	91	1.0	0.08	0.00
15 Haziran	209	Tane Dol. S.	13135	0.00	9.6	118	1.2	0.43	0.67
08 Temmuz	232	Hasat	13135	0.00	9.6	118	1.2	0.00	1.00

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

Değişken	Hesaplanan	Ölçülen
-----	-----	-----
Verim (kg/ha)	3415	3953
Bir Tanenin Ağırlığı (g)	0.036	0.041
Hasat indeksi (oran)	0.26	0.31
Biyomas (kg/ha)	13135	12819
Vejetatif Ağırlık (kg/ha)	9720	8866

Ek 6. Gönen Çeşidine ait 2002-2003 Deneme Yılı 100 mm Su Uygulaması Koşulunda Benzetim Sonuçları

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Gelişme Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/ha)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N (kg/ha)	(%)	H ₂ O Stres	N Stres
18 Kasım	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
19 Kasım	1	Çimlenme	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
23 Kasım	5	Çıkış	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
01 Mart	103	Veç. Gel. B.	1012	0.33	6.6	14	4.3	0.17	0.00
14 Nisan	147	Veç. Gel. S.	3098	1.78	9.6	82	3.4	0.00	0.00
04 Mayıs	167	Başaklanma	6394	1.58	9.6	91	1.6	0.00	0.00
20 Mayıs	183	Tane Dol. B.	9674	1.39	9.6	91	1.0	0.08	0.00
15 Haziran	209	Tane Dol. S.	12568	0.00	9.6	118	1.2	0.43	0.67
08 Temmuz	232	Hasat	12568	0.00	9.6	118	1.2	0.00	1.00

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

Değişken	Hesaplanan	Ölçülen
Verim (kg/ha)	2940	3211
Bir Tanenin Ağırlığı (g)	0.035	0.039
Hasat indeksi (oran)	0.23	0.26
Biyomas (kg/ha)	12568	12373
Vejetatif Ağırlık (kg/ha)	9626	9162

Ek 7. Pehlivan çeşidine ait 2001-2002 Deneme Yılı Sulamasız Koşulda Benzetim Sonuçları

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Gelişme Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/ha)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N (kg/ha)	Bitki N (%)	H ₂ O Stres	N Stres
7 Aralık	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
10 Aralık	3	Çimlenme	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
13 Aralık	6	Çıkış	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
9 Mart	92	Veç. Gel. B.	3370	2.01	6.5	82	3.9	0.00	0.00
11 Nisan	125	Veç. Gel. S.	6180	3.98	9.5	173	3.5	0.00	0.00
29 Nisan	143	Başaklanma	9251	3.60	9.5	169	2.1	0.00	0.00
18 Mayıs	162	Tane Dol. B.	13466	3.12	9.5	168	1.4	0.21	0.00
13 Haziran	188	Tane Dol. S.	18400	0.00	9.5	195	1.5	0.49	0.45
15 Temmuz	220	Hasat	18400	0.00	9.5	196	1.5	0.00	1.00

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

Değişken	Hesaplanan	Ölçülen
Verim (kg/ha)	6992	6631
Bir Tanenin Ağırlığı (g)	0.066	0.065
Hasat indeksi (oran)	0.38	0.35
Biyomas (kg/ha)	18400	19117
Vejetatif Ağırlık (kg/ha)	11408	12487

Ek 8. Pehlivan Çeşidine ait 2001-2002 Deneme Yılı 25 mm Su Uygulaması Koşulunda Benzetim Sonuçları

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Gelişme Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/ha)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N (kg/ha)	(%)	H ₂ O Stres	N Stres
7 Aralık	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
10 Aralık	3	Çimlenme	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
13 Aralık	6	Çıkış	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
9 Mart	92	Veç. Gel. B.	3732	2.01	6.5	82	3.9	0.00	0.00
11 Nisan	125	Veç. Gel. S.	6542	3.98	9.5	173	3.5	0.00	0.00
29 Nisan	143	Başaklanma	9613	3.60	9.5	169	2.1	0.00	0.00
18 Mayıs	162	Tane Dol. B.	14347	3.15	9.5	168	1.3	0.13	0.00
13 Haziran	188	Tane Dol. S.	20465	0.00	9.5	200	1.4	0.44	0.50
15 Temmuz	220	Hasat	20465	0.00	9.5	200	1.4	0.00	1.00

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

Değişken	Hesaplanan	Ölçülen
Verim (kg/ha)	6344	6596
Bir Tanenin Ağırlığı (g)	0.058	0.059
Hasat indeksi (oran)	0.30	0.33
Biyomas (kg/ha)	20465	19966
Vejetatif Ağırlık (kg/ha)	14121	13370

Ek 9. Pehlivan Çeşidine ait 2001-2002 Deneme Yılı 50 mm Su Uygulaması Koşulunda Benzetim Sonuçları

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Gelişme Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/ha)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N (kg/ha)	Bitki N (%)	H ₂ O Stres	N Stres
7 Aralık	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
10 Aralık	3	Çimlenme	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
13 Aralık	6	Çıkış	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
9 Mart	92	Veç. Gel. B.	4083	2.01	6.5	82	3.9	0.00	0.00
11 Nisan	125	Veç. Gel. S.	6893	3.98	9.5	173	3.5	0.00	0.00
29 Nisan	143	Başaklanma	9964	3.60	9.5	169	2.1	0.00	0.00
18 Mayıs	162	Tane Dol. B.	14698	3.15	9.5	168	1.3	0.13	0.00
13 Haziran	188	Tane Dol. S.	21869	0.00	9.5	200	1.4	0.44	0.50
15 Temmuz	220	Hasat	21869	0.00	9.5	200	1.4	0.00	1.00

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

Değişken	Hesaplanan	Ölçülen
Verim (kg/ha)	6342	5323
Bir Tanenin Ağırlığı (g)	0.058	0.054
Hasat indeksi (oran)	0.29	0.24
Biyomas (kg/ha)	21869	22244
Vejetatif Ağırlık (kg/ha)	18178	16921

Ek 10. Pehlivan Çeşidine ait 2002-2003 Deneme Yılı Sulamasız Koşulda Benzetim Sonuçları

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Gelişme Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/ha)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N (kg/ha)	Bitki N (%)	H ₂ O Stres	N Stres
18 Kasım	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
19 Kasım	1	Çimlenme	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
24 Kasım	6	Çıkış	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
3 Nisan	136	Veç. Gel. B.	1334	1.75	8.4	72	4.2	0.13	0.00
1 Mayıs	164	Veç. Gel. S.	5332	4.52	11.6	189	3.3	0.00	0.01
14 Mayıs	177	Başaklanma	8230	4.10	11.6	199	2.3	0.20	0.02
30 Mayıs	193	Tane Dol. B.	9146	3.13	11.6	199	2.1	0.73	0.00
23 Haziran	217	Tane Dol. S.	9845	0.00	11.6	200	1.7	0.67	0.09
8 Temmuz	232	Hasat	9845	0.00	11.6	200	1.7	0.00	1.00

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

Değişken -----	Hesaplanan -----	Ölçülen -----
Verim (kg/ha)	4332	4029
Bir Tanenin Ağırlığı (g)	0.048	0.047
Hasat indeksi (oran)	0.44	0.39
Biyomas (kg/ha)	9845	10321
Vejetatif Ağırlık (kg/ha)	5513	6292

Ek 11. Pehlivan Çeşidine ait 2002-2003 Deneme Yılı 50 mm Su Uygulaması Koşulunda Benzetim Sonuçları

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Gelişme Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/ha)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N (kg/ha)	Bitki N (%)	H ₂ O Stres	N Stres
18 Kasım	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
19 Kasım	1	Çimlenme	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
23 Kasım	5	Çıkış	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
3 Nisan	136	Veç. Gel. B.	1468	1.76	8.5	73	4.2	0.13	0.00
1 Mayıs	164	Veç. Gel. S.	5466	4.53	11.6	189	3.3	0.00	0.01
14 Mayıs	177	Başaklanma	8335	4.11	11.6	200	2.3	0.21	0.03
30 Mayıs	193	Tane Dol. B.	10458	3.45	11.6	200	1.9	0.45	0.00
23 Haziran	217	Tane Dol. S.	12129	0.00	11.6	212	1.6	0.55	0.26
8 Temmuz	232	Hasat	12129	0.00	11.6	212	1.6	0.00	1.00

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

Değişken	Hesaplanan	Ölçülen
Verim (kg/ha)	4124	3899
Bir Tanenin Ağırlığı (g)	0.046	0.051
Hasat indeksi (oran)	0.34	0.31
Biyomas (kg/ha)	12129	12596
Vejetatif Ağırlık (kg/ha)	8005	8697

Ek 12. Pehlivan Çeşidine ait 2002-2003 Deneme Yılı 100 mm Su Uygulaması Koşulunda Benzetim Sonuçları

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Gelişme Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/ha)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N (kg/ha)	H ₂ O Stres	N Stres
18 Kasım	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00
19 Kasım	1	Çimlenme	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00
23 Kasım	5	Çıkış	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00
3 Nisan	136	Veç. Gel. B.	1329	1.76	8.5	73	4.2	0.13
1 Mayıs	164	Veç. Gel. S.	5327	4.53	11.6	189	3.3	0.00
14 Mayıs	177	Başaklanma	8196	4.11	11.6	200	2.3	0.21
30 Mayıs	193	Tane Dol. B.	10319	3.45	11.6	200	1.9	0.45
23 Haziran	217	Tane Dol. S.	12800	0.00	11.6	212	1.6	0.50
8 Temmuz	232	Hasat	12800	0.00	11.6	212	1.6	0.00

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

Değişken	Hesaplanan	Ölçülen
Verim (kg/ha)	3712	2981
Bir Tanenin Ağırlığı (g)	0.044	0.051
Hasat indeksi (oran)	0.29	0.23
Biyomas (kg/ha)	12800	12998
Vejetatif Ağırlık (kg/ha)	9088	10017

Ek 13. Köksal-2000 Çeşidine ait 2001-2002 Deneme Yılı Sulamasız Koşulda Benzetim Sonuçları

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Gelişme Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/ha)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N (kg/ha)	Bitki N (%)	H ₂ O Stres	N Stres
7 Aralık	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
10 Aralık	3	Çimlenme	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
13 Aralık	6	Çıkış	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
9 Mart	92	Veç. Gel. B.	3419	2.00	6.5	82	3.9	0.00	0.00
11 Nisan	125	Veç. Gel. S.	6227	3.97	9.5	173	3.5	0.00	0.00
29 Nisan	143	Başaklanma	9296	3.60	9.5	170	2.1	0.00	0.00
18 Mayıs	162	Tane Dol. B.	13514	3.11	9.5	169	1.4	0.21	0.00
13 Haziran	188	Tane Dol. S.	18647	0.00	9.5	195	1.5	0.49	0.44
15 Temmuz	220	Hasat	18647	0.00	9.5	195	1.5	0.00	1.00

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

Değişken	Hesaplanan	Ölçülen
Verim (kg/ha)	6713	6493
Bir Tanenin Ağırlığı (g)	0.054	0.053
Hasat indeksi (oran)	0.36	0.34
Biyomas (kg/ha)	18647	18939
Vejetatif Ağırlık (kg/ha)	11934	12446

Ek 14. Köksal-2000 Çeşidine ait 2001-2002 Deneme Yılı 25 mm Su Uygulaması Koşulunda Benzetim Sonuçları

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Gelişme Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/ha)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N (kg/ha)	(%)	H ₂ O Stres	N Stres
7 Aralık	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
10 Aralık	3	Çimlenme	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
13 Aralık	6	Çıkış	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00	0.00
9 Mart	92	Veç. Gel. B.	3583	2.00	6.5	82	3.9	0.00	0.00
11 Nisan	125	Veç. Gel. S.	6391	3.97	9.5	173	3.5	0.00	0.00
29 Nisan	143	Başaklanma	9460	3.60	9.5	170	2.1	0.00	0.00
18 Mayıs	162	Tane Dol. B.	14197	3.14	9.5	169	1.3	0.13	0.00
13 Haziran	188	Tane Dol. S.	19938	0.00	9.5	200	1.4	0.45	0.48
15 Temmuz	220	Hasat	19938	0.00	9.5	200	1.4	0.00	1.00

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

Değişken	Hesaplanan	Ölçülen
Verim (kg/ha)	5782	5951
Bir Tanenin Ağırlığı (g)	0.049	0.050
Hasat indeksi (oran)	0.29	0.30
Biyomas (kg/ha)	19938	19877
Vejetatif Ağırlık (kg/ha)	14156	13926

Ek 15. Köksal-2000 Çeşidine ait 2001-2002 Deneme Yılı 50 mm Su Uygulaması Koşulunda Benzetim Sonuçları

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Gelişme Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/ha)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N (kg/ha)	H ₂ O Stres	N Stres
7 Aralık	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00
10 Aralık	3	Çimlenme	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00
13 Aralık	6	Çıkış	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00
9 Mart	92	Veç. Gel. B.	3259	2.00	6.5	82	3.9	0.00
11 Nisan	125	Veç. Gel. S.	6068	3.97	9.5	173	3.5	0.00
29 Nisan	143	Başaklanma	9137	3.60	9.5	170	2.1	0.00
18 Mayıs	162	Tane Dol. B.	13874	3.14	9.5	169	1.3	0.13
13 Haziran	188	Tane Dol. S.	18645	0.00	9.5	200	1.4	0.45
15 Temmuz	220	Hasat	18645	0.00	9.5	200	1.4	0.00

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

Değişken	Hesaplanan	Ölçülen
Verim (kg/ha)	5780	5903
Bir Tanenin Ağırlığı (g)	0.049	0.051
Hasat indeksi (oran)	0.31	0.32
Biyomas (kg/ha)	18645	18358
Vejetatif Ağırlık (kg/ha)	12865	12455

Ek 16. Köksal-2000 Çeşidine ait 2002-2003 Deneme Yılı Sulamasız Koşulda Benzetim Sonuçları

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Gelişme Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/ha)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N (kg/ha)	H ₂ O Stres	N Stres
18 Kasım	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00
19 Kasım	1	Çimlenme	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00
23 Kasım	5	Çıkış	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00
1 Nisan	134	Veç. Gel. B.	1071	1.56	8.3	65	4.2	0.13
29 Nisan	162	Veç. Gel. S.	4750	4.15	11.3	182	3.5	0.00
13 Mayıs	176	Başaklanma	8158	3.75	11.3	185	2.1	0.14
29 Mayıs	192	Tane Dol. B.	9179	2.90	11.3	185	1.9	0.72
22 Haziran	216	Tane Dol. S.	9584	0.00	11.3	188	1.6	0.67
8 Temmuz	232	Hasat	9584	0.00	11.3	188	1.6	0.00

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

Değişken	Hesaplanan	Ölçülen
Verim (kg/ha)	3546	3143
Bir Tanenin Ağırlığı (g)	0.038	0.037
Hasat indeksi (oran)	0.37	0.34
Biyomas (kg/ha)	9584	9157
Vejetatif Ağırlık (kg/ha)	6038	6014

Ek 17. Köksal-2000 Çeşidine ait 2002-2003 Deneme Yılı 50 mm Su Uygulaması Koşulunda Benzetim Sonuçları

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Gelişme Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/ha)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N (kg/ha)	H ₂ O Stres	N Stres
18 Kasım	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00
19 Kasım	1	Çimlenme	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00
23 Kasım	5	Çıkış	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00
1 Nisan	134	Veç. Gel. B.	786	1.56	8.3	65	4.2	0.13
29 Nisan	162	Veç. Gel. S.	4465	4.15	11.3	182	3.5	0.00
13 Mayıs	176	Başaklanma	7873	3.75	11.3	185	2.1	0.14
29 Mayıs	192	Tane Dol. B.	9941	3.14	11.3	185	1.7	0.47
22 Haziran	216	Tane Dol. S.	10053	0.00	11.3	201	1.5	0.53
8 Temmuz	232	Hasat	10053	0.00	11.3	201	1.5	0.00

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

Değişken	Hesaplanan	Ölçülen
Verim (kg/ha)	3418	3802
Bir Tanenin Ağırlığı (g)	0.036	0.037
Hasat indeksi (oran)	0.34	0.31
Biyomas (kg/ha)	10053	12149
Vejetatif Ağırlık (kg/ha)	6635	8347

Ek 18. Köksal-2000 Çeşidine ait 2002-2003 Deneme Yılı 100 mm Su Uygulaması Koşulunda Benzetim Sonuçları

BİTKİ GELİŞME DÖNEMLERİ

Tarih	Bitki Gelişme Dönemi (gün)	Büyüme Dönemi	Biyomas (kg/ha)	YAI	Yaprak Sayısı	Bitki N (kg/ha)	H ₂ O Stres	N Stres
18 Kasım	0	Ekim	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00
19 Kasım	1	Çimlenme	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00
23 Kasım	5	Çıkış	0	0.00	0.0	0	0.0	0.00
1 Nisan	134	Veç. Gel. B.	604	1.56	8.3	65	4.2	0.13
29 Nisan	162	Veç. Gel. S.	4284	4.15	11.3	182	3.5	0.00
13 Mayıs	176	Başaklanma	7692	3.75	11.3	185	2.1	0.14
29 Mayıs	192	Tane Dol. B.	8824	2.90	11.3	185	1.7	0.47
22 Haziran	216	Tane Dol. S.	9328	0.00	11.3	201	1.5	0.50
8 Temmuz	232	Hasat	9328	0.00	11.3	201	1.5	0.00

TEMEL GELİŞME VE BÜYÜME DEĞİŞKENLERİ

Değişken	Hesaplanan	Ölçülen
Verim (kg/ha)	2612	2865
Bir Tanenin Ağırlığı (g)	0.035	0.038
Hasat indeksi (oran)	0.28	0.26
Biyomas (kg/ha)	9328	11033
Vejetatif Ağırlık (kg/ha)	6716	8168

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım danışman hocam Sayın Doç.Dr. Senih YAZGAN'a, bilgi ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocalarım Prof.Dr. Abdurrahim KORUKÇU ve Prof.Dr. İsmet ARICI'ya, yoğun çalışmaları arasında haberleşebildiğim ve verdiği değerli bilgilerle bana ışık tutan saygıdeğer hocam Prof.Dr. Levent ŞAYLAN'a, bu çalışmanın tarla denemelerinin yürütülmesine yardımcı olan uzmanlığından yararlandığım değerli hocam Doç.Dr. Köksal YAĞDI'ya ve tarla denemelerinin her aşamasında yardımını esirgemeyen Araştırma Görevlisi arkadaşım Esra AYDOĞAN IFCI'ye teşekkür ederim. Ayrıca eşime, anneme, babama, ağabeyime ve minik bebeğim Turgut'a bana gösterdikleri anlayış ve destekten dolayı sonsuz teőekkürler ederim.

Arzu Mor

ÖZGEÇMİŞ

1971 yılında Bilecik'te doğdu. İlk öğrenimini Bursa Atatürk İlkokulu'nda, orta ve lise öğrenimini Bursa Kız Lisesi'nde tamamladı. 1992 yılında U.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü'nden ikincilikle mezun oldu. Aynı yıl yüksek lisans öğrenimine başladı. 1994 yılında İsrail'de düzenlenen "20'th International Postgraduate Course on Agrometeorology" konulu kursa katıldı. 1995 yılında yüksek lisansını tamamlayarak doktora öğrenimine başladı. 1997 yılından itibaren U.Ü. Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu'nda öğretim görevlisi olarak çalışmaktadır.