

Bursa Koşullarında Sıcaklık ve Yağış Artışlarının Buğday Verimi Üzerindeki Etkisinin Bitki-İklim Modellemesi ile Belirlenmesi

Senih YAZGAN*

Dilruba TATAR**

ÖZET

Bu çalışmada, Bursa ve yöresinde yetiştirilen Bezostaya buğday çeşidine ilişkin bitki-iklim modellemesi ile verim tahmini, DSSAT V3 (Decision Support System for Agrotechnology Transfer Version 3) paket programı ile incelenmiştir.

Ayrıca dünyada sıcaklık artışları konusunda yapılan çalışmalar sonucunda ortalama sıcaklığın, 2~4⁰C arasında artacağı tahmini göz önünde bulundurularak, bitki gelişme dönemlerinde 2⁰C ve 4⁰C sıcaklık artışları ile, 5 mm ve 10 mm yağış artışları, çevresel etmenlerinin bitki gelişiminde nasıl bir etki yapacağı da sınanmıştır.

Sonuç olarak, buğday bitkisinin vejetatif gelişme ve vejetatif gelişme dönemi sonundaki sıcaklık ve yağış artışlarına karşı diğer gelişme dönemlerine göre daha duyarlı olduğu, sıcaklık artışlarının bitki gelişimini olumsuz yönde etkilediği sonucu elde edilmiştir.

***Anahtar Sözcükler:** DSSAT V3, Bitki-İklim Modellemesi, Bezostaya, Verim Tahmini.*

* Doç. Dr.: Uludağ Üniv. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Bursa

** Araş. Gör: Uludağ Üniv. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Bursa

ABSTRACT

Determination of the Effect of Temperature and Rainfall Increases on Wheat Yield Using Crop-Weather Modelling Under Bursa Conditions

In this study, crop yield estimation of Bezostaya type of wheat cultivated in Bursa was made through Crop-Weather Modelling by the help of DSSAT V3 (Decision Support System for Agrotechnology Transfer Version 3) software package.

Furthermore, considering predictions of average temperature in the world will be increased 2-4⁰C based on studies about global climate change (global warmth), it is tested that how effects the 2⁰C and 4⁰C higher temperature and 5 mm and 10 mm higher rainfall to crop growing.

As a result, it is determined that wheat is more sensitive to the temperature and rainfall rise in the period of vegetative growth and later vegetative growth period than the other growing periods, temperature rise has a negative effects on crop growth.

Key Words: DSSAT V3, Crop-Weather Modelling, Bezostaya, Crop Yield Estimation.

GİRİŞ

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

Bitki gelişim modellerinin 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, Bursa ve yöresinde yetiştirilen Bezostaya buğday çeşidine ilişkin bitki-iklim modellenmesi ile verim tahminlemesi, DSSAT V3 (Decision Support System for Agrotechnology Transfer Version 3) paket programı ile incelenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

MATERYAL

Çalışmada benzetim ve tahminleme amacıyla toprak verileri (toprak sınıfları, yüzey eğimi, renk, permeabilite, drenaj sınıfı, toprak profili ve horizonları, kum, kil, silt yüzdeleri vb.), bitki verileri (bitki çeşidi, ekim tarihi, ekim oranı, sıra aralığı, gübreleme vb.) ve iklim verileri (maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, yağış, radyasyon vb.) derlenmiştir.

Modelde denenecek buğday çeşidi olarak, ülkemizde geniş bir ekim alanına sahip olması, Bursa bölge koşullarında yetiştiriciliğinin yapılması, Uludağ Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Merkezindeki çok yıllık verim değerlerinin düzenli bir biçimde bulunması ayrıca, DSSAT V3 programı içerisinde genetik katsayılarının var olması nedeniyle Bezostaya seçilmiştir.

Bu çeşide ilişkin genetik katsayılar, modelde GENCALC alt programıyla, çeşidin genotip karakteristiklerinden yararlanılarak hesaplanmış ve Çizelge I'de verilmiştir.

Çizelge I.
Bezostaya Çeşidine İlişkin Genetik Katsayılar

Çeşit	Genetik katsayılar					
Bezostaya	P1V	P1D	P5	G1	G2	G3
	6.0	2.9	5.0	4.3	3.1	1.9

P1V: Vernalizasyon Katsayısı

P5: Dane Dolum Süresi Katsayısı

G2: Dane Ağırlığı Katsayısı

P1D: Fotoperiyot Katsayısı

G1: Dane Sayısı Katsayısı

G3: Başak Sayısı Katsayısı

Çalışmada, Meteoroloji Genel Müdürlüğü ve Uludağ Üniversitesi Meteoroloji İstasyonundaki otomatik ölçerden alınan, 1990-1999 yıllarına ait günlük maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, yağış ve radyasyon verileri kullanılmıştır. Günlük veriler girildikten sonra, modeldeki Weatherman alt

programı içerisinde yer alan Aylık Değerlerin Hesaplanması menüsüyle günlük iklim değerlerinden benzetim yapılarak aylık iklim verileri ve çok yıllık benzetimle uzun yıllara ilişkin değerler oluşturulmuştur.

DSSAT V3 programında bitki modelleri için gerekli olan bir diğer veri tabanı bitki gelişimi için gerekli ortamı sağlayan toprakla ilgili verileri içeren toprak veri tabanıdır.

Araştırma alanına ilişkin toprak özellikleri Çizelge II'de verilmiştir (Demir ve ark. 1996).

Çizelge II.
Araştırma Alanı Topraklarının Kimi 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

Bu sonuçlara göre merkez toprakları ağır tekstürlü topraklar sınıfına girmektedir (Özgüven ve Katkat 1999).

Yapılan hidrolik iletkenlik denemelerinde elde edilen sonuçlara göre, toprakların hidrolik iletkenlikleri 0.04-0.0025 cm/h arasında değişmektedir. En yüksek hidrolik iletkenlik değeri, aluviyal grubu toprakların bulunduğu 50 dekarlık alanda bulunmuştur. Aluviyal toprakların dışındaki alanın toprakları ise genel olarak geçirimsiz topraklar sınıfına girmektedir (Değirmenci ve Korukçu 1993).

YÖNTEM

DSSAT V3; iklim, toprak ve kültürel uygulama bilgileri için yönetim programları veri tabanını; tahıl bitkileri, baklagiller ve kök bitkileri için benzetim modellerini, mevsimlik ve kısa dönem için analiz eden bir bilgisayar programıdır.

Model 12 adet tahıl, baklagil ve yumru köklü bitkilere ilişkin verim benzetim modelini içermektedir. Bu bitki benzetim modelleri ile bitki genetiği, iklim ve toprak koşulları ile bitkinin bir fonksiyonu olan büyüme, gelişim ve verim önceden tahminlenebilmektedir (Hoogenboom ve ark. 1998).

Model ile bitki verimi ve gelişimi hakkında tahminde bulunulurken, modelde çeşit, toprak, iklim ve yetiştirme tekniği gibi özelliklerin tanımlanması gerekmektedir (Çizelge III) (Anonim 1994). Bu verilerden yararlanarak benzetim sonuçları elde edilmektedir.

Çizelge III.
DSSAT Bitki Gelişim Modeli İçin Gerekli Minimum Veriler

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, var ise önceki bitkiden kalan artık bitki miktarı
Toprak	Toprağın pH'sı, 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 populasyonu, ekilen toprak derinliği
Gübre	Gübreleme tarihi, kullanılan gübre miktarı ve tipi
Sulama	Sulama tarihi, uygulanan sulama suyu miktarı
Gelişme dönem-leri	Modelde belirtilen gelişme dönemlerine ulaşma zamanı, vejetatif ve generatif gelişme dönemleri
Hasat	Hasat alanı, dane verimi, kuru madde miktarı, yaprak ve sap ağırlığı, yaprak alanı, kök ağırlığı

Bursa bölgesinin ekolojik koşulları, iklim koşulları ve bitki çeşidinin fizyolojik özelliklerine bağlı olarak Bezostaya bitki çeşidinin ekim zamanı, 25 Ekim olarak belirlenmiştir. Araştırma alanında, Bezostaya çeşidinin ekim derinliği 6 cm, sıra aralığı 15 cm, m²'de bitki sayısı 500 adet olarak alınmaktadır.

Modelde uygulanacak amonyum nitrat miktarı, Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezinde yetiştirilen buğday çeşitlerine uygulanan miktar göz önünde bulundurularak, 30 cm uygulama derinliğinde, 25 kg/ha olarak ön görülmüştür.

Ayrıca; uygulanan tarım teknikleri (sulama, gübreleme vb), bitki çeşidiyle ilgili bilgiler (ekim zamanı, metrekarede bitki sayısı, ekim yöntemi, sıra aralığı, ekim derinliği vb) deneme veri dosyası oluşturulduktan sonra çalışmayla ilgili olan çevresel etmenlerdeki (gün uzunluğu, radyasyon, maksimum ve minimum sıcaklık, yağış, nem, rüzgar hızı vb) değişikliklerde tanımlanmıştır.

Dünya iklim değişiminin incelendiği çalışmalarda, ülkemizin bulunduğu enlemlerde kışın sıcaklığın 2⁰C, yazın ise 2~3⁰C arasında artacağı beklenilmektedir (Anonim 1990). Dünya ortalama sıcaklığının 2~4⁰C arasında artacağı beklentileri (Ahrens 1988) göz önünde bulundurularak, çalışmada, bitki gelişme dönemlerinde 2⁰C ve 4⁰C sıcaklık ve her bir gelişme döneminde toplam 5 mm ve 10 mm yağış artışlarının, buğday verimine etkisi incelenmiştir.

Ayrıca programda elde edilen benzetim sonuçları, Uludağ Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Merkezinde verim kayıtları tutulan, Bezostaya'dan gen almış bir çeşit olan Pehlivan buğday çeşidine ilişkin Çizelge IV'te verilen verim değerleri ile karşılaştırılmıştır.

Çizelge IV.
Uludağ Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama
Merkezi Verim Değerleri

	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Verim (kg/ha)	4250	4200	3310	3510	5050	3750

ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Sıcaklık ve yağış değişimlerinin verim üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla oluşturulan deneme dosyalarında, vejetatif gelişme dönemi, vejetatif gelişme dönemi sonu, başaklanma dönemi ve dane dolumu dönemlerinde, 5 mm-10 mm yağış artışları ile 2⁰C ve 4⁰C sıcaklık artışlarının etkisi beraber incelenmiş ve sonuçlar Çizelge V ve Çizelge VI'da verilmiştir. Ayrıca, herhangi bir sıcaklık ve yağış değişiminin olmadığı koşullarda model benzetim sonuçlarından elde edilen verim değeri 4731 kg/ha olarak bulunmuş ve elde edilen benzetim sonuçları bu değerle karşılaştırılmıştır.

Çizelge V.
5 mm Yağış ve 2⁰ - 4⁰C Sıcaklık Artışlarında Verim

	Vejetatif gelişme dönemi	Vejetatif gelişme sonu	Başaklanma dönemi	Dane dolumu dönemi	Verim (kg/ha)				
I	2 ⁰ C	2 ⁰ C	2 ⁰ C	2 ⁰ C					3809
				4 ⁰ C	3885				
			2 ⁰ C	3551					
		4 ⁰ C	2 ⁰ C	3260	3560				
			4 ⁰ C		3307				
			2 ⁰ C		3405				
	II	4 ⁰ C	2 ⁰ C	2 ⁰ C	2 ⁰ C	2884	3801	3801	3801
					4 ⁰ C				3640
				2 ⁰ C	3372				
			4 ⁰ C	2 ⁰ C	3070				3351
				4 ⁰ C					3113
				2 ⁰ C					3200
			4 ⁰ C	3070		3070	3070		

Vejetatif gelişme döneminde, 5 mm yağış ve 2⁰C sıcaklık artışında verim % 19.5 azalarak 3809 kg/ha, 4⁰C sıcaklık artışında % 39 azalarak 2884 kg/ha olmuştur (Çizelge V). Çizelge VI'da 10 mm yağış, 2⁰C ve 4⁰C'lik sıcaklık artışlarında, meydana gelen verim azalışı daha az olmuş ve sırasıyla, % 12.2'lik azalışla 4152 kg/ha ve % 32.8'lik azalışla 3177 kg/ha olarak elde edilmiştir.

Vejetatif gelişme ve vejetatif gelişme dönemi sonunda, 5 mm yağış ve 2⁰C sıcaklık artışı sonucunda verim % 14 azalmış 4054 kg/ha olmuştur. Başaklanma ve dane dolumu dönemlerinde de 2⁰C'lik sıcaklık artışında verim değeri değişmemiş, dane dolum döneminde 4⁰C sıcaklık artışı olduğunda verim % 18 azalmış ve 3885 kg/ha olmuştur. Başaklanma döneminde 4⁰C sıcaklık artışı olması koşulunda % 24.9 azalarak 3551 kg/ha olan verim değeri, dane dolum döneminde de 4⁰C sıcaklık artışında değişmemiş, 2⁰C sıcaklık artışına daha az tepki vererek % 19'lük azalma ile 3824 kg/ha olmuştur (Çizelge VI).

Çizelge VI.
10 mm Yağış ve 2⁰ - 4⁰ C Sıcaklık Artışlarında Verim

	Vejetatif gelişme dönemi	Vejetatif gelişme sonu	Başaklanma dönemi	Dane dolum dönemi	Verim (kg/ha)			
I	2 ⁰ C	2 ⁰ C	2 ⁰ C	2 ⁰ C	4152	4646	4692	
				4 ⁰ C			4496	
		4 ⁰ C	2 ⁰ C	4131			4449	
			4 ⁰ C	4131			4131	
	4 ⁰ C	2 ⁰ C	2 ⁰ C	2 ⁰ C		3802	4217	4217
				4 ⁰ C			3917	
		4 ⁰ C	2 ⁰ C	4011			4011	
			4 ⁰ C	3840			3840	
II	4 ⁰ C	2 ⁰ C	2 ⁰ C	2 ⁰ C	3177	4404	4450	
				4 ⁰ C			4261	
		4 ⁰ C	2 ⁰ C	3963			4266	
			4 ⁰ C	3963			3963	
	4 ⁰ C	2 ⁰ C	2 ⁰ C	2 ⁰ C		3618	4014	4014
				4 ⁰ C			3729	
		4 ⁰ C	2 ⁰ C	3811			3811	
			4 ⁰ C	3657			3657	

Vejetatif gelişme ve vejetatif gelişme dönemi sonunda, 10 mm yağış ve 2⁰C sıcaklık artışı sonucunda verim % 2 azalmış 4646 kg/ha olmuştur. Başaklanma ve dane dolumu dönemlerinde de 2⁰C sıcaklık artışı % 0.8 gibi önemsiz bir verim azalışına neden olmuş ve 4692 kg/ha bulunmuştur. Başaklanma ve dane dolum dönemlerinde 4⁰C sıcaklık artışı olduğunda verim % 12.6 azalarak 4131 kg/ha, dane dolum döneminde 2⁰C artış olması koşulunda ise 4449 kg/ha olmuştur (Çizelge VI).

Vejetatif gelişme döneminde 5 mm yağış ve 4°C sıcaklık, vejetatif gelişme dönemi sonunda da 2°C sıcaklık artışında verim % 19.6 azalarak 3801 kg/ha olmuştur. Başaklanma ve dane dolun dönemlerinde de 2°C sıcaklık artışında bu verim değeri değışmezken, dane dolun dönemindeki 4°C sıcaklık artışıyla verim % 23 azalarak 3640 kg/ha olmuştur. Başaklanma ve dane dolunu dönemlerinde 4°C sıcaklık artışıyla verim % 29 azalarak 3372 kg/ha, dane dolun döneminde 2°C sıcaklık artışında ise verim % 23 azalarak 3630 kg/ha olmuştur (Çizelge V).

Vejetatif gelişme döneminde 10 mm yağış ve 4°C sıcaklık, vejetatif gelişme dönemi sonunda 2°C'lik artışta verim % 6.9 azalarak 4404 kg/ha olmuştur. Başaklanma ve dane dolun dönemlerinde de 2°C sıcaklık artışında % 0.5'lik azalmayla verim değeri 4450 kg/ha olmuş, dane dolun dönemindeki 4°C sıcaklık artışıyla verim % 9'luk azalışla 4261 kg/ha olmuştur. Başaklanma ve dane dolunu dönemlerinde 4°C sıcaklık artışıyla verim 3963 kg/ha olmuş ve % 16 azalma gözlenmiştir. Dane dolun döneminde 2°C sıcaklık artışında ise verim 4266 kg/ha olmuş ve % 9.8'lik azalma meydana gelmiştir (Çizelge VI).

Elde edilen benzetim sonuçlarına göre en düşük verim değeri, vejetatif gelişme döneminde 5 mm yağış ve 4°C sıcaklık artışı olması koşulunda, % 39'luk azalmayla 2884 kg/ha olarak elde edilmiştir. Vejetatif gelişme, vejetatif gelişme dönemi sonu, başaklanma ve dane dolunu dönemlerinde 5 mm yağış ve 4°C sıcaklık artışı olması koşullarında 3070 kg/ha'lık verim değeri de en düşük benzetim sonucudur.

Bu sonuçlara göre, bitki gelişme dönemlerinden başaklanma ve dane dolun dönemleri, sıcaklık ve yağış artışlarına karşı, vejetatif gelişme ve vejetatif gelişme dönemi sonuna göre daha az duyarlıdır. Benzer biçimde bu etkinin başaklanma ve dane dolun dönemlerinde de önemsiz olduğu, ancak buğdayın vejetatif gelişme ve vejetatif gelişme dönemi sonundaki sıcaklık artışlarına hassas olduğu, bu nedenle verimde azalışlar olduğu söylenebilir.

Pehlivan buğday çeşidinin 1999 yılı verim değeri ile, DSSAT V3 programında uygulanan senaryolar sonucunda elde edilen benzetim sonuçları karşılaştırıldığında, meydana gelen değışim \pm % 18-34 arasında olmuştur.

Elde edilen benzetim sonuçlarına göre, sıcaklık ve yağış değışimlerinin, verim üzerinde en etkili olduğu dönemin, vejetatif gelişme ve vejetatif gelişme dönemi sonu olduğu, sıcaklık ve yağış artışlarına karşı bu dönemlerin, başaklanma ve dane dolun dönemlerine göre daha fazla duyarlı olduğu görülmüş, bu dönemlerdeki değışimlerin bitki gelişimi üzerinde etkili olduğu ve bitki gelişimini ve verimi sınırlayıcı etkiler yaptığı sonucu elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Ahrens, C.D. 1988. *Meteorology Today. An Introduction to Weather, Climate and the Environment*, 3rd Edition, West Publishing Com., p. 581.
- Anonim 1990. *Climatic Change. The IPCC Impact Assesment*, Ed: W.J. McG. Tegart, G.W. Sheldon and D.C. Griffiths, Australian Government Pub. Service, Canberra, 52 p.
- Anonim 1994. *Input and Output Files. A Decision Support System for Agro-technology Transfer Volume 2-1*, p. 1-94.
- Değirmenci, H., A. Korukçu. 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.
- Demir, A.O., A. Korukçu, S. Yazgan. 1996. Bursa Koşullarında Karık ve Damla Sulama Yöntemleri ile Sulanan Çileğin Verim ve Sulama Suyu Gereksinimi. 5. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, Kültürteknik Derneği, 30 Mart-2 Nisan 1995, Kemer-Antalya, s. 423-436.
- Hoogenboom, G., J.W. Jones, K.J. Boote. 1998. Identifying Seasonal Environmental Stress Effects on Plant Growth and Development Using a Crop Simulation Model. *Understanding Options for Agricultural Production*, Kluwer Academic Publishers, p. 95-116.
- Özgülven, N.Ç., A.V. Katkat. 1999. Uludağ Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Topraklarının Verimlilik Durumunun Belirlenmesi. U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt:13, s. 43-54.
- 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.
- Sezen, S.M. 1998. CERES-Wheat V3 Bitki Büyüme Modelinin Çukurova Koşullarında Değerlendirilmesi. *Tarım ve Orman Meteorolojisi'98 Sempozyumu*, 21-23 Ekim 1998, İstanbul, s. 301-309.
- Şaylan, L. 1995. Bitki Gelişimi Simülasyon Modellerinin Toprak, Bitki ve Su İlişkisinin Analizinde Kullanılması. 5. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, Kültürteknik Derneği, 30 Mart-2 Nisan 1995, Kemer-Antalya, s. 311-317.
- Wit, C.T., H. Keulen. 1975. *Simulation of Transport Processes in Soil*. Center for Agricultural Publication And Documentation, Wageningen, p. 89-101.