

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ARAŞTIRMA VE UYGULAMA MERKEZİNDE BİTKİ-İKLİM MODELLEMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA*

Dilruba TATAR

Senih YAZGAN

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Görükle/Bursa

Özet

Bu çalışma ile Bursa ve yöresinde yetiştirilen Bezostaya buğday çeşidine ilişkin bitki gelişimi benzetim modellemesi ile verim tahminlemesi DSSAT V3 (Decision Support System for Agrotechnology Transfer Version 3) paket programı kullanılarak yapılmıştır.

Ayrıca, Dünyada sıcaklık artışları konusunda yapılan çalışmalar sonucunda yıllık ortalama sıcaklığın, 2°C~4°C artacağı beklentisi göz önünde bulundurularak, yıllık ortalama sıcaklığın 1°C, 2°C, 3°C ve 4°C artması koşullarında bitki gelişiminde nasıl bir etki yapacağı sınımlanmıştır. Bursa koşullarında, buğday bitkisinin sulama suyu gereksiniminin %50 ve %100'ü kadar su uygulanmış, bitki verimi ve gelişimi üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Sonuç olarak, sıcaklık artışlarının ve toprak nem eksikliğinin çiçeklenme ve başaklanma dönemlerinde bitki gelişimini olumsuz yönde etkilediği, verimde azalmalara neden olduğu sonucu elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bitki Gelişimi Benzetim Modellemesi, DSSAT, Buğday, Verim Tahmini, Sulama

A Research on the Crop-Growth Modeling in the Field of Research and Application Center of Uludag University

Abstract

In this study, crop yield estimation of Bezostaya type of wheat cultivated in Bursa was made through Crop-Growth Simulation Modeling were investigated by DSSAT V3 (Decision Support System for Agrotechnology Transfer Version 3) software package.

Considering the average temperature increase would be 2°C~4°C per year according to the global temperature estimation studies, it is tested that how annual average temperature effects to the crop growth in the case of 1°C, 2°C, 3°C and 4°C increase in temperature. A certain amount of irrigation water equivalent to 50 % and 100 % of irrigation water requirements of wheat was applied and effects of both irrigation water applications on crop yield and growth were investigated in Bursa conditions.

As a result, it is found out that temperature increases and water deficit negatively affect the crop growth during flowering and earing and cause the decrease in crop yield.

Keywords: Crop growth simulation modeling, DSSAT, wheat, crop yield estimation, irrigation

1. Giriş

Bitkilerin büyüme periyotlarında, strese duyarlı belirli kritik dönemler bulunmaktadır. Bitki söz konusu bu dönemlerde su eksikliği ile karşılaştığı zaman fizyolojik olarak olumsuz yönde etkilenmekte ve sonuçta verimde azalışlar meydana gelebilmektedir. Özellikle, suyun kısıtlı olduğu yerlerde, stresten en fazla etkilenen dönemlerin bilinmesi, sulama işletmeciliği açısından son derece önemlidir. Böyle durumlarda, mevcut suyun kritik büyüme dönemlerinde uygulanması ile birim suya karşılık en yüksek verim sağlanabilir

(Yazar ve ark., 1989).

Buğday bitkisinin dane verimi ve dane/sap oranı, su yetersizliğinin şiddeti ve süresi ile ilişkilidir. Bu ilişkiler su yetersizliğinin olduğu büyüme dönemine bağlıdır. Bitki gelişme döneminin tümünde küçük düzeydeki su eksikliğinin bitki büyümesinde çok az etkisi olabilir. Çiçeklenme dönemi, su eksikliğine daha fazla duyarlıdır. Başak gelişme ve çiçeklenme zamanı süresince su eksikliği her bir bitkide başak sayısını ve her bir başaktaki dane sayısını düşürür. Çiçeklenme

* : Yüksek Lisans Tezinin bir bölümüdür.

döneminde su eksikliği nedeniyle üründeki kayıp, daha sonraki dönemlerde yeterli su verilse bile giderilemez. Dane dolum dönemindeki su eksikliği ise dane ağırlığında düşmeye neden olur (Perrier ve Salkini, 1991) ve bu dönemde, sıcak, kurak ve kuvvetli rüzgara su eksikliği de eklenirse danelerde buruşma meydana gelir ve zayıf danelerin oluşmasına neden olur. Hasat dönemindeki su eksikliği ise verimde çok az bir etkiye sahiptir (Doorenbos ve Kassam, 1979; Bouzadi, 1991).

Dünyada, çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilmiş birçok model mevcuttur ve bu modeller genel olarak, bitki gelişimi sırasında meydana gelen olayları, bitki verimini, toprak, bitki ve iklim bileşenlerinin bitki gelişimine olan etkilerini ve bitki gelişimini sınırlayıcı etkileri belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Bu modeller sonucunda gerçek hayatta çok uzun zaman gerektiren araştırmaların sonuçlarını kısa sürede elde etmek mümkün olmaktadır.

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. Günümüze dek geliştirilmiş bitki gelişimi benzetim modellerini incelediğimizde bu modellerin farklı disiplinlerden araştırmacılar tarafından geliştirildiği görülmektedir. Ülkemizde de farklı disiplinlerdeki araştırmacılar tarafından oluşan grup çalışmaları ile bu tür modellerin ülkemiz koşullarına 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 önemli rol oynayan olayın, bitkiler üzerindeki etkilerinin, farklı açılardan

değerlendirilmesine olanak sağlayacaktır (Şaylan, 1995).

Bu çalışma, bir tarım ülkesi olan ülkemizde tarımsal çalışmaların modellenmesi gerektiği düşüncesiyle planlanmıştır. Çalışmada, Uludağ Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezinde yetiştirilen ve Türkiye'de tarımsal açıdan büyük öneme sahip buğday bitkisinin gelişimine sıcaklık ve destekleyici sulamalardaki değişimin etkileri bitki-iklim modellerinden DSSAT V3'ü kullanarak tahmin edilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada, Bezostaya buğday çeşidinin 1999 yılına ait verim tahmini, meteorolojik, toprak ve bitki verilerine bağlı olarak CERES-Wheat modelinden yararlanılarak yapılmış ve sonuçlar, Uludağ Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezinde yetiştirilen ve Bezostaya'dan gen almış Pehlivan buğday çeşidi sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

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

Model için gerekli genetik katsayılar, Bezostaya çeşidinin DSSAT V3 programında hesaplanmış değerlerinden alınmıştır. Çalışmada verim tahmini yapılan Bezostaya çeşidine ait diğer genotip özellikler ise Çizelge 1'de verilmiştir.

Bu çeşide ilişkin genetik katsayılar, modelde GENCALC alt programıyla çeşidin genotip karakteristiklerinden yararlanılarak hesaplanmış ve Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Bezostaya Buğday Çeşidinin Genotip Özellikleri.

Bitki boyu (cm)	Bin dane ağırlığı (g)	Hektolitre ağırlığı (kg)	Metrekarede başak sayısı	Başakta dane sayısı
100-130	31-38	77-82	400-600	20-35

Çizelge 2. Bezostaya Buğday Çeşidine İlişkin Genetik Katsayılar.

Çeşit	Genetik katsayılar					
	P1V	P1D	P5	G1	G2	G3
Bezostaya	6,0	2,9	5,0	4,3	3,1	1,9

P1V: Vernalizasyon Katsayısı P1D: Fotoperiyot Katsayısı P5 : Dane Dolum Süresi Katsayısı
G1 : Dane Sayısı Katsayısı G2 : Dane Ağırlığı Katsayısı G3 : Başak Sayısı Katsayısı

Çizelge 3. Araştırma 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

İklim verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğünden ve Uludağ Üniversitesi Meteoroloji İstasyonundaki otomatik (ADLAS) ölçerden alınan, maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, yağış, solar radyasyon, çiğlenme noktası sıcaklığı, rüzgar hızı ve güneşlenme süresi değerleridir.

Uludağ Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi arazilerinden alınan toprak örneklerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analizlere ait sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir (Demir ve ark., 1996). Bu sonuçlara göre merkez toprakları ağır tekstürlü topraklar sınıfına girmektedir (Özgüven ve Katkat, 1999).

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 (Değirmenci ve Korukçu, 1993).

2.2. Yöntem

Uludağ Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezine ilişkin bitki-iklim modellemesi çalışmasında, IBSNAT (International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer) tarafından geliştirilmiş DSSAT V3 (Decision Support System for Agrotechnology Transfer Version 3) bilgisayar paket programı kullanılmıştır.

Model ile bitki verimi ve gelişimi hakkında tahminde bulunulurken, Çizelge 4'te verilen özelliklerin tanımlanması gerekmektedir (IBSNAT, 1994).

Çizelge 4. DSSAT V3 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'ı, 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	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

Çizelge 5. Model Çalışmasında Kullanılan Bezostaya Buğday Çeşidine İlişkin Bitki Gelişme Dönemleri ile Bu Dönemlere İlişkin Bitki Katsayıları, Verim Tepki Faktörleri ve Kök Derinlikleri.

Bitki gelişme dönemleri	1	2	3	4	Toplam
Gelişme dönemi süresi (gün)	65	65	65	35	230
Bitki katsayısı (k_c)	0,60	-	1,20	0,70	
Kök derinliği (m)	0,30	0,60	1,40	1,40	
Su-verim katsayısı	0,20	0,60	0,50	0,40	1,00

Çizelge 6. Bezostaya Buğday Çeşidinin Hesaplanan Su Tüketimi ve Net Sulama Suyu Gereksinimi.

Ay	10 günlük periyot no.	Bitki gelişme dönemi	Bitki katsayısı k_c	Et mm/gün	Net sulama suyu gereksinimi mm/mevsim
Mart	2	3	1,20	2,28	1,8
Mart	3	3	1,20	2,64	6,4
Nisan	1	3	1,20	3,00	11,0
Nisan	2	3	1,20	3,36	15,6
Nisan	3	3	1,20	3,76	21,0
Mayıs	1	3	1,20	4,16	26,5
Mayıs	2	4	1,13	4,29	29,2
Mayıs	3	4	0,99	4,14	29,4
Haziran	1	4	0,84	3,88	28,4
Haziran	2	4	0,70	3,50	13,2
Toplam					182,6

Bursa bölgesinin ekolojik koşulları ve bitki çeşidinin fizyolojik özelliklerine bağlı olarak Bezostaya buğday çeşidinin ekim zamanı iklim koşullarına bağlı olarak 25 Ekim kabul edilmiş, ekim derinliği 6 cm, sıra aralığı 15 cm, m^2 'de bitki sayısı 500 adet olarak alınmıştır.

Bezostaya buğday çeşidinin büyüme mevsimi boyunca on günlük periyotlara göre günlük ortalama su tüketimi ve mevsimlik net sulama suyu gereksinimi Penman-Monteith yöntemini esas alan FAO-CROPWAT paket programıyla hesaplanmıştır. Bitki gelişme dönemleri ve bu dönemlere ilişkin k_c bitki katsayıları ile farklı gelişme dönemlerine ilişkin k_y verim tepki faktörleri Anonim, 1998'den alınmıştır (Çizelge 5).

Çalışmada, Bezostaya bitkisinin sulama zamanının planlanması ve her sulamada uygulanacak net sulama suyu gereksinimi CROPWAT paket programıyla hesaplanmıştır. Maksimum bitki su tüketimi ve net sulama suyu gereksinimleri Çizelge 6'da verilmiştir. Çiçeklenme ve başaklanma döneminde nem eksikliğinin daha önemli

olduğu (Korukçu ve Arıcı, 1987) ve destekleme sulamanın bu dönemde yapılmasının önemli olduğu düşüncesiyle, çalışmada Mart, Nisan ve Mayıs ayının ortasına kadar oluşan toplam 97 mm'lik sulama suyu gereksiniminin iki uygulama ile verilmesi düşünülmüştür. %50 kısıntılı su uygulama koşulu için Mart ayının ikinci devresinde 13,5 mm, Nisan ayının ikinci devresinde ise 35 mm su uygulaması, kısıntısız (%100) su uygulaması koşulu içinse, Mart ayının ikinci devresinde 27 mm, Nisan ayının ikinci devresinde ise 70 mm su uygulanması öngörülmüş ve bu uygulamalara karşın elde edilen verim artışları izlenmiştir.

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.

Bitkiyle ilgili olarak uygulanan tarım teknikleri (sulama, gübreleme vb), bitki çeşidiyle ilgili bilgiler (ekim zamanı, metrekarede bitki sayısı, ekim yöntemi, sıra

aralığı, ekim derinliği vb) deneme veri dosyasında oluşturulduktan sonra çalışmayla ilgili olan çevresel etmenlerdeki (gün uzunluğu, radyasyon, maksimum ve minimum sıcaklık, yağış, nem, rüzgar hızı vb) değişimlerde tanımlanmıştır.

Ayrıca, Dünyada sıcaklık artışları konusunda yapılan çalışmalarda, ülkemizin bulunduğu enlemlerde sıcaklığın 2~3°C arasında artacağı beklentisiyle (Ahrens, 1988) çalışmada, 1°C, 2°C, 3°C ve 4°C sıcaklık artışlarının, çevresel etmenler olarak bitki gelişimi ve verimine etkileri araştırılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Sıcaklık artışı ve sulama uygulamalarının verim üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla oluşturulan deneme dosyalarında; 1°C, 2°C, 3°C ve 4°C sıcaklık artışları, Mayıs ayının ortasına kadar CROPWAT paket programıyla hesaplanan sulama suyu gereksiniminin % 50 ve % 100'nün karşılanması durumundaki verime etkisi incelenmiş ve buna ilişkin sonuçlar Çizelge 7'de verilmiştir.

Uludağ Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezinde verim kayıtları tutulan, Pehlivan buğday çeşidinin 1996-2001 yılları arası kuru koşullardaki ortalama verimi 4012 kg/ha, benzetimin yapıldığı 1999 yılı verim değeri ise 3510 kg/ha'dır.

Bu verilerle, DSSAT V3 programında denenen uygulamalar sonucunda Bezostaya çeşidi için elde edilen benzetim sonuçlarını karşılaştırdığımızda, değişim \pm % 10-65 arasındadır. Ancak sıcaklık artışları ve iki farklı su uygulaması koşulunda benzetim

sonuçlarında elde edilen verim değerleri arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir.

Sıcaklık artışının olmadığı, %50 su uygulaması olması durumunda %16 artış gösteren verim 4083 kg/ha olurken, % 100 su uygulaması olması koşulunda 5765 kg/ha olmuş ve yaklaşık %65'lik artış gözlenmiştir.

Elde edilen benzetim sonuçlarına göre en yüksek verim, sıcaklık değişiminin olmadığı ve % 100 sulama uygulaması koşulunda elde edilirken, en düşük verim %36'lık azalışla 4°C sıcaklık artışı ve %50 sulama uygulamasında elde edilmiştir.

Özellikle çiçeklenme döneminde su gereksiniminin tamamının karşılanması ile, %50'sinin karşılanmasında elde edilen verimdeki farklılıkların önemli olmasının nedeni, anılan dönemde bitkinin toprak nemine duyarlılığının bir göstergesi olduğu söylenebilir. Bu sonuçlara göre çiçeklenme ve vejetatif gelişme dönemlerinde bitkinin suya duyarlılığı oldukça fazladır. Dolayısıyla bu dönemde yapılacak destekleme sulamalarda toprakta eksilen nemin tamamının karşılanmasının uygun olacağı söylenebilir.

Sıcaklık artışı ve sulama uygulamalarının verim üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla oluşturulan deneme dosyalarında; 1°C, 2°C, 3°C ve 4°C sıcaklık artışları ile bitkinin sulama suyu gereksiniminin %50 ve %100 su uygulamaları ile karşılanması sonucunda, sıcaklık artışıyla bitkinin fizyolojik olarak olumsuz yönde etkilendiği, verimde azalmaların meydana geldiği, sıcaklık artışının yanında su eksikliğinin de verimi benzer biçimde etkilediği görülmüştür.

Sıcaklık değişimi ve su uygulama düzeyleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde ise,

Çizelge 7. Yıllık Ortalama Sıcaklık Artışları ile Kısıntılı (%50) ve Kısıntısız (%100) Su Uygulanması Koşullarında Modele Göre Tahmin Edilen Buğday Verim Değerleri.

Yıllık Ortalama Sıcaklık Artışı	Su Uygulanması	
	%50	%100
Sıcaklık artışı yok	4083 kg/ha	5765 kg/ha
1°C	3191 kg/ha	5643 kg/ha
2°C	2662 kg/ha	5338 kg/ha
3°C	2318 kg/ha	4848 kg/ha
4°C	2237 kg/ha	4428 kg/ha

topraktaki nem eksikliğinin, sıcaklık değişimine göre verim üzerindeki etkisinin daha önemli olduğu söylenebilir.

Elde edilen sonuçlar bütün olarak değerlendirildiğinde, sıcaklık artışının bitki gelişimi üzerinde etkili olduğu, bitki gelişimini ve verimi sınırlayıcı etkiler yaptığı, sıcaklık artışının yanında toprak nem eksikliğinin de olumsuz etki yaptığı sonucu elde edilmiştir. Dolayısıyla yapılacak destekleme sulamaların, toprakta eksilen nemin tamamının karşılanması biçiminde uygulanması sonucunda bu etkinin azalacağı söylenebilir.

Kaynaklar

- Ahrens, C. D. 1988. *Meteorology Today. An Introduction to Weather, Climate and the Environment*, 3rd Edition, West Publishing Com., p. 581.
- Anonim 1998. Et_c Single Crop Coefficient (K_c). *Crop Evapotranspiration Guidelines for Computing Cropwater Requirements*, FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Chapter 6, p. 5-38.
- Bouzadi, A. 1991. *Cereal Cropping and Supplemental Irrigation in Tunisia*. E.R. Perrier and A.B. Salkini (Editors), *Supplemental Irrigation in the Near East and North Africa*, Kluwer Academic Publication, Chapter 27, p. 513-527.
- Değirmenci, H. ve 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.
- 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.
- IBSNAT. 1994. *Input and Output Files. A Decision Support System for Agrotechnology Transfer Volume 2-1*, p. 1-94.
- Korukçu, A., İ. Arıcı. 1987. Kimi Tahıl Türlerinde Sulamanın Etkinliği. Türkiye Tahıl Simpozyumu, TÜBİTAK ve Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 6-9 Ekim 1987, s. 201-207.
- 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.
- Perrier, E. R., A. B. Salkini. 1991. *Verification of Supplemental Irrigation of Spring Wheat*. E.R. Perrier and A.B. Salkini (Editors.) *Supplemental Irrigation in the Near East and North Africa*, Kluwer Academic Publishers, Chapter 17, p. 293-313.
- 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.
- Yazar, A., B. Çevik, O. Tekinel, K. Tülücü, R. Kanber, R. Baştuğ. 1989. Çukurova Koşullarında Yağmurlama Yöntemiyle İkinci Ürün Soyada Evapotranspirasyon-Verim İlişkisinin Belirlenmesi. TÜBİTAK TOAG 551 Sonuç Raporu.