



## AgroMetShell Modeli Kullanılarak Türkiye’de Buğdayın Verim Tahmini\*

Osman ŞİMŞEK<sup>1</sup> Ali MERMER<sup>2</sup> Hakan YILDIZ<sup>2</sup>  
K.Aytaç ÖZAYDIN<sup>2</sup> Belgin ÇAKMAK<sup>3</sup>

Geliş Tarihi:24.05.2007

**Öz:** Tarımsal politikalar bir ülkenin tabii kaynaklarının etkin bir şekilde kullanımında önemli rol oynar. Çeşitli ürünlere ait ekim alanlarının, üretim miktarı ve verimlerinin zamanında belirlenip tahmin edilmesi tarımsal planlama için önemlidir. Aksi durumda tarımsal politikaların ülke gerçekleri ve kalkınma hedefleri ile uyumlu olarak geliştirilmesi güçleşecektir. Anadolu platosunda tahıl üretiminin çoğu kuru tarım şartlarında yürütülmektedir. Bu nedenle yıllar arasındaki yağış değişiminden çok etkilenmekte, bu da gıda güvenliği açısından önem taşımaktadır. FAO ile yürütülen Teknik İşbirliği Projesi kapsamında AgroMetShell modeli kullanılarak verim tahminleri yapılmıştır. AgroMetShell modelinin çalıştırılabilmesi için gerekli olan meteorolojik veriler, bitki katsayıları, fenolojik gözlemler, toprak özellikleri ve NDVI görüntüleri hazırlanmıştır. Sulama yapılmadığı kabul edilerek, 265 istasyon için model çalıştırılmıştır. İstasyon bazında Su Gereksinim İndeksi (Water Satisfaction Index-WSI) grafiği ve değerleri elde edilmiştir. NDVI görüntüleri yardımıyla WSI değerleri araziye yayılmış ve il bazında ortalama değerler elde edilmiştir. Bulunan indeks değerleri ile TÜİK’e ait, illerin ortalama verim değerleri arasında istatistiksel analizler yapılmıştır. Sonuçta 2005 ve 2006 yılları için il bazında verim tahminleri elde edilmiştir. TÜİK’ten alınan istatistik verim değerleri ve modelin 2005, 2006 verim tahmini değerleri kullanılarak haritalar oluşturulmuştur. Tahmin edilen verim değerleri ile gerçekleşen değerler arasında  $r^2 = 0.9067$  düzeyinde bir ilişki tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Verim tahmini, AgroMetShell modeli, buğday, meteorolojik veri

### Estimation of Wheat Yield for Turkey Using AgroMetShell Model

**Abstract:** Agricultural policy plays a major role in effective management of natural resources of a country. It is important that the acreage and condition of the various crop production sites, amounts and yields should be determined and forecast on time for a complete set up of agricultural planning. Otherwise, the development of agricultural policies in compliance with the realities of the country, and coinciding with development objectives become difficult. Most cereal production in the Anatolian Plateau is rainfed and therefore, exposed to the inter-annual variability of rainfall which directly affects the variability of the main cereals and food security as well. Yield forecasts were made by using AgroMetShell in the scope of FAO Technical Cooperation Project (TCP). Meteorological data, crop coefficients, phenological observations, soil characteristics and NDVI data are prepared in order to run the model. Model was run at 265 stations for unirrigated conditions. Water Satisfaction Index (WSI) values and graphics were obtained. By using NDVI data, average values of WSI calculated city by city. Statistical analysis were made between WSI values and statistics. As a result yield forecasts of cities were obtained for wheat in 2005 and 2006. Maps were prepared by using statistics and yield forecasts for 2005 and 2006. A relation of  $r^2 = 0.9067$  calculated between yield forecasts and statistics.

**Key Words:** Yield forecast, AgrometShell model, wheat, meteorological data

#### Giriş

Tarım atmosfer şartlarında çalışan bir fabrikadır. Tarımsal üretimi etkileyen faktörler toprak, tohum, insan ve iklimdir. Bunlardan iklim dışında kalan diğer faktörler genellikle kontrol ve ilah edilebilir. Tarım teknikleri ne kadar gelişirse gelişsin iklim faktörleri tarımsal üretimi önemli ölçüde etkilemeye devam

etmektedir. Meteorolojik faktörlerin zamansal ve mekansal olarak büyük değişiklikler göstermesi nedeniyle tarımsal üretimde ciddi dalgalanmalar oluşmaktadır. Kuraklık, sel, don, dolu ve fırtına gibi doğal afetler neticesinde büyük oranda ürün kayıpları meydana gelmektedir. Bu nedenle herhangi

\* FAO Teknik İşbirliği Projesi

<sup>1</sup> Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü-Ankara

<sup>2</sup> TKİB, TAGEM, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgiler Bölümü-Ankara

<sup>3</sup> Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü-Ankara

bir bölgede tarımsal faaliyet yapılmasına karar verilirken önce o bölgenin iklim yapısı hakkında gerekli bilgilerin edinilmesi bir zorunluluktur.

Ürün tahmini, ürün verimlerini ve üretim miktarlarını hasat gerçekleşmeden genellikle birkaç ay önceden haber verme sanatıdır. Ürün tahmini için parametrik (model) ve non-parametrik (tanımlamalı metotlar) yöntemler kullanılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan yöntem, FAO tarafından milli gıda güvenliği sistemlerinde kullanılan parametrik yaklaşımdır.

Bütün erken uyarı sistemlerinin temel bileşeni tahminlerdir. Tahminler, gıda güvenliğinin dört yönünü (elverişlilik, süreklilik, ulaşılabilirlik ve biyolojik kullanılabilirlik) (FAO 2001b) kapsamalı, mümkün olduğunca yüksek güvenilirlikte olmalı (tahmin periyodu uzadıkça tutarlılık azalır) ve karar vericilere uyarılara karşı önlem alabilmek için yeterli zamanı vermelidir (Archer ve ark. 2003)

Genellikle bir ülkede gıda bilgisi için en acil ihtiyaçların ilki gıda krizlerinin belirli hassas toplum gurupları üzerine etkilerinin ve krizden kurtarma için neler gerektiğinin önceden tanımlanması, ikincisi ise yurtiçi gıda üretimi ve yıllık tahıl ithalatı ihtiyacının tespiti. Sistemli bilgi eksikliği, ticari olan veya olmayan gıda ithalatının etkin planlaması için önemli bir kısıtlayıcı faktördür. Aktüel ihtiyaçlarda, yapılacak yardımdan faydalanacak kitlenin, yardımın çeşidinin, miktarının, zamanlamasının ve süresinin belirlenmesini kapsayan yardım operasyonlarının izlenmesi önemlidir. Bu amaçla, uygun zamanlı ürün tahminlerine ihtiyaç vardır. İnsan guruplarının, savaş durumu veya kuraklığın yol açtığı ciddi gıda krizlerine karşı verdiği davranışsal cevapların sürekli olarak izlenmesi, lokal gıda krizlerinin derinliğinin göstergelerini vermesi yönünden gereklidir. Kullanılabilir verinin tamamlanması için hassas gurupların tanımlanması, hızlı ve nitelikli metotların kullanılması, zamanında ve uygun müdahalelerin planlanması gereklidir.

FAO Zirai Meteoroloji Birimi, 1974'ten başlayarak, FAO'nun Küresel Bilgi ve Erken Uyarı Sistemi içinde yer alan sahra altı ülkelerinde, bitki koşulları hakkında sürekli güncellenen bilgi ile desteklenen bir ürün tahmin metodolojisi kurmuş olup sürekli olarak gelişmektedir. Bu birim, Milli Gıda Güvenliği Bilgisi ve Erken Uyarı Sistemleri'ne dahil olan zirai meteoroloji bölümlerine yazılım temin etmektedir. İlk zamanlarda, bitki özel su bütçesi tarafından üretilen Su İhtiyaçları Gereksinim İndeksi (WSI-Water Requirements Satisfaction Index) ve bitki durumu arasındaki ilişkiyle ilgili niteliksel bir metodoloji geliştirilmiştir (Frere ve Popov 1986). Bugün bu metodoloji, hasat gerçekleşmeden birkaç ay önce ürün verimlerini ve üretim miktarlarını tahmin etmeye yardım etmektedir.

Türkiye gelişmekte olan bir ülke olup henüz bitki-iklim modeli uygulama ve geliştirme çalışmalarında başlangıç aşamasındadır. Türkiye'de bu konuda yapılan çalışmaların sayısı son derece sınırlıdır. Şaylan ve ark. (1994) yaptıkları bir çalışmada, modellerin tarımsal kuraklığın analizinde kullanılma imkanlarını belirlemiştir. Yine Şaylan ve ark. (1995) yaptığı bir diğer çalışmada küresel ısınmanın etkileri bitki-iklim modelleri ile tespit edilmiştir. Eitzinger ve Şaylan (1995) tarafından modellerde kullanılacak olan verilerin ölçüm noktalarının sonuçlara etkileri araştırılmıştır. Sezen (1993) ile Sezen ve ark. (1998) CERES-Wheat modelini su-verim ilişkilerinin tespiti amacıyla Çukurova şartlarında test etmiştir. Köksal (1995) aynı şartlarda mısır bitkisinin gelişimine yağış eksikliğinin etkilerini CERES-Maize modeli ile belirlemiştir. Durak ve Şaylan (1997, 1998) tarafından CRPSM ile CERES-Maize modelleri kullanılarak, özellikle iklim değişimi sonucu meydana gelebilecek farklı sıcaklık değişimi senaryoları için mısır bitkisinin verimine etkileri tahmin edilmiştir. Şaylan ve Özen (1997) tarafından yapılan bir çalışma ile özellikle çevresel değişimin zirai meteorolojik etkilerinin modellerle nasıl belirleneceği ortaya konmuştur. Şaylan ve ark. (1998), Dünya'da ve Türkiye'de bitki-iklim modelleri ve bu alanda ülkemizde yapılabilecekleri vurgulamıştır. Durak ve Şaylan (1998), Avusturya'da ölçülen verileri kullanarak, iklim değişiminin zirai meteorolojik etkilerinin modellerle nasıl belirlenebileceğini açıklamışlardır. Şaylan ve ark. (1998) yaptıkları çalışmada, Avusturya'da mısır bitkisindeki gelişime iklimin değişiminin etkilerini CRPSM modeli tespit etmiştir. Geçmişte ülke genelini kapsayan tamamlanmış bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada amaç, 2005 ve 2006 yılları için, ülke genelinde buğdayın izlenmesi ve verim tahminlerinin yapılmasıdır.

### Materyal ve Yöntem

FAO, istatistik ve bitki modelleme yaklaşımlarını kullanarak, hava koşullarının bitki üzerindeki etkisini değerlendirmek için kullanılan, farklı araçların bir araya getirildiği AgroMetShell (AMS) modelini geliştirmiştir. Bu model, genel bir arayüzde bir araya getirilmiş yer verileri ve düşük çözünürlüklü uydu verilerinin birleştirilmiş analizi için araçların bir araya toplanmasıdır. AMS, ürün özel toprak su bütçesini hesaplamak için kullanılan bitki, hava, toprak ve iklim verilerinin üzerine inşa edilmiştir ve bitki koşullarını değerlendirmek için kullanılan bazı zirai meteorolojik anlamlı değişkenleri üretmektedir (FAO 2004). Yazılım veri analizi ve Görüntü Veri Analizi (IDA) fonksiyonlarını birleştirir. AMS'nin başlıca fonksiyonları aşağıda verilmiştir:

- Veri tabanı fonksiyonları (yapılandırma, girdi, çıktı, veri yönetimi),
- Ürünleri izlemek ve risk analizlerini yapmak için 10 günlük toplam ürün özel toprak su bütçesi ölçümleri,
- Agroklimatik değişkenler ve diğer indikatörler ile bunların grid formattaki çıktılarının uzaysal enterpolasyonu için birkaç metod,
- Gıda Güvenliği Bilgisi ve Erken Uyarı Sistemi (FSIEWS-Food Security Information and Early Warning System) (Gommes at al., 1996) operasyonel zirai meteorolojistler tarafından yapılan, bitki su tüketimi (potansiyel evapotranspirasyon), yağış ihtimalleri, büyüme sezonu karakteristikleri ve istatistiksel analizler gibi bir dizi genel hesaplamaların yapılması.

Model bir bitkinin çevresiyle olan etkileşimlerini simüle etmeye çalışır. Model çıktıları, girdilere nazaran, ürün verimleriyle yakından ilişkili olan parametrelerin kesin değerlerini verir. Örneğin bitki toprak nemi çıktısı, özellikle tepelik arazide yüzey akışına geçen yağış miktarına göre bitkinin büyümesi ile daha yakından ilişkilidir. Çıktılar, standart regresyon teknikleri kullanılarak ürün verimleri ile ilişkilendirilir. Bu işlem "model kalibrasyonu" olarak adlandırılır. Kalibrasyonun sonucu, "verim fonksiyonu" olarak bilinen matematiksel bir tanımlamadır ve model çıktılarına dayanan verim tahminlerinde kullanılır.

Bitki gelişip büyümek için güneş enerjisine ihtiyaç duyar. Bununla birlikte uzun süre güneşe maruz kalmak yaprakların sıcaklığını artırır. Eğer bitki, yaprak sıcaklıklarını kabul edilebilir düzeye düşürebilmek için gerekli olan suyu buharlaştıramazsa hayatietini devam ettiremez. Gerçekte bitkinin depolayabileceği güneş enerjisinin miktarı, buharlaştırebileceği suyun miktarı ile doğrudan ilişkilidir. Burada tanımlanan su bütçesi ve bitki modelinin başlıca amacı ürün verimiyle çok yakından ilişkili olan, bitki tarafından absorbe edilen suyun miktarını tahmin etmektir.

Modelleme, büyüme sezonunun sürekli gözlenmesi esasına dayanır. Ekimden hasada kadar olan sürede, 10 günlük periyotta kümülatif olarak su bütçesi belirlenir. Her ürünün ekimden hasada kadar olan dönemi 10 günlük ardışık zaman dilimlerine bölünür. Her 10 günlük yağış, bitki su ihtiyacı ve bitkinin fenolojik safhası tespit edilir. Kümülatif hesap, yağış eklenip bitki su tüketimi çıkartılarak bulunan su bütçesinin, bitkinin ekimden hasadına kadar taşınmasıdır. Aynı zamanda bitkiyi gelişimi boyunca etkileyen su stresi de kümülatif olarak hesaplanır. Yaklaşım, her 10 gün için, yağışın miktarını, dağılımını, bitki su ihtiyacını ve yağış verilerinden türetilen elverişli su miktarını hesaba katar. Bu durum, çeşitli zirai meteorolojik parametrelerin başlangıçta araştırılıp toplanmasını gerekli kılar. Bitki çeşidi, farklı büyüme

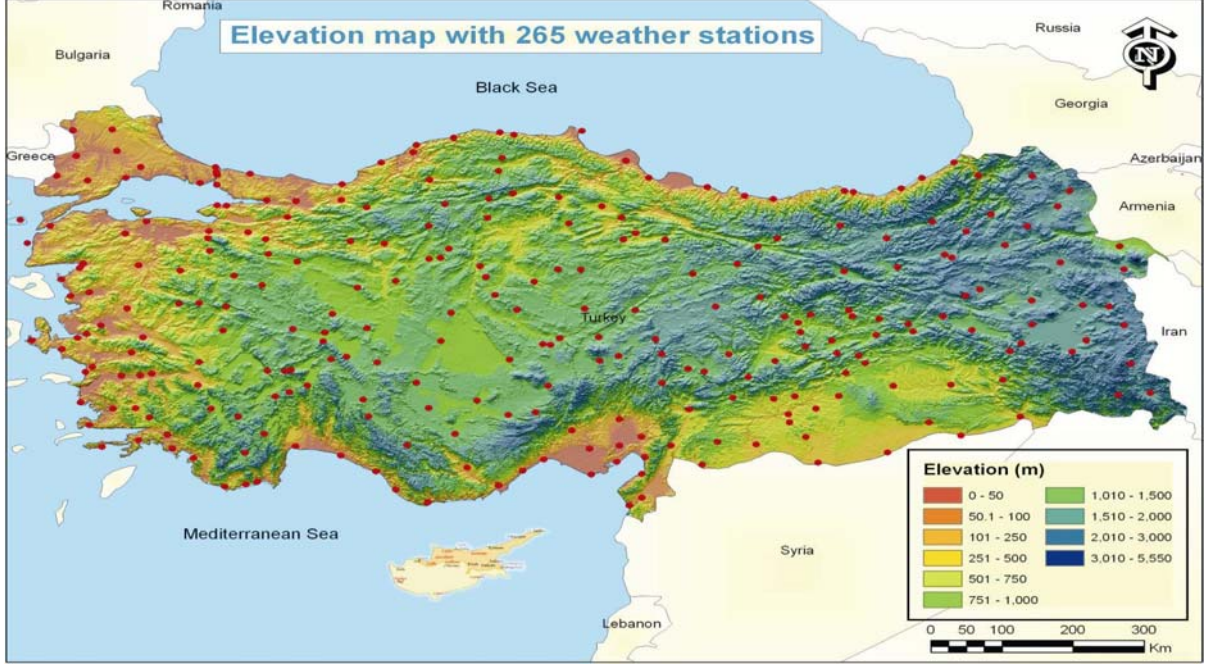
safhalarının uzunluğu, toprak su tutma kapasitesi, efektif yağış ve yüzey akışı bunlardan bazılarıdır.

Model, dinamik (su dengesi) ve istatistiksel (verim fonksiyonunun kalibrasyonu) yaklaşımların bir kombinasyonu olarak kabul edilir. Hasat zamanında, bitki tarafından yaşanan su stresinin 10'ar günlük toplamı (su temin indeksi-water satisfaction index), bitki su tüketimi (gerçek evapotranspirasyon) ve diğer ilgili değişkenler verim tahmini için bir regresyon eşitliğinde birleştirilmiştir. Bütün model Bitki Özel Toprak Su Dengesi (Crop Specific Soil Water Balance-CSSWB) üzerine oturmaktadır. Bu ise, operasyonel kullanım için geliştirilmiş toprak su bütçesi yaklaşımının çok basit fakat fiziksel anlamı olarak kabul edilebilir.

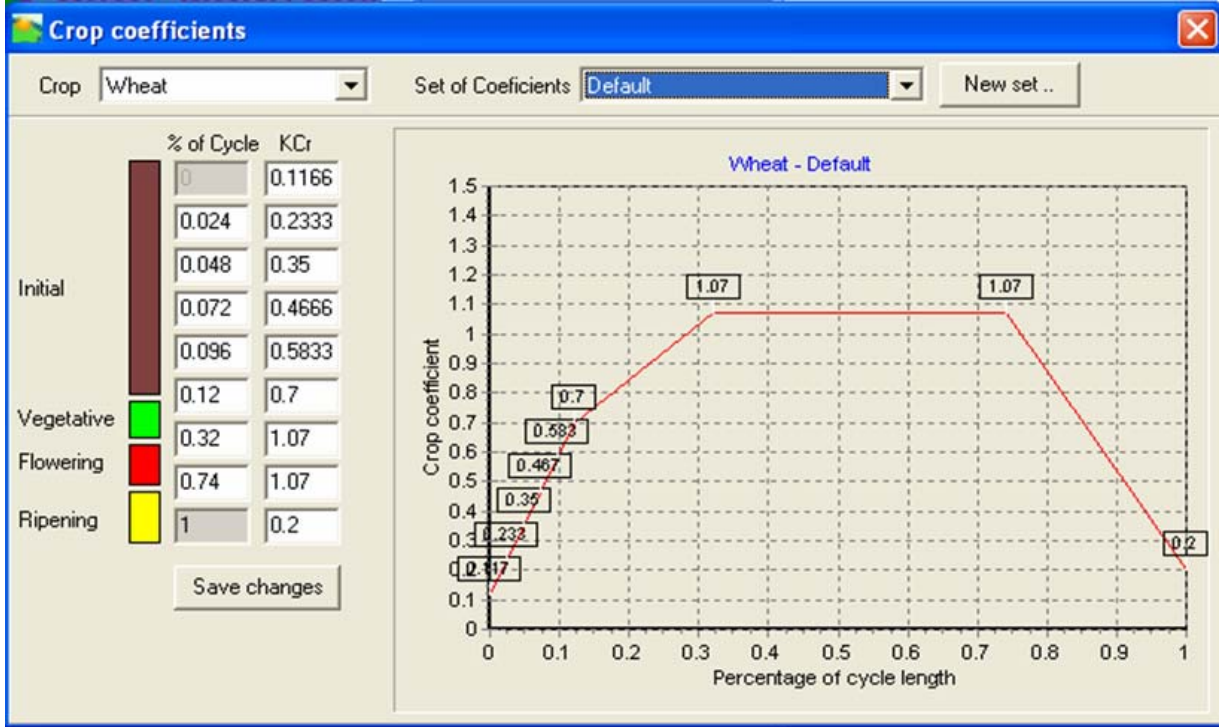
Modelin çalıştırılması öncesi gerekli girdiler araştırılıp temin edilmiştir. Meteorolojik veriler Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınmış olup, 265 Büyük Klima İstasyonu'na ait geçmiş ve 2005, 2006 aktüel verilerini kapsamaktadır. İstasyonların Türkiye genelindeki dağılımı Şekil 1'de verilmiştir. Veriler, günlük olarak yağış, nispi nem, rüzgar hızı, güneşlenme süresi ve şiddeti, maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık değerleridir. AMS modeli bu meteorolojik verileri kullanarak, FAO Penman-Monteith yöntemi ile referans evapotranspirasyon değerlerini hesaplamaktadır.

Buğday için yapılan tahmin çalışmasında, bu bitkiye ait bitki katsayıları mümkün olduğunca yurtiçi araştırmalardan temin edilmiş olup, eksikler FAO 56'dan (Richard ve ark. 1998) temin edilmiştir. Modelde, her il için fenolojik gözlemler ve ilgili bitki katsayıları tanımlanmıştır. Bununla ilgili örnek bir tanımlama Şekil 2'de verilmiştir. Buğdaya ait ekim, hasat tarihleri TAGEM ve DMIGM'nden alınmıştır. Modelde, her il için vejetasyon süresi boyunca gerçekleşen safhalar ve ilgili bitki katsayıları tanımlanmıştır. Türkiye geneline kapsayan 10 günlük ortalama NDVI görüntüleri FAO'dan temin edilmiştir. Verim istatistikleri Türkiye İstatistik Kurumu'ndan (TÜİK) alınmıştır. Model sulama yapıldığında bunu hesaba katabilmektedir. Fakat bu çalışmada ülke genelinde sulanmayan koşullar için model çalıştırılmıştır. Toprak su tutma kapasitesi ve etkili yağış oranı, AMS kullanım kılavuzunda önerilen üst limit değerleri olan 70 ve 100 olarak alınmıştır.

Çalışmada AMS 1.00 ve AMS 1.50 model versiyonları kullanılmıştır. NDVI görüntülerinin istatistiksel analizi için WinDisp (FAO 1998), enterpolasyon, bölgesel istatistik ve görsel sunum için ArcGIS, görüntü işleme için Erdas, veri hazırlığı için Excel, çoklu regresyon için ise Jump programları kullanılmıştır.



Şekil 1. Büyük Klima İstasyonları'nın dağılımı



Şekil 2. Buğday için bitki katsayısının tanımlanması

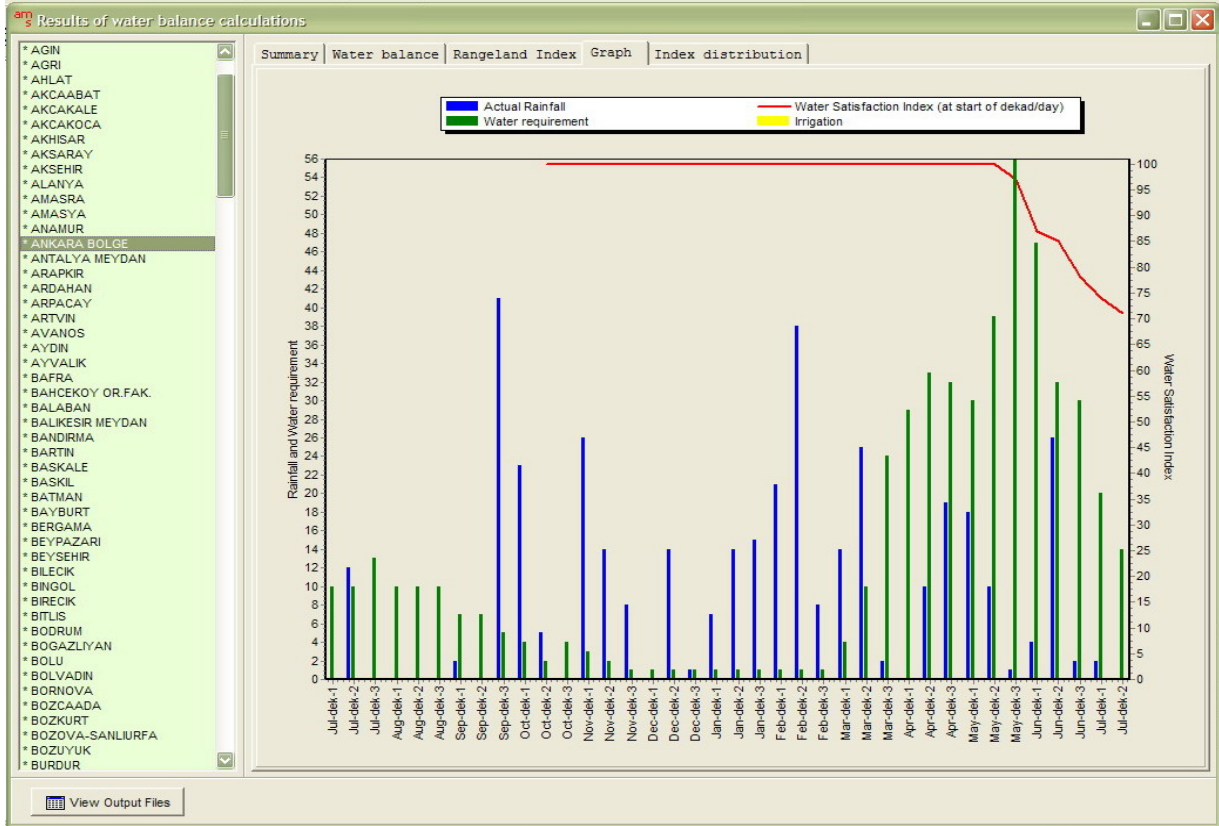
## Bulgular ve Tartışma

Model istasyon bazında çalıştırılmıştır. Her bir istasyon için farklı indeks değerleri elde edilmiştir. İndex olarak elde edilen çıktı FAO toprak su temin indeksidir ve % olarak ihtiyaçları vermektedir. WEXi (Water excess-initial) indeksi fenolojik safhalar boyunca su fazlalığını WDEFi (Water deficiency-initial) ise su açığını ifade etmektedir. ETAi ise, fenolojik safhalar boyunca gerçek evapotranspirasyon değerini vermektedir. Sonuç olarak İNDX, Su Gereksinim İndeksi (WSI) değerini ifade eder. Ankara istasyonu için elde edilen 2006 yılı Su Gereksinim İndeksi grafiği Şekil 3'te verilmiştir.

İstasyon bazında elde edilen WSI değerleri NDVI görüntüleri kullanılarak araziye yayılmış, bu haritadan da il bazında ortalama WSI değerleri elde edilmiştir. Ortalama WSI değerleri, çoklu regresyon tekniği kullanılarak istatistiksel verim değerleri ile kalibre edilmiştir. Böylece il bazında verim tahminleri elde edilmiştir.

Verim tahmin çalışmasında, çok aşırı yağışlı olan Rize ili için verim tahmin çalışması yapılmamıştır. Buğday üretiminde önde gelen iller için elde edilen ortalama verim değerleri tablo haline getirilmiştir. Tabloda istatistiksel ortalama verim değerleri ve 2005 verim değerleri de bulunmaktadır. Bu üç değer birbirleriyle olan farklılıkları da tabloda analiz edilmiştir (Çizelge 1).

Adana, Konya, Sivas, Şanlıurfa illeri için AMS modelinden elde edilen çıktılar ve verim istatistikleri arasında yapılan çoklu regresyon sonucu elde edilen modeller Çizelge 2'de verilmiştir. Regresyon modelinde her il için farklı parametreler önemli bulunmuştur. Yağışın kısıtlı olduğu Konya, Sivas, Şanlıurfa gibi illerde modelin korelasyon katsayısı yüksek olurken (sırasıyla,  $R^2 = 0,81, 0,77$  ve  $0,90$ ) yetiştirme döneminde yağışın yeterli olduğu Adana'da daha düşük ( $R^2 = 0,51$ ) bulunmuştur. Tüm tahmin edilen verim değerleri ile gerçekleşen değerler arasında  $r^2 = 0,9067$  düzeyinde bir ilişki tespit edilmiştir.



Şekil 3. Ankara istasyonu 2006 yılı WSI grafiği

Çizelge 1. İllere ait verim değerlerinin karşılaştırılması

İl	Ortalama verim	2005 Verimi	2006 Tahmin	2006 – Ort. Fark (t/ha)	2006-2005 Fark (t/ha)	2006 – Ort. Fark (%)	2006-2005 Fark (%)
Konya	1.91	1.77	1.86	-0.05	0.09	-2.7	5.0
Ankara	1.98	2.24	2.69	0.71	0.44	35.7	19.8
Adana	3.31	2.94	2.92	-0.39	-0.02	-11.7	-0.6
Şanlıurfa	1.66	2.76	2.90	1.24	0.14	74.7	5.1
Diyarbakır	1.79	2.19	2.17	0.38	-0.02	21.3	-1.0
Çorum	1.90	2.46	2.62	0.72	0.16	37.7	6.3
Edirne	3.00	3.33	3.04	0.04	-0.29	1.2	-8.8
Tekirdağ	3.30	3.83	3.58	0.28	-0.25	8.5	-6.6
Yozgat	1.78	2.42	1.83	0.05	-0.59	2.8	-24.3
Balıkesir	2.75	2.96	2.87	0.12	-0.09	4.3	-3.1
Amasya	2.47	3.29	2.26	-0.21	-1.03	-8.5	-31.4
Sivas	1.35	1.63	1.38	0.03	-0.25	1.9	-15.4
Eskişehir	2.17	2.52	2.21	0.04	-0.31	1.7	-12.4
Kırklareli	2.94	3.12	3.31	0.37	0.19	12.7	6.0

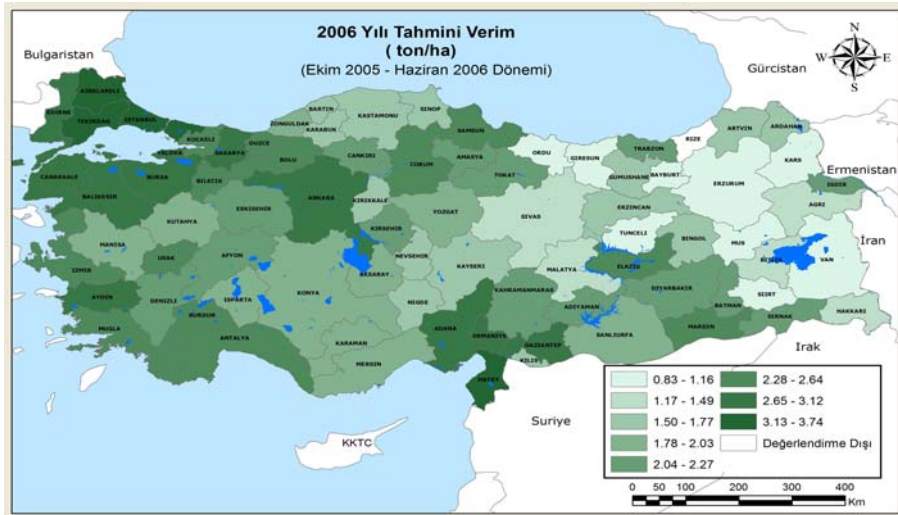
Çizelge 2. Bazı illere göre kışlık buğday için regresyon eşitliği

Adana		
R <sup>2</sup>	0.51031	
Term	Estimate	Prob > t
Intercept	4.11509	0.00071
WEX_f	-0.01135	0.09020
ETA_i	-0.05103	0.01519
horz	0.22819	0.00461
Konya		
R <sup>2</sup>	0.81326	
Intercept	1.16820	0.00595
WDEF_T	0.01869	2.39824
ETA_v	0.01845	0.00376
Nisan_y	0.00429	0.01982
Sivas		
R <sup>2</sup>	0.77385	
Intercept	-0.92904	0.06316
WEX_f	-0.01199	0.02188
WDEF_T	0.00976	0.00012
ETA_i	0.03726	0.00052
horz	0.11467	0.00131
Şanlıurfa		
R <sup>2</sup>	0.90	
WEX_i	0.003088	8.46045
WDEF_r	0.011191	0.01559
cum	-0.078	0.06034
eval	-0.01705	0.02060
pval	0.041778	

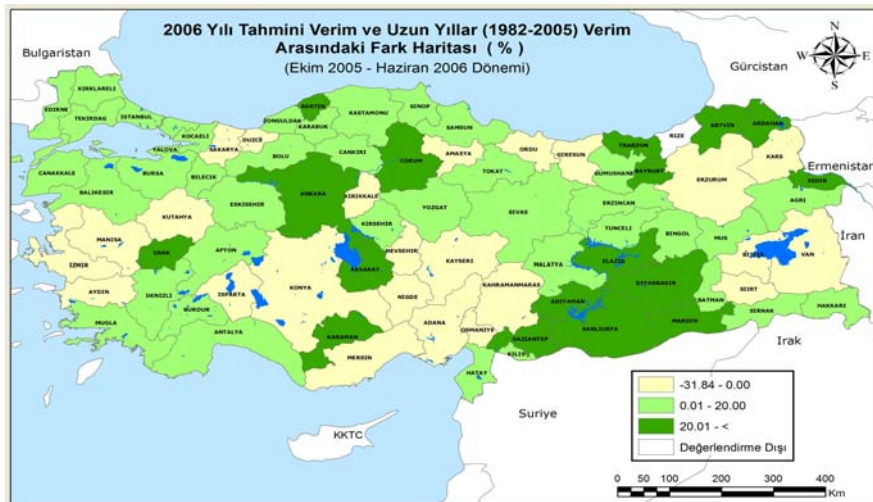
\* WEX\_f : Çiçeklenme dönemindeki su fazlalığı, ETA\_i : Başlangıç dönemindeki evapotranspirasyon, WDEF\_T: Toplam su eksikliği, ETA\_v : Vejetasyon dönemindeki evapotranspirasyon, Nisan\_y : Nisan ayındaki toplam yağış, slop; eval; pval; horz: NDVI (vejetasyon indeksi)'den hesaplanan parametreler

Tahmin ve kıyas değerleri harita haline getirilmiş olup 2006 yılına ait verim tahmin haritası Şekil 5'te verilmiştir. Haritada koyu renk olarak görüldüğü gibi, en yüksek verim değerlerine sahip olan iller Hatay, İstanbul, Tekirdağ ve Kırklareli'dir. En açık renk ile gösterilen iller, verimi en düşük olan iller olup bunlar Kars, Siirt, Van, Erzurum, Ordu, Tunceli, Muş, Giresun ve Bayburt'tur. 2006 yılı verim tahminlerinin uzun yıllar ortalama verim değerleri ile karşılaştırılması haritası Şekil 6'da verilmiştir. Harita, tahmin edilen verim değerlerinin, normallerden % olarak, az veya fazla olduğunu göstermektedir. Verim tahminlerini normalleri ile kıyasladığımızda % 77.7'lik artışla ilk sırada Iğdır ilini görmekteyiz. İkinci sırada % 74.7'lik artışla Şanlıurfa, üçüncü sırada ise %60.4'lük artışla Karaman gelmektedir. % 30'un üzerinde artışa sahip iller Elazığ (% 54.4), Ardahan (% 51.2), Aksaray (% 45.2), Çorum

(%37.7), Ankara (%35.7), Mardin (%35.5), Bartın (%31.1), ve Bayburt (%30.0) olarak sıralanabilir. % 1'den daha az değişim gösteren illerin Çanakkale, Tunceli, Kayseri ve Kahramanmaraş olduğu görülmektedir. En büyük verim düşüşü ise % 31.8'lik düşüşle Siirt ilinde görülmüştür. % 26.1'lik düşüşle Kars ikinci, % 19.2'lik düşüşle İzmir üçüncü sırada verim düşüşü yaşamıştır. 2006 verim tahminleri ile gerçekleştirmeleri arasındaki farkları arşılaştırdığımızda, 2005 yılına göre en yüksek verim artışı %43.5'lik değerle Mardin ilinde meydana gelmiştir. % 39.0'lık artış değeriyle Ardahan ikinci, %30.5'lik artışla ise Bolu üçüncü sırada yer almıştır. En büyük düşüş % 50.5 değeri ile Siirt ilinde gerçekleşmiştir. İkinci en büyük düşüş % 33.6'lık değerle Kilis ilinde, % 31.4'lük değerle Amasya ilinde gerçekleşmiştir.



Şekil 5. Buğday için 2006 yılı verim tahmini haritası



Şekil 6. 2006 verim tahmini ile ortalama arasındaki fark (%)

## Sonuç

Dünyada bitki-iklim modelleri ile ilgili birçok çalışma yapılmasına karşın ülkemizde henüz bu konuda yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır. Ülkemiz nüfusunun önemli bir kısmı tarımla uğraştığından, bitki-iklim modelleri ile ilgili yapılan çalışmalar bizim için daha önemlidir.

Türkiye, 1980'lerde ürün verim tahmini, istatistiksel verilerin toplanması ve tarımsal uygulamalar için uzaktan algılama tekniklerinin geliştirilmesi konusunda TCP/TUR/2201 ve TCP/TUR/2303 nolu TCP projeleri yoluyla FAO'dan teknik yardım almıştır. Bu projeler sonucunda operasyonel ve çalışan yöntemler geliştirilmeyle beraber Tarım ve Köyşleri Bakanlığı'nda (TKİB) yeniden yapılanma, idari değişiklikler ve diğer nedenlerden dolayı bunlar hiçbir zaman rutin olarak yürürlüğe konulamamıştır. O zamanki projelerde uzaktan algılama çalışmaları TKİB ile organik ilişkisi olmayan bir Enstitüsü tarafından yürütülmüştür. Burada sonuçları anlatılan çalışma, FAO AgroMetShell bitki iklim modelinin kullanıldığı Ürün İzleme ve Verim Tahmini projesi, iki yıl süreyle başarıyla yürütülmüş ve bültenler hazırlanmıştır.

2006 yılı ürün izleme verim çalışmaları sonucu uzun yıllar ortalama verime göre az bir yükselme, 2005 yılı verimine göre az bir düşüş yaşanmıştır. Bu durum üretim ve tüketim dengesinde bir probleme yol açmamıştır. Fakat 2006-2007 Tarım Yılı başlangıcından sonra yaşanan meteorolojik kuraklık olayı piyasada ciddi dalgalanmalara yol açmış, durumun takibi için TKİB başkanlığında bir İzleme ve Önleme Merkezi kurulması kararı alınmıştır.

Ürün izleme ve verim tahmini çalışmalarının; ülke kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılması, risk analizi yardımıyla nerede hangi ürünün ekilmesinin uygun olacağına belirlenmesi, meteorolojik, fenolojik ve istatistiksel verilerin en doğru bir şekilde üretilmesinin sağlanması, çiftçilerin ürünlerinin durumunu görerek zamanında tedbir alması, karar vericilerin ürünün durumunu görerek hasattan önce gerekli ithalat ve ihracat bağlantılarını yapması ve hassas toplum kesimlerinin belirlenerek gerekli yardım çalışmalarının başlatılması gibi birçok konuda fayda sağlayarak ülke kalkınmasına katkı yapması beklenmektedir.

## Kaynaklar

Archer E., E. Mukhala, S. Walker and M. Dilley. 2003. Critical areas for improvement in the ability of SADC agricultural sector to benefit from seasonal forecasts. Insights and Tools for Adaptation: Learning from Climate Variability Workshop, November 18-20, 2003, Washington, D.C.

- Durak, M. ve L. Şaylan. 1997. Ekstrem Sıcaklıkların Bitkisel Üretime Etkilerinin CRPSM Modeli ile Analizi. Meteorolojik Karakterli Doğal Afetler Sempozyumu, Ankara. 390-399.
- Durak, M. ve L. Şaylan. 1998. İklim Değişiminin Tarımsal Meteorolojik Etkilerinin Modellerle Belirlenmesi. Tarım ve Orman Meteorolojisi'98 Semp., İstanbul Teknik Univ. 292-295.
- Eitzinger, J. and L. Şaylan. 1995. Einfluss der Witterungsparameter auf die Simulationsergebnisse eines Agrarmeteorologischen Modells. Bulletin of the Technical University of İstanbul. 48, 481-494.
- FAO 1998. WINDISP version 3.0. Programme and manual. Rome, Italy: FAO.
- FAO 2001b. Handbook for defining and setting up a Food Security Information and Early Warning System (FSIEWS). FAO-ESA, Agricultural Policy and Economic Development Series No. 6. Rome, Italy: FAO.
- FAO 2004. AgroMetShell Toolbox CD-ROM. FAO-SDRN Working Paper Series (under preparation). Rome, Italy: FAO. - 124 -
- Frère, M. and G. F. Popov. 1986. Early Agrometeorological crop yield forecasting. FAO, Plant Production and Protection Paper No. 73. Rome, Italy: FAO.
- Gommes, R., F. L. Snijders and J. Q. Rijks. 1996. The FAO Crop Forecasting Philosophy in National Food Security Warning Systems, Chapter 6 in Report of the EU Support Group on Agrometeorology. EU-JRC official publications of the EU paper series.
- Köksal, H. 1995. Çukurova Koşullarında II. Ürün Bitkisi Su-Verim İlişkileri ve CERES-Maize Bitki Büyüme Modelinin Yöreye Uyumluluğunun Saptanması. Doktora Tezi, Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Richards, G. Allen, S. Luis Pereira, D. Raes and M. Simth. 1998. Crop Evapotranspiration. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, 1998. Rome.
- Sezen, S. M. 1993. Çukurova Koşullarında Buğdayda Su-Verim İlişkilerinin Belirlenmesi ve CERES-Wheat Bitki Büyüme Modelinin Test Edilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Sezen, S. M., A. Yazar, R. Kanber ve M. Koç. 1998. CERES-Wheatv3 Bitki Büyüme Modelinin Çukurova Koşullarında Değerlendirilmesi. Tarım ve Orman Meteorolojisi'98 Sempozyumu, 1998, İstanbul Teknik Üniv., İstanbul. 301-309.
- Şaylan, L., K. Sönmez ve J. Eitzinger. 1994. Bitki-İklim Modelleri Tarımsal Kuraklığın Analizine Bir Çözüm Olabilir Mi? I. Hidrometeoroloji Sempozyumu, 1994, İstanbul Teknik Üniv. 72-81.



Şaylan, L., O. Şen ve S. İncecik. 1995. Küresel Isınmanın Bitki Gelişimine Etkisinin Bitki-İklim Modeli ile Analizi. II. Hava Kirliliği ve Modellemesi Semp., 1995, İstanbul Teknik Üniv. 269-279.

Şaylan, L. ve U. Özen. 1997. Çevresel Değişimin Tarımsal Meteorolojik Etkilerinin Tahmini. Trakya'da Sanayileşme ve Çevre II. Sempozyumu, 1997, Kırklareli. 365-373.

Şaylan, L., M. Durak ve B. Çaldağ. 1998. Dünya'da ve Türkiye'de Bitki-İklim (Bitki Gelişimi Simülasyonu) Modelleri. Tarım ve Orman Meteorolojisi'98 Sempozyumu, 1998, İstanbul Teknik Üniv. 275-283.

---

**İletişim adresi:**

Osman ŞİMŞEK  
Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü  
Kütükçü Alibey Caddesi  
Kalaba/ANKARA  
Tel: 0 312 302 24 92  
E-posta: [osimsek@meteor.gov.tr](mailto:osimsek@meteor.gov.tr)

