

## TİGEM ORTA ANADOLU ÇİFTLİKLERİNDE BUĞDAY VERİMİ TAHMİNİ VE ETKİN METEOROLOJİK PARAMETRELERİN SAPTANMASI

Muzaffer Avcı<sup>1</sup> Vedat Uzunlu<sup>1</sup>

1. Dr. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara

**ÖZET:** Buğday verimlerinin ön tahmini ve verimi etkileyen başlıca meteorolojik faktörlerin tespit edilmesi üretim ve tarımsal ekonomik faaliyetler açısından özellikle ülkemiz için çok önemli bir yere sahiptir. Orta Anadolu'da yer alan TİGEM'e bağlı tarım işletmelerinden 1989-1994 yıllarında elde edilen buğday verimleri ile sözkonusu yıllara ait aylık yağış ve sıcaklık değerleri kullanılarak yapılan çoklu regresyon analizi sonucunda buğday verimi üzerinde, kasım ayı yağışı ve sıcaklığı etkide bulunurlarken kasım ayı yağışı yalnız başına verimi azaltıcı bir rol oynamıştır. Kasım ayında sıcaklık ve yağışın birlikte olumlu etkiye sahip olmaları bitkinin çıkış ve gelişmesini artırmasına etkisinc bağlanmıştır. Bu şekilde yorumun nedeni Orta Anadolu şartlarında çıkış yaklaşık her iki yılda bir bu ay içinde tamamlanmasıdır. Haziran ayı ortalama hava sıcaklığı çiçeklenme ve tane doldurma dönemindeki buğday bitkisinde protein ve karbonhidrat sentezini artırarak verimi artırdığı şeklinde açıklanmıştır. Araştırma verim üzerinde kış öncesi yağış ve sıcaklıkların etkili olduğunu, bu tip çalışmalarda üzerinde çalışılan parametrelerin birlik etkilerinin de incelenmesi gerektiği sonucunu ortaya koymaktadır.

### DETERMINATION OF EFFECTIVE METEOROLOGICAL PARAMETERS IN FORECASTING WINTER WHEAT YIELDS OF STATE FARMS LOCATED IN CENTRAL ANATOLIA.

**SUMMARY:** Forecasting of wheat yield and determination of effective weather parameters on grain yield are very important for wheat production and the activities in agricultural economy in Turkey. The objective of this paper was to find out most critical weather parameters affecting wheat yield and thereby to predict yield by employing multiple regression analysis. The wheat yields and monthly precipitation and temperatures of 5 seasons (1989-1994) obtained from State Farms located in different parts of the Central Anatolia were used. Results showed that November precipitation x temperature interaction, April + May rainfall, and June temperature were positive impact on yield. However, single effect of November rainfall had negative effect. The favorable effect of the interaction of November rainfall and temperature may result from the beneficial impacts of it on germination, emergence or the development of the wheat crop. The reason of this kind of explanation because, the emergence of wheat crop in Central Anatolia has been completed in one year out of two. This means that November is an important month in terms of wheat establishment and development. Positive effect of June temperature on grain yield may account for the increase in kernel weight by encouraging protein and carbohydrate synthesis.

This study emphasizes the importance of pre-winter conditions of the Central Anatolia on winter wheat yield and interactions among weather parameters that should be included as independent variables in weather-yield interrelation studies.

## GİRİŞ

Verim tahminlerinin çoğunluğu dünya gıda tüketiminin çoğunluğunu oluşturan ve uluslararası ticarete önemli yer tutan tahıllar ve özellikle de buğday için yapılmaktadır. Dünyada buğday ekim alanları ve verim durumları uydu teknolojilerinden yararlanılarak çekilen fotoğraflarının değerlendirilmesiyle de yapılmaktadır. Ancak bu teknoloji çok pahalıdır ve ülkemiz koşullarına adaptasyonu gerekmektedir. Ayrıca son

zamanlarda bilgisayarda yazılan kapsamlı modellerle de buğday verim tahmini gerçeğe çok yakın bir şekilde tahmin edilmektedir. Ancak bu modeller günlük olarak birçok meteorolojik veriye, yetiştirme tekniği kapsamlı uygulamaları ve yetiştirilen çeşitin özellikleri hakkında detaylı bilgilere ve ülke koşullarına adaptasyonu için modifikasyonlara ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenlerle bu gibi modellerle çalışmak için düzenli bir veri akışına sahip olmak gerekmektedir. Bunun yerinc, daha az veri gerektiren ve

hesaplaması kolay olan modeller pratikte daha geçerli olmaktadır.

Ülkemizde buğday verimini tahminde birçok model üretilmiştir. Bunlar içinde MANN (1977), buğday verimi üzerinde nisan + mayıs yağışlarının, ocak-şubat ortalama sıcaklığının ve gübre tüketimindeki artışın verimde olumlu, buna karşın haziran ayı ortalama sıcaklığının olumsuz etkide bulunduğunu bildirmektedir. BENLİ ve TOKGÖZ ise Konya buğday üretim tahminlerinde ekim ayı sıcaklığı, Mayıs ayı nemi, eylül - haziran periyodu yağış toplamı, ocak ayı en düşük sıcaklığını ve teknolojik girdileri değişken olarak kullanmışlardır. SÖNMEZ, ve ark (1982). Orta Anadolu Bölgesindeki Tarım İşletme Müdürlüklerinin verimlerinin tahmininde kasım ayı minimum ekstrem sıcaklığı, nisan ayı yağışlı gün sayısı, kasım ayı ortalama toprak sıcaklığı ve kasım ayı minimum toprak sıcaklığını verimde etkili faktörler olarak tespit etmişlerdir. GÜLER, (1987) araştırmada elde edilen verimleri kullanarak yaptığı bir çalışmada Orta Anadolu şartlarında buğday verimi üzerine ele aldığı birçok değişken arasından ekim, kasım, şubat + mart, nisan + mayıs yağışlarının, kasım ve şubat sıcaklıklarının verimde olumlu, haziran sıcaklığının ise olumsuz rol oynadığını saptamıştır. KODAL ve ark. (1987), bazı Orta Anadolu Tarım İşletme Müdürlüklerinin buğday verimlerini tahmin etmek amacıyla yaptıkları çalışmada zaman etmeni olarak ifade ettikleri bir değişkenin, nisan ayı yağışlı gün sayısının verim tahmininde çok önemli olduğunu saptamışlardır.

Verimi etkileyen başlıca etkenler, vegetasyon dönemi boyunca düşen yağışın ve sıcaklığın miktarı ve dağılımıdır. Diğer meteorolojik elemanlar genellikle bu iki unsurun fonksiyonu olmaktadır. Ayrıca yetiştirme tekniği (ekim,gübreleme,çesit

vb.) ve toprak şartları da verim üzerinde etkili olmaktadır. Belli bir bölgede toprak şartları, yetiştirme tekniği ve iklim kısa dönemde değişmemekte ancak değişen hava şartları olmaktadır. Bu nedenle verim genellikle hava şartları ve özellikle de yağış ve sıcaklığın fonksiyonu olmaktadır. Bu çalışmanın amacı Orta Anadolu Bölgesi şartlarında buğday veriminde etkili olan meteorolojik parametrelerden en önemlilerini tespit etmek ve verim tahmininde bulunmaktır.

## MATERYAL VE METOT

Bu araştırmada 1989-1994 yılları arasında Orta Anadolu Bölgesi'nde yer alan Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğüne ait işletmelerin buğday verim ortalamaları kullanılmıştır. Bu çiftlikler Altınova, Bala, Gözlü, Malya, Polatlı, Koçaş ve Ulaş'tır. Verim ve meteorolojik veriler bu çiftliklere ait olan ve TİGEM tarafından tutulan kayıtlardan alınmıştır. Verim, her bir çiftliğin ürettiği buğday üretimlerinin ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Bağımsız değişken olarak ele alınan meteorolojik veriler Çizelge 1' de verilmektedir. Görüldüğü gibi bu araştırmada meteorolojik parametrelerin tekli etkilerinin yanında ikili interaktif (birlik) etkileri de incelenmiştir. Birlik etkilerinin incelenmesinin nedeni verime katkıda bulunan etkenlerin birbirlerinin etkilerini zaman içinde olumlu veya olumsuz olarak arttırmalarıdır. Örneğin; Kuru koşullarda yetiştirilen buğdayın ekiminden sonra yeterli yağış alınamamış ve çıkış gerçekleşmemişse oluşan uygun hava sıcaklıklarının çıkışa bir etkisi olmayacaktır. Bunun tersi söz konusu ise hava sıcaklıklarındaki artışın ürün üzerinde olumlu bir tesiri görülecektir. Bu nedenle bu iki hava şartının etkisi biraraya geldiklerinde olacaktır.

**Çizelge 1.** Araştırmada ele alınan bağımsız değişkenler.

Aylık Yağışlar	Aylık Sıcaklıklar	Yağış x Sıcaklık
Ekim (Ey)	Kasım (Ks)	Ks Ky
Kasım (Ky)	Aralık (As)	Ns My
Mart (Mrv)	Ocak (Os)	Ny Ms
Nisan (Ny)	Şubat (Şs)	Ny Ns
Mayıs (My)	Mart (Mrs)	Mv Ms
Haziran (Hy)	Nisan (Ns)	Hy Hs
Ey+Ky	Mayıs (Ms)	(Ny+My)Hs
Ey+...+Hy	Haziran (Hs)	
	As+Os+Şs	

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Aşamalı çoklu regresyon tekniği ile incelenen bağımsız değişkenlerden verim tahmininde en etkili olanlar alınmış ve aşağıdaki tahmin modeli geliştirilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2'den görüldüğü gibi tahmin denklemine giren parametreler verim üzerinde çok anlamlı ( $P < 0.01$ ) istatistiki etkiye sahip olmuşlardır. Tahminle ilgili belirtme katsayısı ( $R^2$ ) 0.836, düzeltilmiş  $R^2$  0.809'dur. Böylece tahmin denkleminin verimdeki varyasyonun % 80' inden fazlasını izah etmektedir. Tahminlerin standart hatası 23.5 kg/da'dır.

Standart kısmi regresyon katsayıları incelendiğinde verim üzerinde en etkili faktörün %43 ile  $K_y$   $K_s$  olduğu görülür. Bunu %25 ile haziran sıcaklığı ( $H_s$ ) izlemektedir. Kasım yağışlarının etkinliği % 18 düzeyinde kalmıştır. En az etkiye %14 ile nisan + mayıs yağış toplamı sahip olmuştur. Kasım yağışı tek başına verim üzerinde olumsuz olurken aynı aydaki sıcaklıkla birlikte çok önemli bir etkiye sahip olmuştur. Orta Anadolu şartlarında ekim ayı içerisinde tamamlanan buğday ekimi sonrasında çıkış, % 50 ihtimalle kasım ayı içerisinde tamamlanmaktadır (Çizelge 3). Sıcaklığın düşük olduğu kış aylarına girmeden çıkışın tamamlanması ve bitkinin kısmen gelişmesi kış ölümlerini asgariye düşürmekte, daha sonra oluşan kurak şartlardan çok daha az etkilenmesine neden olmaktadır. Böylece ürün, yüksek verime ulaşmaktadır. Kasım

ayı içerisinde yağış alınıp da sıcaklık düşük seyrederse çıkış gerçekleşmemekte ve çıkış şansı erken ilkbahara kalmaktadır. Çizelge 3'den görüldüğü gibi çıkışın gerçekleşme şansı ekimden 2 ay sonrasına kadar düşük (%14) iken 2 aydan daha fazla sürelerde %33'e çıkmaktadır. Çıkışın gecikmesi yazlık ekilişler gibi olmakta verimde önemli azalmalara neden olmaktadır. GÜLER, (1987) çalışmasında kasım yağışı ve sıcaklığının önemli olması SÖNMEZ ve ark (1982)'nin Kasım ayı ile ilgili bir çok parametreleri önemli bulmaları bulgularımızla aynı doğrultudadır.

Nisan+mayıs yağışları Orta Anadolu şartlarında verim üzerinde önemli bir rol oynamaktadır ve verimdeki varyasyonun açıklanmasında mutlaka gerekli bir değişkendir. Dolayısı ile birçok araştırmacı bu değişkeni modellerine koymuşlardır (Mann,1977; Güler, 1987). Bu dönemde buğday kardeşlenme, sapa kalkma veya başaklanma döneminde olduğundan (Çizelge 4) suya oldukça fazla ihtiyaç hissetmektedir.

Haziran sıcaklığı verim üzerinde olumlu etki yapmaktadır (Çizelge 2). Varılan bu sonuç önceki bazı araştırmacıların (Mann, 1977 ve Güler, 1987) sonuçları ile çelişmektedir. Güler (1987), çalışmasında bulduğu Haziran sıcaklığının verime olumsuz etkisini, yüksek Haziran sıcaklığının bitki ve topraktan su kaybına yol açarak verimi olumsuz olarak etkilediği şeklinde açıklamaktadır.

Çizelge 2. Verim tahmininde etkili meteorolojik parametrelerle ilgili çoklu regresyon analiz sonuçları.

Parametreler	Regresyon katsayıları	Standart hata	Std. Kısmi regr. kts.	Std. Kısmi reg.Kts. Önemliliği(%)	"T" değeri	Olasılık
$K_y$	- 0.73354	0.25679	- 0.36609	18	- 2.857	0.008
$K_y K_s$	0.23866	0.033824	0.86879	43	7.056	0.000
$N_y+M_y$	4.9712	1.5328	0.28032	14	3.243	0.003
$H_s$	0.54558	0.091959	0.50835	25	5.933	0.000
sabite	24.84					

Çizelge 3. Ekim ayının ilk yarısına kadar ekilen buğdayın çıkışı için geçen gerekli süreler ve çıkış ihtimalleri.

Süre (gün)	Çıkışın gerçekleşmesi (%) (21 yılın % si)
Ekimden sonraki ilk 15 gün içinde	20
Ekimden sonraki 15-30 gün içinde	28
Ekimden sonraki 30-45 gün içinde	5
Ekimden sonraki 45-60 gün içinde	14
Ekimden sonraki 60 günden fazla	33

Çizelge 4. Orta Anadolu'da buğdayın farklı büyüme devrelerinin oluşum tarihleri\*

Yöre	Büyüme devreleri				
	Sapa kalkma	Başaklanma	Çiçeklenme	Süt olum	Hasat
<b>Ankara (850 m)</b>	nisan 18 ± 13	mayıs 18 ± 13	haziran 3 ± 8	haziran 15 ± 8	temmuz 14 ± 5
<b>Haymana (1050 m)</b>	mayıs 16 ± 9	haziran 6 ± 7	haziran 11 ± 9	haziran 24 ± 7	temmuz 29 ± 7

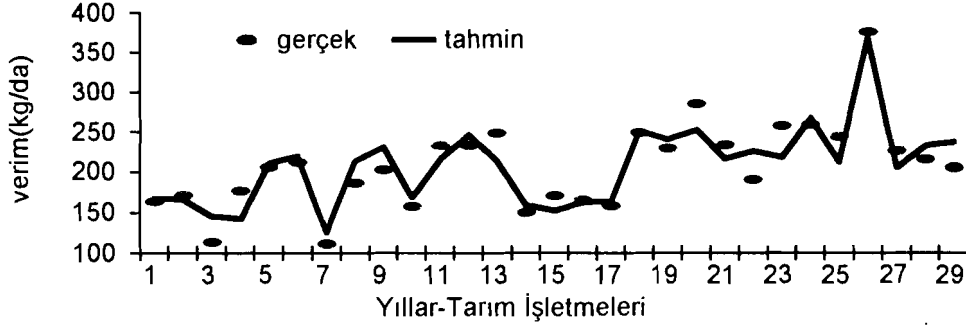
\* 21 yıllık verilerin analiz sonucudur.

Fotosentez için optimum sıcaklık 20- 30 °C derece arasındadır ve fotosentezde enzim aktivitesi ile ilgili olaylar sıcaklığa bağlı iken ışıkla ilgili bölüm sıcaklığa bağımlı değildir. (Kacar, 1989). Diğer bir deyişle ışık sınırlayıcı bir faktör değilse fotosentez optimum sıcaklığa kadar artmaktadır. Bu bilgiler ışığında bakıldığında haziran ortalama hava sıcaklığı 11 ile 28 (ortalama 18) °C olan Orta Anadolu Bölgesinde bu sıcaklıklar verimi sınırlayan optimum ötesi yüksekliğe ulaşmamaktadır. Ayrıca bölgede ışık, fotosentezi sınırlayan bir özellikte değildir. Bitkinin toprak yüzeyini tamamiyle kapattığı bu gelişme döneminde sıcaklıkla topraktan direkt su kaybı da asgariye inmiştir. Su kaybı büyük ölçüde transpirasyon yoluyla olmaktadır. Bu kayıp ise sıcaklığın çok yükselmesi halinde stomaların kapanması nedeniyle en az seviyeye inmektedir. Dolayısı ile haziranda oluşan 'yüksek' sıcaklıklar optimum düzeyi aşmadığından ve topraktan fazlaca su kaybına da neden olmadığından verimi azaltıcı bir rol oynayamadıkları gibi tersine çiçeklenme ve tane dolumu aşamasında olan buğdayda (Çizelge 4), protein ve karbonhidrat sentezini artırarak olumlu yönde bir rol oynayacaklardır. Düşük

sıcaklıklarda durum tersine dönmekte, protein ve karbonhidrat sentezi yavaşlamakta ve bitkinin gelişmesi daha kurak periyoda (temmuz ayı) doğru kaymaktadır. Bu gecikme tane doldurma safhasında düşük tane ağırlığı nedeniyle verim kaybına yol açmaktadır. Eğer başlangıçta toprakta yeterli nem yoksa bu olumsuz etki daha belirgin hale gelmektedir. Suriye şartlarında yapılan bir çalışmada farklı tane ağırlığına sahip buğday çeşitlerinin tane ağırlığının çiçeklenmeden sonraki sıcaklık artışları (kümülatif sıcaklık) ile hasat olgunluğuna kadar arttığı tespit edilmiştir (Pinthus and Sar-Shalom, 1978). Bu araştırma yukarıda öne sürülen görüşlerimizi doğrular niteliktedir.

Model denklemi ile tahmin edilen verimler ve gerçek verimler Şekil 1'de verilmektedir.

Şekil 1'den izleneceği üzere tahmini verimlerle gerçek verimler yaklaşık olarak aynı trendi göstermektedir.



Şekil 1. Farklı yıllarda Tarım İşletme Müdürlüklerince elde edilen verimlerle tahmini verimlerin karşılaştırılması

Sonuç olarak denilebilir ki: buğday verimi üzeri kış başlangıcında bitkinin kışa giriş durumunu (çıkış ve gelişme) belirleyen şartlar, diğer meteorolojik olaylara göre daha etkin olmaktadır. Ayrıca verim, sayılamayacak kadar çok faktörün ortak etkileşimlerinin bir sonucu olduğundan modellere bu faktörlerin interaksyonlarını kapsayan terimlerin de dahil edilmesi gerekmektedir.

#### KAYNAKLAR

GÜLER M. 1987. Orta Anadolu yıllık meteorolojik verileri ve buğday verimi ilişkisi ve bu ilişkinin verim tahmininde kullanılması. Türkiye Tahıl Simpozyumu, 6-9 ekim 1987. TÜBİTAK - TOAG. S.271-279.

BENLİ E. ve A. TOKGÖZ, 1981b. İklim verilerinden yararlanarak buğday üretiminde verim tahmini. Buğdaydan Ekmeğe Kongresi. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Yayınları:26/3, Ankara.

KACAR B., 1989. Bitki Fizyolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Ders Kitabı. Yayın no: 1153, Ders kitabı no:323. S.364.

KODAL S., E. BENLİ, A. TOKGÖZ, A. BALABAN. 1987. Orta Anadolu iklim koşullarında buğday veriminin tahmini. Türkiye Tahıl Simpozyumu, 6-9 ekim 1987. TÜBİTAK-TOAG. S.281-292.

MANN C. K. 1977. The impact of technology on wheat production in Turkey. ODTÜ Gelişme Dergisi, 1977 kış, Ankara.

PINTUS M. J. and Y. SAR-SHALOM. 1978. Dry matter accumulation in the grains of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars differing in grain weight. Ann. Bot., 42:469-471.

SÖNMEZ N., E. BENLİ, S. KODAL, VE A. TOKGÖZ. 1982. Meteorolojik verilere dayanan ürün tahmini. Hasat Öncesi ve Hasat Sonrası Ürün Kayıpları Semineri. 13-17 Aralık, Ankara.