

# KIŞLIK BUĞDAYDA KURAKLIĞIN VEJETATİF DÖNEM, TANE DOLUM DÖNEMİ VE TANE DOLUM ORANINA ETKİSİ

Ali ÖZTÜRK<sup>1</sup> Özcan ÇAĞLAR<sup>1</sup>

**ÖZET:** Erzurum tarla koşullarında 1995-96 ve 1996-97 ürün yıllarında yürütülen bu araştırmada farklı nem koşulları oluşturulmuş; sulu koşullar, kuru koşullar, erken kuraklık, geç kuraklık ve tam kuraklık uygulamalarının kışlık buğdayın vejetatif dönem, tane dolum dönemi, tane dolum oranı ve maksimum kuru tane ağırlığı üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Ürün yıllarının ortalamasına göre; erken kuraklık, sulu koşullara göre vejetatif dönemi 2.3 gün, tane dolum dönemi 2.7 gün, maksimum kuru tane ağırlığını ise 2.6 mg azaltmıştır. Geç kuraklık, sulu koşullara göre tane dolum döneminde 5.3 gün, maksimum kuru tane ağırlığında 3.9 mg azalmaya neden olmuştur. Tam kuraklığın, sulu koşullara göre tane dolum oranını 0.088 mg/tane/gün artırmaya karşılık tane dolum dönemini 8.7 gün kısaltması, maksimum kuru tane ağırlığında 6.6 mg azalma ile sonuçlanmıştır. Sulama, kuru koşullara göre; vejetatif dönem, tane dolum dönemi ve tane ağırlığını artırmış, tane dolum oranını ise azaltmıştır. Sonuçlar, tane ağırlığının çiçeklenme sonrası gelişme süreçleri ve çevre koşullarına bağlı olduğunu ve tane dolum oranından çok, tane dolum döneminden etkilendiğini göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Kuraklık, tane dolum dönemi, tane dolum oranı, kışlık buğday

## THE EFFECT OF DROUGHT ON VEGETATIVE PERIOD, RATE AND DURATION OF GRAIN FILLING IN WINTER WHEAT

**SUMMARY:** A field experiment was carried out under Erzurum conditions on winter wheat in order to investigate the effects of different moisture treatments; fully irrigated, rainfed, early drought, late drought and continuous drought on vegetative period, rate and duration of grain filling and maximum kernel dry weight in 1995-96 and 1996-97 cropping seasons.

According to averages of cropping seasons, early drought shortened vegetative period by 2.3 days, grain filling period by 2.7 days and decreased maximum kernel dry weight by 2.6 mg compared with fully irrigated plots. Late drought caused a reduction of 5.3 days in grain filling period and 3.9 mg in maximum kernel dry weight compared with fully irrigated treatments. That continuous drought increased grain filling rate by 0.088 mg/grain/day and shortened grain filling period by 8.7 days led to a lighter (6.6 mg) maximum kernel dry weight compared with fully irrigated treatments. Full irrigation increased vegetative period, grain filling period and kernel weight but decreased grain filling rate compared with rainfed treatment. The results suggested that kernel weight was affected by environmental conditions and growth processes after anthesis, and the effect of grain filling period on kernel weight was more significant than that of grain filling rate.

**Key words:** Drought, grain filling period, grain filling rate, winter wheat

## GİRİŞ

Vejetatif dönem, tane dolum dönemi ve tane dolum oranı, buğdayın tane verimini etkileyen önemli karakterlerdir. Vejetatif dönem, fotosentez alanının büyüklüğü ve

başaktaki potansiyel tane sayısını; tane dolum dönemi ve tane dolum oranı ise tane ağırlığını etkilediğinden tane verimi ile yakın ilişkilidir (Spiertz, 1974; Gebeyehou ve ark., 1982a). Bu

<sup>1</sup> Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 25240 Erzurum-Türkiye  
Geliş Tarihi : 12.05.1999

karakterler; genetik yapı, ekolojik koşullar ve yetiştirme tekniklerinin kontrolü altındadır. Üç karakter yönünden de buğday genotipleri arasında önemli farklar vardır (Hunt ve ark., 1991; Öztürk ve Akkaya, 1996). Ekim sıklığı artışı üç karakteri de olumsuz; azot dozu artışı vejetatif dönem ve tane dolum dönemini olumlu, tane dolum oranını olumsuz etkilemektedir (Frederick ve Camberato, 1995; Öztürk ve Akten, 1996). Ancak, söz konusu karakterlerdeki bu uygulamalara bağlı varyasyon, kuraklıktan kaynaklanan varyasyona göre çok düşüktür.

Buğday üretim alanlarında, kuraklık stresi genellikle çiçeklenmeye yakın dönemde başlayıp tane dolum döneminde etkisini artırmaktadır. Ancak, yağışın yetersiz ve düzensiz dağılımı nedeniyle farklı dönemlerde de kurak periyotlar yaşanabilmekte ve kuraklığın gelişme üzerindeki etkisi, meydana geldiği gelişme dönemine göre değişebilmektedir. Çiçeklenme öncesi kuraklık stresinin fenolojik gelişme üzerindeki etkilerine ilişkin araştırma bulguları genellikle, vejetatif dönemin kuraklık tarafından sınırlandırıldığı ve kuraklığın erken çiçeklenmeyi teşvik ettiği yönündedir (Day ve Intalap, 1970; Fischer ve Wood, 1979; Cutforth ve ark., 1988; Robertson ve Giunta, 1994). Bununla birlikte, Borghi ve ark. (1992), sulu ve kuru koşullar arasında çiçeklenme süresi yönünden fark bulunmadığını, Angus ve Moncur (1977) ise, çiçeklenme öncesi şiddetli kuraklığın sürgün apexinin gelişmesini engelleyerek ve hücre bölünmesini durdurarak çiçeklenmeyi geciktirdiğini bildirmişlerdir. Yetersiz nem koşulları tane dolum dönemini sınırlamaktadır (Cutforth ve ark., 1988; Borghi ve ark., 1992). Day ve Intalap (1970), çiçeklenme ve sarı olum dönemlerindeki, Robertson ve Giunta (1994) ise "terminal başakçık oluşumu - çiçeklenme" ve "karınlanma başlangıcı - çiçeklenme" dönemleri arasındaki kuraklık stresinin tane dolum dönemini önemli derecede kısalttığını

saptamışlardır. Sulamanın tane dolum oranına etkisini konu alan araştırmalarda ise; bu etkinin olumlu, olumsuz veya önemsiz olduğu biçiminde farklı sonuçlar elde edilmiştir (Gebeyehou ve ark.,1982a; Borghi ve ark., 1992; Frederick ve Camberato, 1995).

Kuraklık, buğdayın gelişmesi ve verimi ile ilgili birçok fizyolojik süreci etkilemektedir. Buğdayın, farklı gelişme dönemlerindeki kuraklığa vejetatif dönem, tane dolum dönemi ve tane dolum oranı yönünden nasıl tepki gösterdiğinin ayrıntılı bir şekilde incelenmesi, bu karakterler ile tane verimi arasındaki ilişkilerin daha somut ifadelerle yorumlanmasına yardımcı olabilir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırma, 1995-96 ve 1996-97 ürün yıllarında Erzurum'da yürütülmüştür. Bitki materyali olarak, yörenin kuru tarım alanları için önerilen kılçıklı, kırmızı taneli ve kurağa dayanıklı Doğu-88 kışlık buğday çeşidi kullanılmıştır. Polyetilen parsel örtüleri (0.25 mm kalınlıkta ve fotosentetik ışığın % 95'ini geçirebilir) ile farklı gelişme dönemlerinde yapay kuraklık oluşturulmuş ve aşağıdaki uygulamaların vejetatif dönem, tane dolum dönemi ve tane dolum oranına etkisi araştırılmıştır. Uygulamalarda "Feekes" gelişme dönemleri iskalası esas alınmış (Harrell ve ark., 1993), her parselde sapa kalkma başlangıcından (Feekes 6.00) hasat dönemine kadar (Feekes 11.4) birer haftalık aralıklarla toprağın 60 cm derinliğindeki kullanılabilir nem %' si gravimetrik yöntemle belirlenmiştir.

**1. Sulu koşullar (SK):** Bitkiler, sapa kalkma başlangıcından hasat olgunluğu dönemine kadar, topraktaki kullanılabilir suyun yaklaşık % 40'ı tüketildiğinde yüzey sulama yöntemi ile sulanmıştır (Giunta ve ark., 1995).

**2. Kuru koşullar (KK):** Bitkilere sulama ve örtüleme işlemleri uygulanmamıştır.

**3. Erken kuraklık (EK):** Parsel üzeri, fide tabanında 2. boğumun görüldüğü dönemden

(Feekes 7.00) süt olum dönemi başlangıcına kadar (Feekes 10.54) örtülmüş ve bitkilerin yağış alması engellenmiştir. Örtüler, toprak yüzeyinden 1.5 m yükseklikte ve parsel kenarlarından 2 m dışa taşacak şekilde yerleştirilmiştir. Bu bitkiler, süt olum dönemi başlangıcından hasat olgunluğu dönemine kadar sulu koşullarda olduğu gibi sulanmıştır.

**4. Geç kuraklık (GK):** Süt olum dönemi başlangıcına kadar sulu koşullarda yetiştirilen bitkiler, bu dönemden hasat olgunluğu dönemine kadar parsel örtüleri ile örtülmüştür.

**5. Tam kuraklık (TK):** Parsel üzeri, fide tabanında 2. boğumun görüldüğü dönemden hasat olgunluğu dönemine kadar örtülmüştür.

Parseller tava haline getirildikten sonra sulanmış, bütün parseller öteki uygulamaların etkilerinden korunmak için, doğal koşullarda tutulan ilave parseller ile izole edilmiştir. Ayrıca, örtülerden akan yağmur suları açılan yollar ile parsellerden uzaklaştırılmıştır.

Araştırma, Tesadüf Blokları deneme deseninde ve 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Parseller 1.2 x 6.0 m ebatlarında olmak üzere, 20 cm aralıkla 6 bitki sırası içermiştir. Parsel mibzeri ile ve 475 tohum/m<sup>2</sup> olacak şekilde ekim yapılmış, her parsel 6 kg N/da ve 5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da hesabıyla gübrenmiştir. Azotun yarısı ile fosforun tamamı ekimle birlikte, azotun öteki yarısı ise sapa kalkma başlangıcında uygulanmıştır. Thermohygrograph cihazı ile yapılan ölçümler, örtülerin havanın nispi nemi ve sıcaklığını değiştirmedini göstermiştir. İki ürün yılında da bitkilerde yatma ve hastalık problemi görülmemiştir. Sapa kalkma döneminde, her parselin hasat alanı içerisinde kalan ortadaki 2.4 m<sup>2</sup>'lik kısmında şansa bağlı olarak 50 ana sap etiketlenmiştir. Etiketli bitkilerin yaklaşık % 50'sinin başak ortasındaki çiçeklerinde anterlerin dışarı çıkış zamanı çiçeklenme tarihi, başak kavuzlarının yaklaşık % 50'sinin sarardığı zaman ise fizyolojik olgunluk tarihi olarak kaydedilmiştir. 1 Haziran tarihinden

çiçeklenme tarihine kadar geçen gün sayısı vejetatif dönem, çiçeklenme tarihinden fizyolojik olgunluk tarihine kadar geçen gün sayısı ise tane dolum dönemi olarak kabul edilmiştir (Gebeyehou ve ark., 1982b). Çiçeklenmeden sonra, 5'er gün aralıklarla her parseldeki etiketli saplardan şansa bağlı olarak 4'ünün başağı hasat edilmiştir. Başakların ortadaki 8 başakçığınan elde edilen taneler 70°C'de 48 saat kurutulduktan sonra 0.1 mg duyarlı terazide tartılmıştır. Ortalama tane dolum oranı, maksimum kuru tane ağırlığının o parselde ait tane dolum dönemine bölünmesi ile hesaplanmıştır. Çiçeklenme tarihindeki tane ağırlığı sıfır kabul edilmiş, tane dolum dönemindeki anlık tane dolum oranları, örnekleme tarihindeki ortalama kuru tane ağırlığı ile bir önceki örneklemede bulunan ortalama kuru tane ağırlığı arasındaki farkın 5'e bölünmesi ile hesaplanmıştır (Gebeyehou ve ark., 1982a; Bruckner ve Froberg, 1987).

### **Deneme Yerinin İklim ve Toprak Özellikleri**

Deneme yıllarına ait aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık değerleri Tablo 1'de verilmiştir. 1996-97 ürün yılı yağışın miktar ve dağılışı yönünden 1995-96 ürün yılına göre daha elverişli olmuş ise de, iki ürün yılı da uzun yıllar ortalamasına göre daha az yağış almıştır. İkinci ürün yılının mayıs ve haziran aylarındaki yeterli yağışlar, tane dolum dönemini olumlu yönde etkilemiştir. Birinci ürün yılının temmuz ayındaki yüksek sıcaklıklar olumu hızlandırmak suretiyle tane dolum dönemini kısaltmıştır.

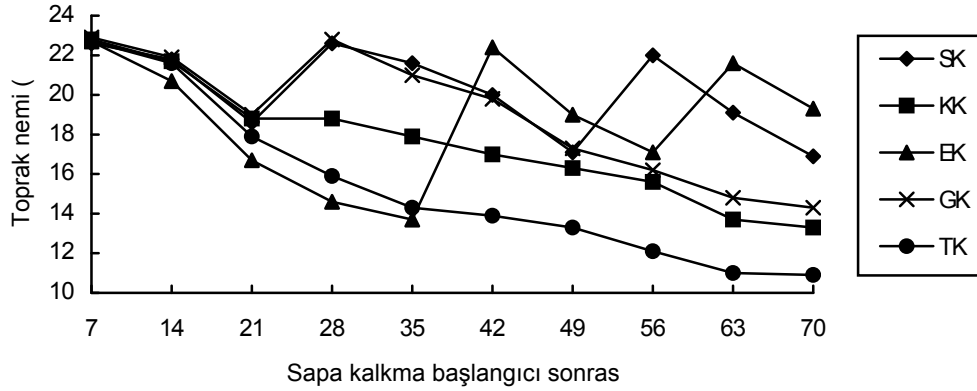
Deneme yeri topraklarının tarla su kapasitesi ve sürekli solma noktasındaki nem içeriği sırasıyla % 21.2 ve % 11.7'dir. Sapa kalkma başlangıcından hasat olgunluğuna kadar ki dönemde uygulamalara göre topraktaki minimum nem içeriği, 1995-96 ve 1996-97 ürün yıllarında sırasıyla sulu koşullarda % 16.9 ve 17.2, kuru koşullarda % 13.7 ve 14.9, erken kuraklıkta % 13.7 ve 14.4, geç kuraklıkta % 14.8

ve 15.6, tam kuraklıkta ise % 11.0 ve 12.2 olmuştur (Şekil 1 ve 2). Toprakların tekstür sınıfı killi-tın, organik madde içeriği % 1.8, elverişli

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve K<sub>2</sub>O miktarları sırasıyla 3.7 ve 59.2 kg/da, pH sı 7.7 dir.

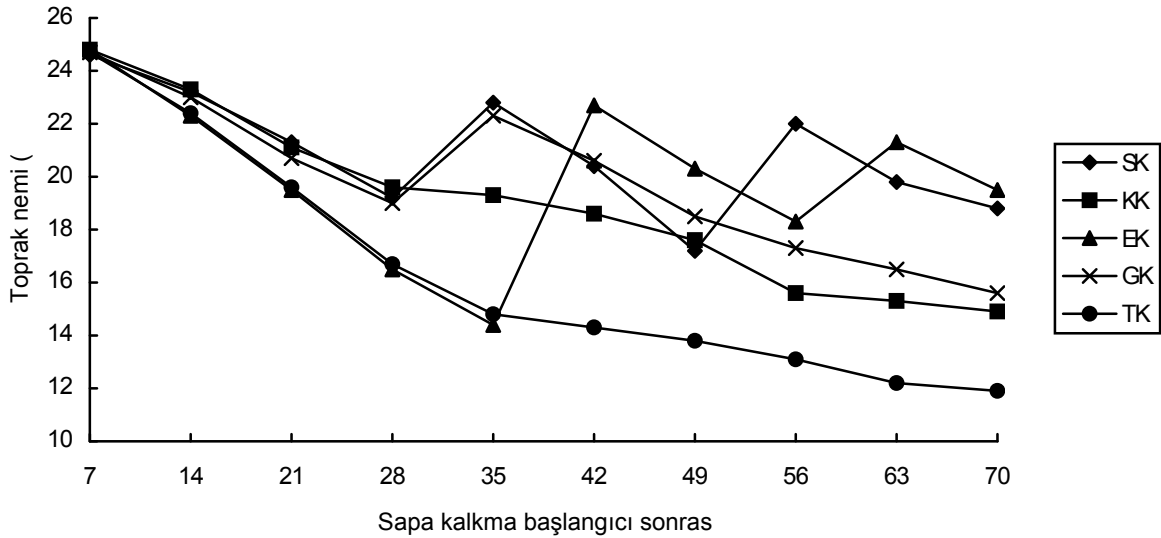
Tablo 1. Erzurum ilinin ürün yılları ile uzun yıllar ortalamasına ait toplam yağış ve ortalama sıcaklık değerleri  
Table 1. The long term averages and cropping seasons values of total rainfall and average temperature in Erzurum

YILLAR	AYLAR											Toplam	
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs			
	Haziran	Temmuz											
	Toplam Yağış (mm)												
1995-96	15.0	17.0	36.0	44.1	5.7	16.9	13.9	18.5	30.6	39.7	17.2	24.3	278.9
1996-97	16.7	32.5	77.8	52.8	2.6	3.5	31.3	25.4	40.7	66.1	32.0	3.7	385.1
1929-94	18.7	24.2	43.3	36.1	23.4	25.0	29.2	36.3	53.9	73.1	52.8	28.9	444.9
	Ortalama Sıcaklık (°C)											Ortalama	
1995-96	18.8	13.6	5.7	-1.4	-11.5	-7.7	-9.1	-0.8	3.8	11.6	13.8	20.1	4.7
1996-97	19.3	12.3	6.3	1.8	-0.5	-5.3	-9.6	-10.2	3.1	11.7	14.7	18.3	5.2
1929-94	19.5	14.9	8.4	1.5	-5.1	-8.3	-7.0	-2.6	5.3	10.8	15.4	19.2	6.0



Şekil 1. 1995-96 ürün yılında topraktaki nem içeriğinin uygulamalara göre değişimi

Figure 1. The variation in soil water content in 1995-96 cropping season depending on the treatments



Şekil 2. 1996-97 ürün yılında topraktaki nem içeriğinin uygulamalara göre değişimi  
Figure 2. The variation in soil water content in 1996-97 cropping season depending on the treatments

### BULGULAR VE TARTIŞMA

Ürün yılları ve ürün yıllarının ortalaması olarak, uygulamalara göre vejetatif dönem, tane dolum dönemi, tane dolum oranı ve maksimum kuru tane ağırlığı değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Uygulamalar, incelenen karakterleri önemli derecede etkilemiştir. Ayrıca, ürün yıllarının incelenen karakterler üzerindeki etkisi ile, tane dolum dönemi ve tane dolum oranı yönünden "yıl x uygulama" interaksyonları önemli olmuştur.

#### Vejetatif Dönem

Uygulamaların ortalaması olarak, 1995-96 ve 1996-97 ürün yıllarındaki vejetatif dönemin sırasıyla 15.5 ve 19.2 gün olduğu belirlenmiştir. Vejetatif dönemin yıllara göre farklılık göstermesinde, bitkilerin kışa girdikleri gelişme durumu ile bahar aylarında yeniden büyümeye başlama zamanı ve bu dönemdeki iklim koşulları etkili olmaktadır. Bu çalışmada, ikinci ürün yılının nisan ve mayıs aylarında daha fazla yağış düşmesi, bu ürün yılında vejetatif

dönemin daha uzun sürmesinin önemli bir nedeni olarak kabul edilebilir.

Vejetatif dönem uygulamalara göre 1995-96 ürün yılında 14.3-16.7 gün, 1996-97 ürün yılında 18.0-20.3 gün, yılların ortalaması olarak ise 16.2-18.5 gün arasında değişim göstermiştir (Tablo 2). En kısa vejetatif dönem tam ve erken kuraklık, en uzun vejetatif dönem ise sulu koşullar ve geç kuraklık uygulamalarında belirlenmiştir. Ürün yıllarının ortalaması olarak, sulama kuru koşullara göre vejetatif dönemi 1.2 gün uzatmış, tam ve erken kuraklık uygulamaları ise vejetatif dönemi kuru ve sulu koşullara göre sırasıyla 1.1 ve 2.3 gün kısaltmıştır. Sulamanın vejetatif dönemi kuru koşullara göre uzattığı ve çiçeklenme öncesi kuraklığa maruz kalan bitkilerin daha erken çiçeklendikleri biçimindeki araştırma bulguları, sonuçlarımızla benzerlik göstermiştir (Day ve Intalap, 1970; Fischer ve Wood, 1979; Robertson ve Giunta, 1994). Ancus ve Moncur (1977), çiçeklenme öncesi hafif kuraklık stresi

## Kışlık Buğdayda Kuraklığın Vejetatif Dönem, Tane Dolum Dönemi ve Tane Dolum Oranına Etkisi

koşullarında (yaprak su potansiyeli -10 bar) erken çiçeklenmenin, yaprak ve çevre sıcaklığındaki artışın gelişmeyi hızlandırması ve

bitkinin strese adaptasyon sağlamasından kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir.

Tablo 2. Doğu-88 kışlık buğday çeşidinde kuraklığın vejetatif dönem, tane dolum dönemi, tane dolum oranı ve maksimum kuru tane ağırlığına etkisi \*

Table 2. the effect of drought on the vegetative period, rate and duration of grain filling and maximum kernel dry weight of doğu-88 winter wheat variety

Uygulamalar	Vejetatif dönem (gün) (1 Haziran =1)	Tane dolum dönemi (gün)	Tane dolum oranı (mg/tane/gün)	Maksimum kuru tane ağırlığı (mg)
1995-96				
Sulu koşullar	16.7 a	34.3 a	1.034 b	35.5 a
Kuru koşullar	15.3 ab	29.7 c	1.141 a	33.8 b
Erken kuraklık	14.3 b	31.7 b	1.050 b	33.2 b
Geç kuraklık	16.7 a	28.3 c	1.133 a	32.1 c
Tam kuraklık	14.3 b	25.7 d	1.138 a	29.2 d
Ortalama Uygulama	15.5 P<0.01	29.9 P<0.001	1.099 P<0.05	32.8 P<0.001
1996-97				
Sulu koşullar	20.3 a	36.7 a	1.019 c	37.4 a
Kuru koşullar	19.3 a	33.7 b	1.038 b	34.9 b
Erken kuraklık	18.0 b	34.0 b	1.018 c	34.6 b
Geç kuraklık	20.3 a	32.0 c	1.036 b	33.2 b
Tam kuraklık	18.0 b	28.0 d	1.091 a	30.6 c
Ortalama Uygulama	19.2 P<0.001	32.9 P<0.001	1.040 P<0.001	34.1 P<0.001
1995-97				
Sulu koşullar	18.5 a	35.5 a	1.026 c	36.5 a
Kuru koşullar	17.3 b	31.7 c	1.089 a	34.4 b
Erken kuraklık	16.2 c	32.8 b	1.034 bc	33.9 b
Geç kuraklık	18.5 a	30.2 d	1.084 ab	32.6 c
Tam kuraklık	16.2 c	26.8 e	1.114 a	29.9 d
Ortalama Yıl (Y) Uygulama (U) Y x U	17.3 P<0.001 P<0.001 Önemsiz	31.4 P<0.001 P<0.001 P<0.01	1.070 P<0.001 P<0.001 P<0.05	33.5 P<0.001 P<0.001 Önemsiz

\* Aynı harf ile işaretlenen ortalamalar Duncan testine göre % 1 düzeyinde birbirinden farklıdır.

The means with the same letters are not significantly different at P<0.01 according to Duncan's multiple range test.

### Tane Dolum Dönemi

Uygulamaların ortalaması olarak 1995-96 ve 1996-97 ürün yıllarındaki tane dolum dönemleri sırasıyla 29.9 ve 32.9 gün olmuştur. Sulu ve kuru koşullardaki tane dolum dönemleri, ikinci ürün yılında sırasıyla 2.4 ve 4.0 gün daha uzun sürmüştür. Bu durum, ikinci ürün yılının mayıs ve haziran aylarındaki daha yüksek yağış miktarları ile temmuz ayındaki daha düşük sıcaklıklardan kaynaklanmıştır (Wiegand ve ark., 1981; Borghi ve ark., 1992).

Tane dolum dönemi, 1995-96 ürün yılında 25.7 (tam kuraklık)-34.3 (sulu koşullar) gün,

1996-97 ürün yılında ise 28.0 (tam kuraklık)-36.7 (sulu koşullar) gün arasında değişmiştir. Ürün yıllarının ortalaması olarak, sulama kuru koşullara göre tane dolum dönemini 3.8 gün uzatmıştır. Cutforth ve ark. (1988), sulamanın tane dolum dönemi üzerindeki olumlu etkisinin, sulu koşullarda bitki sıcaklığının daha düşük olmasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Erken ve geç kuraklık uygulamaları tane dolum dönemini sulu koşullara göre sırasıyla 2.7 ve 5.3 gün kısaltmıştır (Tablo 2). Geç kuraklığın tane dolum dönemi üzerindeki olumsuz etkisi erken

kuraklığa göre daha belirgin olmuştur. Benzer olarak, Day ve Intalap (1970) da, süt olum dönemindeki kuraklığın tane dolum dönemini, daha erken dönemlerdeki kuraklığa göre daha fazla kısalttığını bildirmişlerdir. Tam kuraklık uygulamasındaki tane dolum dönemini, toprak nemindeki önemli azalma nedeniyle sulu koşullara göre 8.7 gün kısaltmıştır. Kuraklığın tane dolum dönemi üzerindeki olumsuz etkisi, kuraklığın yeşil dokularda yaşlanmayı hızlandırıcı etkisi yanında, azotun yaşlanma üzerindeki etkisi ile de ilgilidir. Kurak koşullarda iyon hareketleri, su alımı ve kök gelişmesindeki azalmaya bağlı olarak azot alımı da azalırken (Day ve ark., 1978), yeterli toprak nemi koşullarında baharda uygulanan azottan buğdayın daha iyi faydalanabilmesi, tane dolum dönemini uzatmaktadır (Frederick ve Camberato, 1995). Nitekim, toplam azot alımının sulu koşullarda 10.5 kg/da iken, erken ve tam kuraklık uygulamalarında sırasıyla 7.3 ve 5.55 kg/da'a düşmesi, azot alımının kuraklık tarafından ne derece kısıtlandığını göstermektedir (Öztürk ve Çağlar, 1998). Bunun için, azotlu gübrelemenin yapıldığı koşullarda, sulamanın tane dolum dönemi üzerindeki olumlu etkisinin, düşük bitki sıcaklığı yanında, daha yüksek azot alımının yeşil dokularda yaşlanmayı geciktirici etkisinden de kaynaklandığı söylenebilir.

1995-96 ürün yılının, tane dolum dönemini sınırlayacak biçimde, 1996-97 ürün yılına göre çok daha kurak geçmesi "yıl x uygulama" interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur. Nitekim, tane dolum dönemi yönünden sulu ve kuru koşullar arasındaki fark 1. ürün yılında 4.6 gün iken, 2. ürün yılında bu fark 3.0 güne düşmüştür.

### **Tane Dolum Oranı**

1995-96 ürün yılındaki ortalama tane dolum oranı 1.099 mg/tane/gün iken, 1996-97 ürün yılında önemli derecede azalarak 1.040 mg/tane/gün olmuştur. Yıllar arasındaki bu

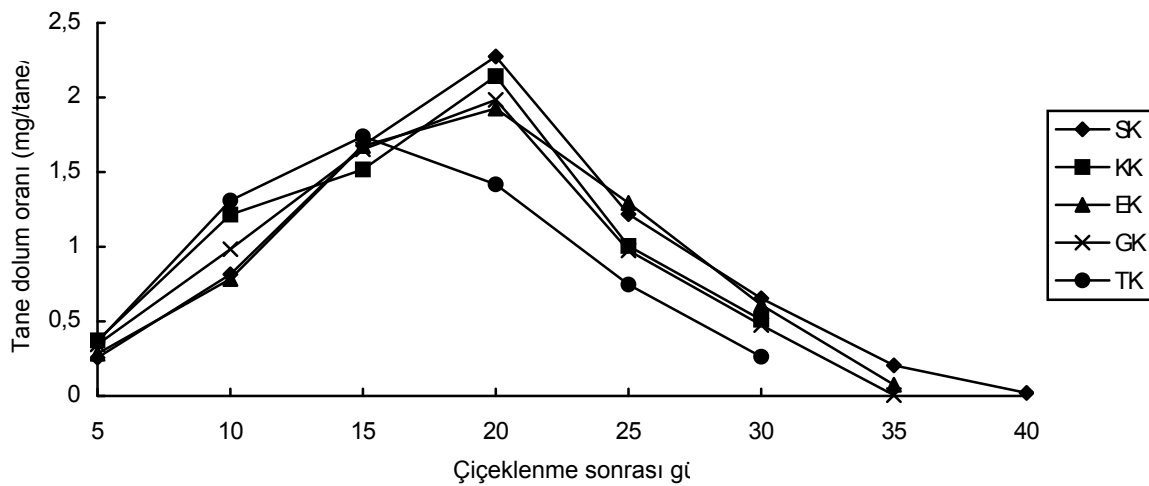
farklılık, 1995-96 ürün yılının temmuz ayındaki daha yüksek hava sıcaklıklarından kaynaklanmış olabilir. Wiegand ve Cuellar (1981), yüksek sıcaklıklarda yaprak yaşlanma oranının hızlanması ve daha kısa tane dolum döneminin sonucu olarak tane dolum oranının arttığını rapor etmişlerdir. Uygulamalara göre tane dolum oranı değerleri 1995-96 ürün yılında 1.141 (kuru koşullar)-1.034 (sulu koşullar) mg/tane/gün, 1996-97 ürün yılında ise 1.018 (erken kuraklık)- 1.091 (tam kuraklık) mg/tane/gün arasında değişmiştir. Ürün yıllarının ortalaması olarak, en düşük tane dolum oranı sulu koşullarda (1.026 mg/tane/gün), en yüksek tane dolum oranı ise tam kuraklık uygulamasında (1.114 mg/tane/gün) saptanmıştır. Erken ve geç kuraklık uygulamalarındaki tane dolum oranları sırasıyla 1.034 ve 1.084 mg/tane/gün, kuru koşullardaki tane dolum oranı ise 1.089 mg/tane/gün olmuştur. Tam kuraklık, kuru koşullar ve geç kuraklık uygulamalarından elde edilen değerler, çiçeklenme sonrası yetersiz toprak nemi koşullarının yüksek tane dolum oranlarının önemli bir nedeni olduğunu göstermektedir. Sulu koşullar ve çiçeklenme sonrası sulama uygulanan erken kuraklık uygulamalarından daha düşük tane dolum oranlarının elde edilmiş olması; sulamanın, kuru koşullara göre tane dolum oranını değiştirmedikini (Frederick ve Camberato, 1995) veya sulu koşullarda daha yüksek tane dolum oranlarının elde edildiğini (Borghini ve ark., 1992) bildiren önceki araştırma bulgularıyla çelişmiştir. Gebeyehou ve ark. (1982a) ise, bizim bulgularımızla paralel olarak sulamanın tane dolum oranını önemli derecede azalttığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, tane dolum dönemi ile tane dolum oranı arasında, çevre koşullarına bağlı önemli ve olumsuz bir ilişkinin bulunduğunu, tane dolum dönemini kısıtlayan faktörlerin tane dolum oranını artırdığını rapor etmişlerdir. Bu araştırmada da, tane dolum dönemi ile tane dolum oranının yüksek



derecede olumsuz ilişkili olduğu saptanmıştır ( $r=-0.853^{**}$ ). Azot alımının artmasına bağlı olarak, asimilatlar yönünden taneler arasında yüksek rekabet koşulları oluşturan ve tane dolum oranını olumsuz etkileyen  $m^2$ 'deki başak ve başaktaki tane sayısı artışları da (Öztürk, 1999; Öztürk ve Akten, 1999), sulu koşullarda daha düşük tane dolum oranlarına neden olabilir (sulu koşullar ve tam kuraklık uygulamalarında  $m^2$ 'deki başak ve başaktaki tane sayıları sırasıyla 528.3 ve 374.2; 26.2 ve 16.7 adet).

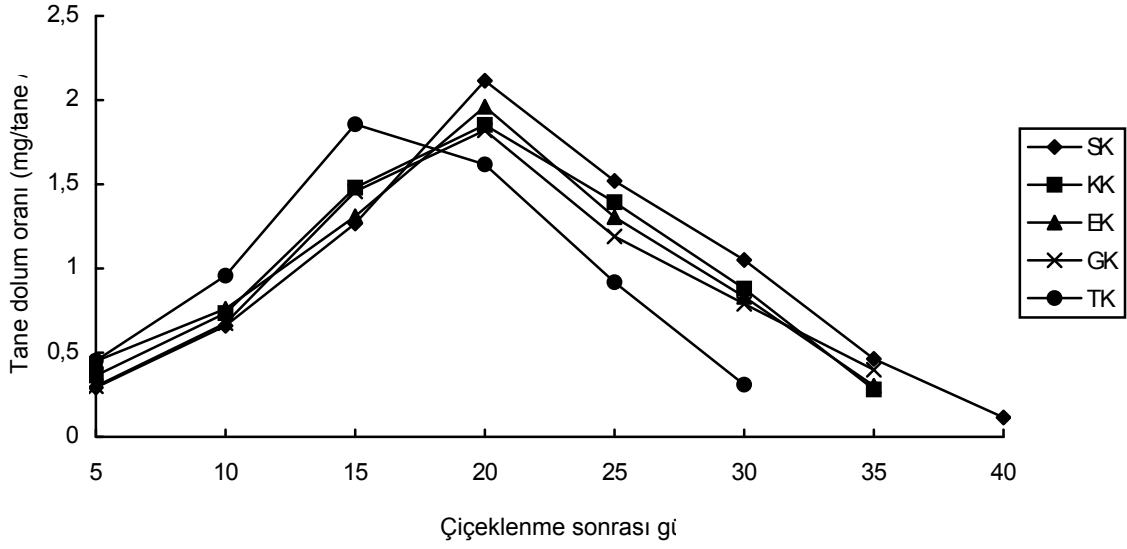
Tane dolum oranının tane dolum dönemindeki değişimi iki ürün yılında birbirine benzer olmuştur (Şekil 3 ve 4). Tane dolum oranı, tam kuraklık uygulamasında çiçeklenme sonrası 15. öteki uygulamalarda ise 20. güne kadar doğrusal bir şekilde artmıştır. Çiçeklenme sonrası ilk 15 günde en yüksek tane dolum oranları tam kuraklık uygulamasında belirlenmiştir. Tam kuraklık uygulamasında, 15. günde en yüksek değerine ulaşan tane dolum oranı (1. ve 2. ürün yıllarında sırasıyla 1.740 ve 1.856 mg/tane/gün), daha sonra düzenli bir şekilde azalarak 30. güne kadar devam etmiştir.

Sulu koşullar, kuru koşullar, erken kuraklık ve geç kuraklık uygulamalarındaki maksimum tane dolum oranları 20. günde belirlenmiş ve ürün yıllarına göre sırasıyla 2.275 ve 2.115, 2.143 ve 1.853, 1.926 ve 1.961, 1.984 ve 1.820 mg/tane/gün olmuştur. Tane dolum oranı çiçeklenme sonrası 20. günden itibaren düzenli bir biçimde azalarak sulu koşullarda iki ürün yılında da 40, kuru koşullarda 1. yıl 30, 2. yıl 35, erken ve geç kuraklık uygulamalarında ise iki ürün yılında da 35. günde sona ermiştir. Spiertz ve Van De Haar (1978), çiçeklenme sonrası ilk günlerde düşük olan tane dolum oranının bunu takip eden iki haftalık dönemde doğrusal bir şekilde arttığını ve daha sonra maksimum tane ağırlığına ulaşmaya kadar azalarak devam ettiğini, Spiertz ve Ellen (1978) ise, tane dolum döneminin ilk yarısında yüksek, ikinci yarısında ise düşük tane dolum oranlarının gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Bu araştırmadan elde edilen, tane dolum oranının çiçeklenme sonrası gelişmedönemindeki seyrine ilişkin bulgular (Şekil 3 ve 4), söz konusu araştırmacıların bulguları ile benzerlik göstermiştir.



Şekil 3. 1995-96 ürün yılında tane dolum oranının uygulamalara tepkisi

Figure 3. The response of grain filling rate to treatments in 1995-96 cropping season

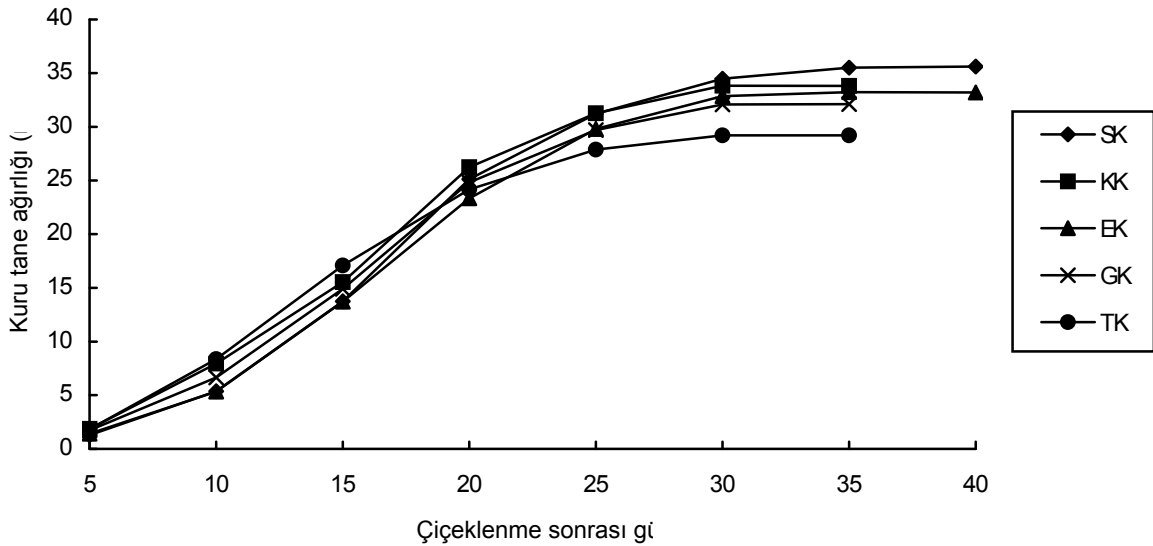


Şekil 4. 1996-97 ürün yılında tane dolum oranının uygulamalara tepkisi  
Figure 4. The response of grain filling rate to treatments in 1996-97 cropping season

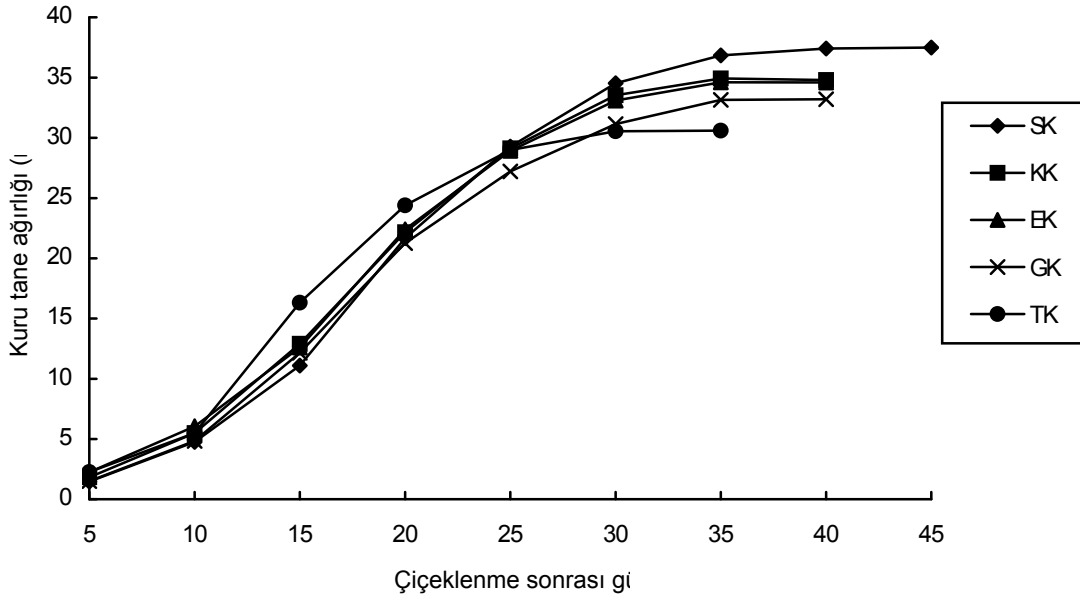
### Maksimum Kuru Tane Ağırlığı

Uygulamaların ortalaması olarak 1995-96 ve 1996-97 ürün yıllarındaki kuru tane ağırlıkları sırasıyla 32.8 ve 34.1 mg olmuştur (Tablo 2).

Çiçeklenme sonrası iklim koşullarının ikinci ürün yılında daha elverişli olması, bu ürün yılındaki kuru tane ağırlığını önemli derecede artırmıştır (Wiegand ve ark., 1981).



Şekil 5. 1995-96 ürün yılında kuru tane ağırlığının uygulamalara tepkisi  
Figure 5. The response of kernel dry weight to treatments in 1995-96 cropping season



Şekil 6. 1996-97 ürün yılında kuru tane ağırlığının uygulamalara tepkisi  
Figure 6. The response of kernel dry weight to treatments in 1996-97 cropping season

Maksimum kuru tane ağırlığı 1. ürün yılında 29.2-35.5 mg, 2. ürün yılında ise 30.6-37.4 mg arasında değişmiştir (Tablo 2). İki ürün yılında da en düşük kuru tane ağırlığı tam kuraklık uygulamasından, en yüksek kuru tane ağırlığı ise sulu koşullardan elde edilmiştir. Ürün yıllarının ortalaması olarak; erken kuraklık, geç kuraklık ve tam kuraklık uygulamaları sulu koşullara göre maksimum kuru tane ağırlığını sırasıyla 2.6, 3.9 ve 6.6 mg azaltmıştır. Buna karşılık sulama, kuru koşullara göre maksimum kuru tane ağırlığını 2.1 mg artırmıştır (Frederick ve Camberato, 1995). Kuraklığın hem çiçeklenme öncesi kaynak kapasitesini (yeşil alan), hem de çiçeklenme sonrası yeşil alan süresini sınırlamak suretiyle tane ağırlığını azalttığı bildirilmiştir (Innes ve Blackvel, 1981; Steduto ve ark., 1986). Geç kuraklığın kuru tane ağırlığını erken kuraklığa göre daha fazla sınırlaması, tane ağırlığının büyük ölçüde çiçeklenme sonrası gelişme süreçleri ve çevre

koşullarına bağlı olduğunu bildiren öteki araştırma sonuçlarıyla uyum göstermiştir (Wiegand ve ark., 1981; Gebeyehou ve ark., 1982a).

Uygulamalara göre, kuru tane ağırlığının çiçeklenme sonrası günlerdeki değişimi birbirine benzer olmuştur (Şekil 1 ve 2). Çiçeklenme sonrası ilk 10 günde yavaş seyreden tanedeki ağırlık artışı, 10-25. günler arasında tane dolm oranına bağlı olarak hızlanmıştır. Kuru tane ağırlığı 25. günden sonra azalan oranlarda artmış ve bu artış tane dolm döneminin sonuna kadar sürmüştür. Konuyla ilgili olarak Spiertz ve Ellen (1978) ve Gebeyehou ve ark. (1982a) benzer sonuçlar bildirmişlerdir. Ayrıca, Borghi ve ark. (1992)'nin, maksimum tane ağırlığının tane dolm oranından çok, etkin tane dolm dönemi tarafından belirlendiği biçimindeki görüşleri, bu araştırma sonuçlarıyla daha da güçlenmiştir. Zira bu çalışmada da, uygulamalara göre

kuru tane ağırlığında meydana gelen varyasyonun, tane dolum döneminin uzunluğundan kaynaklandığı ortaya çıkmış; maksimum kuru tane ağırlığı ile tane dolum dönemi ve tane dolum oranı arasındaki korelasyon katsayıları (sırasıyla  $r = 0.938^{**}$ ,  $r = -0.666^{**}$ ) bu görüşü doğrulamıştır.

## SONUÇ

Bu araştırma sonuçları; sulamanın kuru koşullara göre vejetatif dönem, tane dolum dönemi ve kuru tane ağırlığını artırdığını, tane dolum oranını ise azalttığını göstermiştir. Erken kuraklık, bitkilerin daha erken çiçeklenmesine neden olmuştur. Çiçeklenme sonrası yeterli toprak nemi koşulları sağlansa bile, çiçeklenme öncesi kuraklığın tane dolum dönemi ve maksimum kuru tane ağırlığını azalttığı ortaya çıkmıştır. Geç kuraklığın tane dolum oranı üzerindeki olumlu etkisine karşılık, tane dolum dönemi ve maksimum kuru tane ağırlığını erken kuraklığa göre daha fazla sınırlaması; nihai tane ağırlığının çiçeklenme sonrası gelişme süreçleri ve çevre koşullarına bağlı olduğunun ve tane ağırlığının tane dolum oranından çok, tane dolum döneminden etkilendiğinin bir kanıtı olmuştur. Tane dolum dönemini uzatan uygulamalar ortalama tane dolum oranında azalmaya neden olmuş, bu iki karakter arasında çevre koşullarına bağlı ve dinamik bir dengenin bulunduğu sonucuna varılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Angus, J.F., M.W. Moncur, 1977. Water Stress and Phenology in Wheat. *Aust. J. Agric. Res.* 28: 177-181.
- Borghi, B., M. Guiducci, M. Corbellini, M. Monetti, Harrell, D.M., W.W. Wilhelm, G.S. Mc Master, 1993. A Computer Program to Convert Among Three Developmental Stage Scales for Wheat. *Agron. J.* 85: 758-763.
- Hunt, L.A., G. Poorten, S. Pararajasingham, 1991. Postanthesis Temperature Effects on Duration and Rate of Grain Filling in Some Winter and Spring Wheats. *Can. J. Plant Sci.* 71: 609-617.

1992. Attempts at Avoiding the Yield Constraints of Bread Wheat (*T. aestivum*) in Mediterranean Environments. *J. Agronomy and Crop Sci.* 168: 49-60.
- Bruckner, P.L., R.C. Froberg, 1987. Rate and Duration of Grain Fill in Spring Wheat. *Crop Sci.* 27: 451-455.
- Cutforth, H.W., C.A. Campbell, Y.W. Jame, J.M. Clarke, R.M. De Pauw, 1988. Growth Characteristics, Yield Components and Rate of Grain Development of Two High-Yielding Wheats, HY320 and DT367, Compared to Two Standard Cultivars, Neepawa and Wakooma. *Can. J. Plant Sci.* 68: 915-928.
- Day, A.D., S. Intalap, 1970. Some Effects of Soil Moisture on the Growth of Wheat. *Agron. J.* 62: 27-29.
- Day, W., B.J. Leg, B.K. French, A.E. Johnston, D.W. Lawlor, W.C. Jeffers, 1978. A Drought Experiment Using Mobile Shelters: The Effect of Drought on Barley Yield, Water Use and Nutrient Uptake. *J. Agric. Sci. Camb.* 91: 599-623.
- Fischer, R.A., J.T. Wood, 1979. Drought Resistance in Spring Wheat Cultivars. III. Yield Associations with Morpho-physiological Traits. *Aust. J. Agric. Res.* 30: 1001-1020.
- Frederick, J.R., J.J. Camberato, 1995. Water and Nitrogen Effects on Winter Wheat in the Southeastern Coastal Plain: I. Grain Yield and Kernel Traits. *Agron. J.* 87: 521-526.
- Gebeyehou, G., D.R. Knot, R.J. Baker, 1982 a. Rate and Duration of Grain Filling in Durum Wheat Cultivars. *Crop Sci.* 22: 337-340.
- Gebeyehou, G.D.R., Knot, R.J. Baker, 1982 b. Relationships Among Durations of Vegetative and Grain Filling Phases, Yield Components, and Grain Yield in Durum wheat. *Crop Sci.* 22: 287-290.
- Giunta, F., R. Motzo, M. Deidda, 1995. Effects of Drought on Leaf Area Development, Biomass Production and Nitrogen Uptake of Durum Wheat Grown in a Mediterranean Environment. *Aust. J. Agric. Res.* 46: 99-111.
- Innes, P., R.D. Blackwell, 1981. The Effect of Drought on the Water Use and Yield of Two Spring Wheat Genotypes. *J. Agric. Sci. Camb.* 96: 603-610.
- Öztürk, A., 1999. Kuraklığın Kışık Buğdayın Gelişmesi ve Verimine Etkisi. *Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 23: 531-540.
- Öztürk, A., Ö. Çağlar, 1998. The Effect of Drought in Different Growth Stages on Uptake,

- Translocation and Utilization of N in Winter Wheat. In Improved Crop Quality by Nutrient Management. D. Anaç and P. Martin-Prevel (Eds.), pp. 135-138. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London.
- Öztürk, A., A. Akkaya, 1996. Kışlık Buğday Genotiplerinde (*Triticum aestivum* L.) Tane Verimi, Verim Unsurları ve Fenolojik Dönemler Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Ü. Zir. Fak. Der. 27 (2): 187-202.
- Öztürk, A., Ş. Akten, 1996. The Effects of Nitrogen and Sowing Density on Vegetative Period, Grain Filling Period and Grain Filling Rate of Winter Wheat Genotypes. 5<sup>th</sup> International Wheat Conference. June 10-14, 1996, Ankara, Turkey, 311.
- Öztürk, A., Ş. Akten, 1999. Kışlık Buğdayda Bazı Morfofizyolojik Karakterler ve Tane Verimine Etkileri. Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi, 23, (Ek sayı 2): 409-422.
- Crop Development and Grain Growth of Winter Wheat in Relation to Assimilation and Utilization of Assimilates and Nutrients. Neth. J. Agric. Sci. 26: 210-231.
- Spiertz, J.H.J., H. Haar, 1978. Differences in Grain Growth, Crop Photosynthesis and Distribution of Assimilates Between a Semi-dwarf and a Standard Cultivar of Winter Wheat. Neth. J. Agric. Sci. 26: 233-249.
- Steduto, P., A. Alvino, V. Magliulo, L. Sisto, 1986. Analysis of the Physiological and Reproductive of Five Wheat Varieties Under Rainfed and Irrigated Conditions in Southern Italy. Drought Resistance in Plants. Meeting Held in Amalfi, 19 to 23 October 1986, Belgium, 131-149.
- Wiegand, C.L., J.A. Cuellar, 1981. Duration of Grain Filling and Kernel Weight of Wheat as Affected by Temperature. Crop Sci. 21: 95-101.
- Wiegand, C.L., A.H. Gebermann, J.A. Cuellar, 1981. Development and Yield of Hard Red Winter Wheats Under Semitropical Conditions. Agron. J. 73: 29-37.
- Robertson, M.J., F. Giunta, 1994. Responses of Spring Wheat Exposed to Pre-Anthesis Water Stress. Aust. J. Agric. Res. 45: 19-35.
- Spiertz, J.H.J., 1974. Grain Growth and Distribution of Dry Matter in the Wheat Plant as Influenced by Temperature, Light Energy and Ear Size. Neth. J. Agric. Sci. 22:207-220.
- Spiertz, J.H.J., J. Ellen, 1978. Effects of Nitrogen on