

## Ekmeçlik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinde Farklı Bitki Gelişme Dönemlerinde Kuraklık Uygulamalarının Kalite Karakterlerine Etkisi

\*İrfan ÖZTÜRK<sup>1</sup>, Kayıhan Zahit KORKUT<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü, PK:16 Edirne

<sup>2</sup>Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Tekirdağ

\*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author; e-mail): irfan.ozturk@tarim.gov.tr

Geliş Tarihi (Received): 29.07.2017

Kabul Tarihi (Accepted): 20.08.2017

### Öz

Ekmeçlik buğdayda kalite, genetik ve çevre koşullarından etkilenmekte olup çevre koşullarına bağı olarak kalite değerleri değişmektedir. Araştırmada farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklığın bazı kalite karakterlerine etkileri incelenmiştir. Araştırma 15 genotip ile tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak Edirne’de 2009 ve 2010 vejetasyon yıllarında yürütülmüştür. Denemede ana parselde kuraklık uygulamaları, alt parsellerde genotipler yer almıştır. Ana parsellerde sapa kalkma döneminden (GS31) fizyolojik olgunluk dönemine (GS94) kadar farklı dönemlerde kuraklık stresi uygulanmıştır. Tane verimi, bin tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, ham protein oranı, tane sertliği, glüten miktarı, glüten indeksi ve sedimentasyon değeri ve bu karakterler arasındaki ikili ilişkiler incelenmiştir. Araştırma sonucunda en fazla protein oranı (%12.5), tane sertliği (55.4) ve glüten miktarı (%33.7) başaklanma döneminden itibaren fizyolojik olum dönemleri arasında kuraklık uygulamalarında belirlenmiştir. En yüksek sedimentasyon değeri kontrol uygulamasında ölçülmüştür. En yüksek glüten indeksi (%85.7), bin tane ağırlığı (40.9 g) ve hektolitreye ağırlığı (81.2 kg/hl) kuraklık stresi uygulanmayan koşullarda elde edilmiştir. Araştırmada incelenen kalite özelliklerine göre Aldane en yüksek kaliteye sahip çeşit olarak belirlenmiştir. Farklı dönemlerdeki kuraklık uygulamaları genotiplerde kalite özelliklerini farklı oranlarda etkilemiştir. Araştırma sonucuna göre buğdayda sapa kalkma döneminden başaklanma dönemine kadar kuraklık stresinin olmadığı ve tane dolun süresinde toprak neminin kısmen azaldığı koşullarda ekmeçlik buğdayda kalite değerlerinde artma olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Ekmeçlik buğday, kuraklık uygulamaları, verim, kalite

### Drought Effect in Different Level of Plant Development Stage on Quality Characters in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes

#### Abstract

Quality in bread wheat is affected by genetic and environmental factors and quality values change depending on environmental conditions. The effects of drought stress on some quality characteristics of different plant development stages were investigated. This research was conducted with 15 genotypes and in completely randomized blocks design in split plot with three replications in Edirne in 2009 and 2010. The water stresses were imposed from shooting (GS31) up to end of during grain filling stages (GS94) of crop growth and development. Grain yield, 1000-grain weight, test weight, protein, gluten, gluten index, grain hardness and sedimentation values were investigated. According to the results, highest protein (12.5%), grain hardness (55.4) and gluten value (33.7%) was obtained under drought stress condition, applied from stem elongation up to physiological maturing stage. The highest sedimentation was recorded under non-treatment condition. The highest gluten index (85.7%), 1000-kernel weight (40.9 g) and test weight (81.2 kg) were obtained under non-stress condition. Result of the study indicated that Aldane has highest quality amongst investigated genotypes and based on investigated quality parameters. There wasn't any recorded drought stress from shooting up to heading stage while partially reduced soil water content during grain filling period caused an increase in quality characteristics of genotypes.

**Keywords:** Bread wheat, drought application, yield, quality

## Giriş

Trakya Bölgesi'nin yıllık ortalama yağışı tahıl üretimi için yeterli olmakla birlikte bazı yılve aylarda özellikle tane dolum döneminde yağış miktar ve dağılışının yetersiz ve düzensiz olması özellikle üretimde kalitenin düşmesine, sıcaklık değerlerindeki düzensizlik de kalite düşüklüğüne neden olmaktadır (Öztürk ve ark. 2016). Buğdayda tane dolum dönemindeki yüksek sıcaklık, tane verim ve kalitesini etkileyen önemli çevre faktörlerinden biridir. Çiçeklenme sonrası yüksek sıcaklık tane dolum süresini azaltır (Wardlaw and Moncur 1995; Veisz et al. 2008). Genotiplerde değişen koşullara uyum ve adaptasyon kabiliyetinin artırılması, verim ve kalite özelliğinin iyileştirilmesi, kuraklık, soğuk ve hastalıklara dayanıklılığının artırılması farklı ıslah yöntemleri ile mümkün olmaktadır (Kalaycı ve ark. 1998). Trakya Bölgesinde karşılaşılan önemli sorunların başında ekmeklik buğdayda kalite sorunu gelmektedir. Bin tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, protein oranı, tane sertliği, gluten miktarı ve sedimantasyon değeri gibi kalite özelliklerinin yağış ve sıcaklık gibi bazı iklim koşulları ile çok fazla ilişkili olduğu bilinmektedir. Protein miktarı da aynı çeşit için bölgeler arasında farklılıklar görülebilmektedir. Bunun en önemli nedeni değişen iklim koşullarıdır. Protein kalitesi kalıtım etkisi altında olan bir kriter olup, protein miktarına bağlı olarak her buğday çeşidinin de farklı performans gösterdiği bilinmektedir (Atlı 1999). Buğdayda protein, çevre koşullarına bağlı olarak %6'dan %25'e kadar değişebilmektedir. Protein oranında genetik yapıdan kaynaklanan varyasyon, yetiştirme koşullarındaki farklılıktan daha azdır. Tane verimi ile tanedeki protein miktarı arasında negatif ilişki bulunmaktadır. Buğdayda protein oranı öncelikle iklim koşulları ve azotlu gübre uygulaması ile belirlenmekte, protein kalitesi daha çok genetik yapı tarafından kontrol edilmektedir (Blackman and Payne 1987). Protein oranı, tane dolum döneminin erken veya ileri aşamasında yaşanan yüksek sıcaklığa bağlıdır (Hurkman et al. 2009). Tozlanmadan sonra sıcaklık stresine maruz kalan tanelerin protein içeriğinin sıcaklık stresine göre artış gösterdiği belirlenmiştir (Balla and Veisz 2007). Tanede protein oranı SDS sedimantasyona

göre çevre koşullarından daha fazla etkilenmektedir (Pena, 2008). Nişasta tanenin kuru ağırlığının %65'ten fazlasını oluşturmakta olup nişasta dolum süresindeki azalma verim düşüklüğüne neden olmaktadır (Barnabas et al. 2008; Rakszegi et al. 2006; Yan et al. 2008).

Tane sertliği buğdayın kalitesini belirleyen, genetik yapıya bağlı olmakla birlikte yetiştirme koşullarından da etkilenen önemli bir fiziksel karakterdir. Genel olarak, sert tanelerin yüksek glüten kalitesi ve protein oranına bağlı olarak ekmeklik kalitesi bakımından iyi sonuçlar verdiği kabul edilir. Bin tane ağırlığı sert buğdaylarda daha yüksek olup çeşit, iklim koşulları ve toprak özelliklerinden de etkilenmektedir (Köksel ve ark. 2000). Buğdayda tane, çiçeklenme öncesi dönemde belirlenmesine rağmen ağırlığı çiçeklenme sonrası tane, dolum dönemindeki koşullara bağlıdır. Bu dönemdeki toprak ve bitkide su azlığı tane iriliğinin ve dolayısı ile bin tane ağırlığının düşmesine neden olmaktadır (Innes and Blackwell 1981). Su stresi uygulaması sulama yapılan uygulamalara göre hem sert hem de yumuşak taneli buğdaylarda gluten proteininde artışa neden olmaktadır. Ayrıca, kuraklık stresi SDS sedimantasyon değerinin artışına katkıda bulunmaktadır (Pierre et al. 2007). Trakya Bölgesinde tahıl üretiminde özellikle tane dolum dönemindeki yağışın düzensizliği, toprak yapısına da bağlı olarak üretimde kalite düşüklüğüne neden olmaktadır. Bölgede özellikle son yıllarda hasat öncesi ve hasat süresince düşen yağışlar, yağışın miktarı ve süresine, çeşitlerin genotipik yapısına da bağlı olmak üzere çeşitlerde ekmeklik kalite değerlerini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu araştırmada bitkilerin farklı gelişme dönemlerinde kuraklık uygulanarak farklı özelliklere sahip ekmeklik buğday genotiplerinde kalite özelliklerine etkisi incelenmiştir. Aynı zamanda, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklığın kalite değerlerine etkisi ve ilişkileri de araştırılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Çalışma Edirne lokasyonunda 2008–2009 ve 2009–2010 yıllarında 2 yıl süreyle yürütülmüştür. Denemede toplam 15 ekmeklik buğday genotipi tesadüf bloklarında

bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak ekilmiştir. Denemede beş ana parsel yer almış olup, ana parselleri kuraklık uygulamaları, alt parselleri çeşitler oluşturmuştur. Deneme altı sıralı ve sıra arası 17 cm ve 6 m<sup>2</sup> olan parsellere metrekareye 500 tane tohum düşecek şekilde deneme ekim makinesi ile ekilmiştir.

Kuraklık uygulanacak parsellere portatif seralar kurulmuştur. Bu seraların üzeri yağmurun yağacağı dönemlerde yağmurun düşmemesi için şeffaf naylon örtülerle açılır-kapanır sistem ile kuraklık stresi oluşturulmuştur. Araştırmada ana parsellerde yapılan uygulamalar; birinci uygulamada Zadoks skalasına göre GS31–51 (KS1: Kuraklık Stresi-1) arasında kuraklık uygulanıp, bu dönemden sonra tane dolum döneminde günlük buharlaşma su miktarına göre bir defa sulama yapılmıştır. İkinci uygulamada GS51–94 (KS2: Kuraklık stresi-2) döneminde kuraklık uygulanmıştır. KS2 uygulamasında sapa kalkma ile başaklanma dönemleri arasında günlük buharlaşma su miktarına göre bir defa sulama yapılmıştır. Üçüncü uygulamada (KS3) kuraklık stresi uygulanmamış olup sapa kalkma, başaklanma ve tane dolum dönemlerinde olmak üzere günlük buharlaşma su miktarına göre üç defa sulama yapılmıştır. Dördüncü uygulama (KS4; Doğal uygulama, kontrol parseli) doğal parsel olup, beşinci uygulamada GS31–94 (KS5: Kuraklık stresi-5) dönemi arasında tam kuraklık uygulaması yapılmıştır. Bin tane ağırlığı otomatik tane sayıcı ile hektolitreye ağırlığı ise otomatik hektolitreye ölçüm aleti ile tespit edilmiştir. Ham protein tayini NIR yöntemine göre yapılmıştır (ICC Standart No 105 metodu). Yaş glüten miktarı ICC Standart No: 106 metoduna göre, glüten indeksi değeri ICC Standart No: 155'e, sedimentasyon değeri ICC Standart No: 116 metoduna göre belirlenmiştir (Anonim 2002). Araştırmada elde edilen verilerin istatistiki değerlendirilmesinde ortalamalar en küçük önemli fark (AÖF) testi ile karşılaştırılmıştır (Gomez and Gomez 1984; Kalaycı 2005).

### **Bulgular ve Tartışma**

Araştırmada yıl, çeşit ve uygulamalar arasında önemli farklılık tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda genotiplerin bin tane ağırlıkları 29.75 g ile 43.54 g arasında dağılım

göstermiştir. Genotiplere göre Pehlivan çeşidi 43.54 g ile en yüksek bin tane ağırlığına sahip olurken, bunu 42.70 g ile BBVD7 hattı ve 42.14 g ile Aldane çeşidi takip etmiştir. Araştırmada 29.75 g ile en düşük bin tane ağırlığı en geç olgunlaşan hat olan BBVD21–07'de ölçülmüştür.

Araştırmada beklenildiği gibi, sulama koşullarının tane iriliğini artırması nedeniyle 40.85 g ile en iri tane kuraklık stresi uygulanmayan KS3 ana parselinde, en düşük tane ağırlığı ise 34.59 g ile tam kuraklığın uygulandığı GS31–94 döneminde ölçülmüştür. GS31–51 dönemindeki kuraklık uygulamasında (KS1) 38.50 g olan tane ağırlığı geç dönem kuraklık uygulamasında (KS2) 35.71 g olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar tane ağırlığı için GS51–94 dönemindeki yağışın önemini ortaya koymuştur. Araştırmada yapılan değerlendirmede bin tane ağırlığı yüksek olan genotiplerin tane verimlerinde de artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1 ve 2). Genotip ve çevrenin farklı oranlarda etkilediği hektolitreye ağırlığına göre genotiplerde 83.19 kg/hl ile en fazla miktar Selimiye çeşidinde belirlenmiş olup bütün uygulamalarda da en yüksek hektolitreye ağırlığının bu çeşitte ölçülmesi, hektolitreye ağırlığı açısından tane yapısının genotipik yapıya da bağlı olduğunu göstermiştir. En az hektolitreye ağırlığı ise 73.56 kg ile BBVD21–07'de ölçülürken bu hattın çok geç olgunlaşması nedeniyle hektolitreye ağırlığı açısından geç olgunlaşan genotiplerin bölge için uygun olmadığı sonucuna varılmıştır. Kuraklık uygulamalarına göre yapılan değerlendirmede GS51–94 döneminde toprakta yeterli nem olması tane iriliğini ve ağırlığını olumlu yönde etkilemiş ve dolayısı ile en yüksek hektolitreye ağırlıkları bu dönemde kuraklık uygulanmayan parsellerde belirlenmiştir. Kuraklık uygulamalarına göre hektolitreye ağırlıkları 77.59 kg/hl ile 81.18 kg/hl arasında değişmiştir (Çizelge 1, 2). En fazla ağırlık kuraklık stresi uygulanmayan parselde (KS3), en düşük ağırlık ise tam kuraklık uygulanan (KS5) parselde tespit edilmiştir. Araştırmada faktörlerin ortalaması 79.72 kg/hl olarak ölçülmüştür. Çalışmada hektolitreye ağırlığının artmasının çeşitlerde tane verimini arttırdığı görülmüştür.

Bin tane ağırlığı sert buğdaylarda daha yüksek olup çeşit, iklim koşulları ve toprak özelliklerinden de etkilenmektedir (Köksel ve

Çizelge 1. Ekmeklik Buğday genotiplerinde farklı kuraklık uygulamalarında ortalama kalite değerleri  
Table 1. The average quality values under various drought stress conditions in bread wheat genotypes

No	Çeşitler	BTA	HLA	PRT	TSR	SED	GLT	IND
1	Kate A-1	34.49 g	81.20 cd	11.43 fgh	55.3 d	41.23 d	33.83 cd	72.88 d
2	Gelibolu	37.67 e	80.85 de	11.11 h	47.0 j	41.30 d	24.61 ı	95.34 a
3	Pehlivan	43.54 a	81.63 b	11.73 d-g	53.5 f	41.63 d	34.70 bc	72.55 d
4	Tekirdağ	38.82 d	78.91 g	11.91 cde	53.7 f	45.33 c	32.76 de	83.28 c
5	Selimiye	41.47 c	83.19 a	11.57 efg	55.1 d	45.10 c	31.91 e	90.26 b
6	Aldane	42.14 bc	81.34 bc	12.78 b	55.2 d	56.03 a	34.36 bc	94.05 a
7	Flamura-85	37.28 e	80.65 e	12.05 cd	53.3 fg	47.77 b	30.40 fg	94.40 a
8	Golia	31.90 h	79.86 f	11.95 cde	57.8 b	35.03 g	28.74 h	94.16 a
9	BBVD7	42.70 ab	78.89 g	12.32 c	51.1 h	37.23 ef	34.60 bc	64.82 f
10	Bereket	37.91 e	80.63 e	11.41 gh	52.8 g	44.73 c	28.67 h	94.52 a
11	ÖVD26-07	35.61 f	81.21 cd	11.83 def	58.6 a	36.63 f	31.56 ef	88.21 b
12	ÖVD2/21-07	37.23 e	76.95 h	11.49 fgh	50.4 ı	47.80 b	28.47 h	93.89 a
13	ÖVD2/27-07	34.56 g	79.87 f	11.42 fgh	55.7 d	36.90 f	35.20 b	60.76 g
14	EBVD24-07	31.21 h	77.08 h	11.70 d-g	54.3 e	38.67 e	30.21 g	83.63 c
15	BBVD21-07	29.75 ı	73.56 ı	13.32 a	57.0 c	34.27 g	37.01 a	68.88 e
Ortalama		37.08	79.72	11.86	54.1	41.98	31.8	83.44
A. Ö. F. (0.05)		0.88	0.40	0.41	0.58	1.59	1.29	2.32
F		**	**	**	**	**	**	**

Not: \*\*: P<0.01; \*: P<0.05; BTA: Bin tane ağırlığı (g), HLA: Hektolitre ağırlığı (kg), PRT: Protein (%), TSR (NIR): Tane sertliği, SED: Sedimentasyon (Zel) (ml), GLT: Gluten (%), IND: Gluten indeksi (%)

Note: \*\*: P<0.01, \*: P<0.05, BTA: Thousand kernel weight (g), HLA: Test weight (kg), PRT: Protein (%), TSR: Hardness, SED: sedimentation (ml), GLT: Gluten (%), IND: Gluten index

ark. 2000). Buğdayda tane ağırlığı çiçeklenme öncesi dönemde belirlenmesine rağmen ağırlığın derecesi çiçeklenme sonrası tane dolum dönemindeki koşullara bağlıdır. Bu dönemdeki toprak ve bitkide su azlığı tane iriliğinin ve dolayısı ile bin tane ağırlığının düşmesine neden olduğu (Innes and Blackwell 1981) araştırma sonucunda da görülmüştür.

Ekmeklik buğdayda genotip ve çevre koşullarına göre değişkenlik gösteren protein oranı genotiplerde %11.11 ile %13.32 arasında dağılım göstermiştir. Araştırmada en yüksek protein oranı %13.32 ile BBVD21-07 hattı ve %12.78 ile Aldane çeşidinde belirlenmiştir. Farklı bitki gelişme dönemlerinde uygulanan kuraklık seviyelerine göre protein oranı %11.31

Çizelge 2. Farklı kuraklık stresinde tespit edilen ortalama kalite parametreleri  
Table 2. Average quality parameters determined in different drought stress conditions

Uygulama	VRM	BTA	HLA	PRT	TSR	SED	GLT	IND
KS1	549.9 d	38.50 b	80.81 b	11.69 c	54.0 a	43.07 b	31.93 c	81.92 c
KS2	563.9 c	35.71 c	79.16 d	12.54 a	55.4 a	43.02 b	33.68 a	82.61 bc
KS3	763.8 a	40.85 a	81.18 a	11.63 c	53.9 b	40.93 c	30.87 d	85.74 a
KS4	579.7 b	35.78 c	79.87 c	12.18 b	53.2 c	43.83 a	32.70 b	83.59 b
KS5	457.8 e	34.59 d	77.59 e	11.31 d	53.7 b	39.03 d	29.83 e	83.37 b
Ortalama		583.0	37.08	79.72	11.86	54.1	41.98	31.80
A. Ö. F (0.05)		12.69	0.38	0.16	0.19	0.36	0.65	1.14
F		**	**	**	**	**	**	**

Not: \*\*: P<0.01; \*: P<0.05; VRM: Verim (kg/da), BTA: Bin tane ağırlığı (g), HLA: Hektolitre ağırlığı (kg), PRT: Protein (%), TSR (NIR): Tane sertliği, SED: Sedimentasyon (Zel) (ml), GLT: Gluten (%), IND: Gluten indeksi (%), KS: Kuraklık stresi

Note: \*\*: P<0.01, \*: P<0.05, VRM: Yield (kg/da), BTA: Thousand kernel weight (g), HLA: Test weight (kg), PRT: Protein (%), TSR: Hardness, SED: sedimentation (ml), GLT: Gluten (%), IND: Gluten index, KS: Drought stress

ile %12.54 arasında dağılım göstermiştir. En yüksek protein oranı KS2 döneminde tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre Trakya Bölgesinde ürünlerde düşük proteinin tane dolum süresindeki yüksek yağıştan kaynaklandığı, yüksek proteinli ürün elde edilebilmesi için özellikle tane dolum döneminde fazla yağışın olmaması gerektiği sonucuna varılmıştır. Araştırmada en düşük protein oranı %11.31 ile tam kuraklık uygulanan parselde belirlenmiş olup özellikle yapılan azotlu gübrelemeden de yeterince yararlanamadığı yorumu yapılmıştır (Çizelge 1 ve 2).

Protein oranı ile yüksek oranda ilişkili olan tane sertliğine göre genotip ve uygulamalar arasında farklılık olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada en yumuşak tanelerin her iki yıl ve beş uygulamada da Gelibolu çeşidinde tespit edilmesi tane sertliğinin genotipik yapıya da bağlı olduğunu göstermiştir. Kuraklık uygulamalarına göre yapılan değerlendirmede tane sertliği 53.2 ile 55.4 arasında değişmiştir. Araştırmada her iki yılda da en yumuşak taneler doğal uygulamada elde edilirken, en sert taneler erken dönem kuraklık uygulanan parsellerde tespit edilmiştir (Çizelge 1 ve 2). Bu sonuca göre başaklanma dönemine kadar bitkilerin kuraklık stresine maruz kalmaması ve takibinde tane dolum dönemindeki kısmen kurak koşullar veya yağışın fazla olmaması daha sert yapıda tanelerin oluşmasını sağlamıştır. Bu sonuçlar, Trakya Bölgesinde ekmeklik buğdaylarda bazı yıllarda düşük kaliteli ürün elde edilmesine, tane dolum dönemi ve hasat dönemindeki yağışın etkisinin olduğunu göstermiştir.

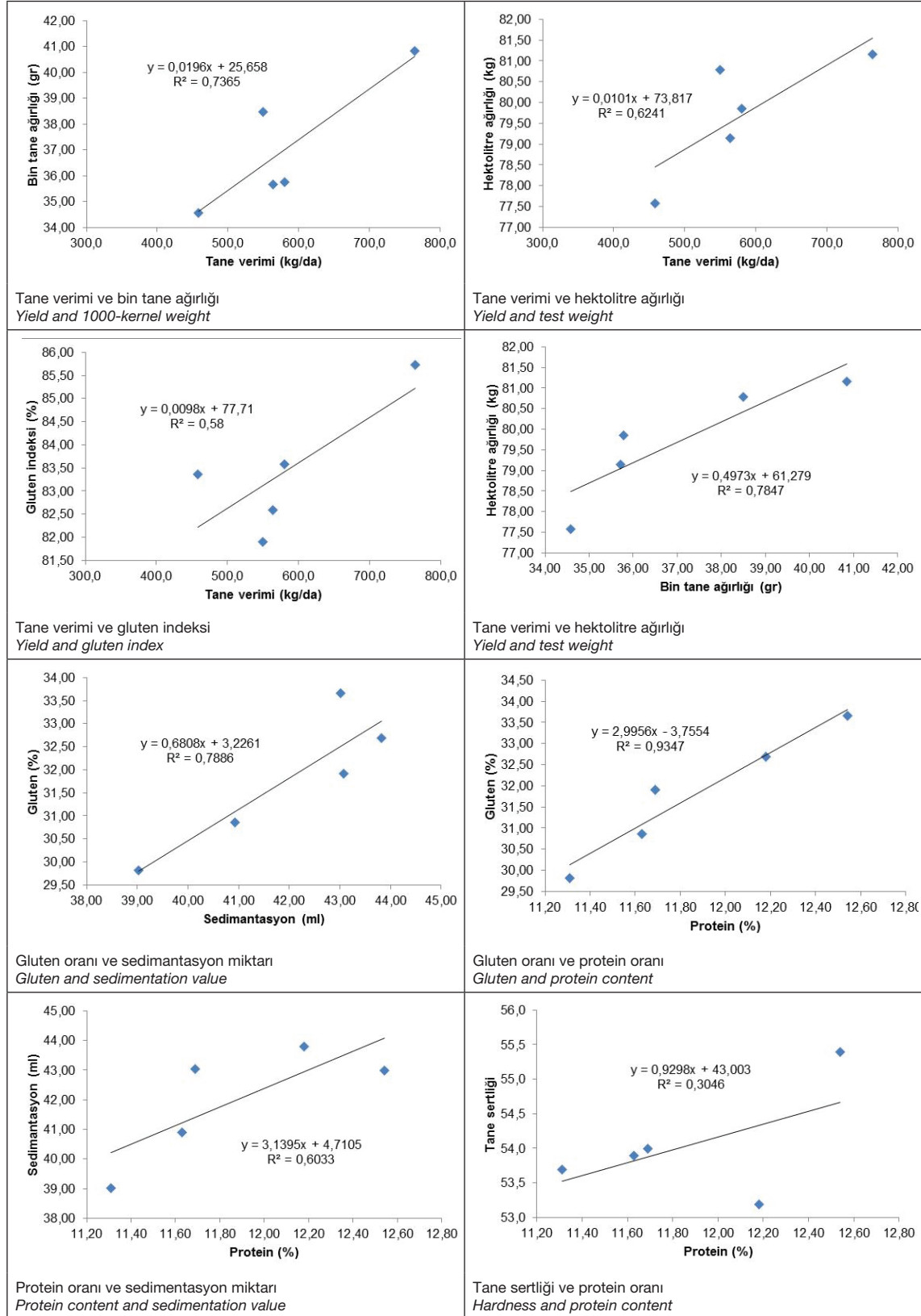
Araştırmada çeşitlerde tane sertliğinin yüksek olduğu koşullarda protein oranı ile gluten miktarının da yükseldiği görülmüştür. Ekmeklik buğdayda tane sertliği bazı araştırmacılar tarafından da ele alınmıştır. Kalite karakterlerindeki değişikliğe çevrenin etkisi genetik faktörün etkisinden daha fazla olduğu, tane sertliğine genotipin etkisi ile genotip x çevrenin birlikte etkisinin daha fazla olduğu (Peterson et al. 1992) bu çalışma sonucunda da görülmüştür.

Araştırmada, diğer kalite özelliklerine göre yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilen Aldane çeşidinde 56.03 ml ile en yüksek sedimantasyon değeri elde edilmiştir. Ayrıca,

bu çeşitte bütün uygulamalarda da yüksek sedimantasyon değerinin tespit edilmesi, sedimantasyon değerinin çevre ve genotipik yapıdan etkilendiğini göstermiştir. Kuraklık uygulamalarına göre yapılan değerlendirmede 43.83 ml ile en fazla sedimantasyon değeri doğal parsellerde ölçülürken, GS31-51 ve GS51-94 dönemlerinde de yüksek sedimantasyon değeri ölçümü yapılmıştır. Çalışmada, tam kuraklık uygulanan parsellerde 39.03 ml ile en düşük sedimantasyon değeri ölçülmüştür (Çizelge 1 ve 2). Bu durum, sedimantasyonun değerinin genotipik yapıya bağlı olduğu gibi çevre koşullarından da önemli oranda etkilendiğini göstermiştir.

Araştırmada genotipler arasında en yüksek gluten miktarı %37.01 ile BBVD21-07, %35.20 ile ÖVD2/27-07 ve %34.70 ile Pehlivan'da ölçülmüştür. En yüksek gluten oranı protein ve tane sertliğinde olduğu gibi GS51-94 döneminde kuraklık uygulamasında tespit edilmiştir. Kuraklık uygulamalarına göre tane dolum dönemi (KS2) kuraklıkta %33.68 ile en yüksek gluten değeri tespit edilmiştir. Başaklanma dönemine kadar kuraklık stresinin olmaması ve tane dolum döneminde ise toprak neminde kısmen azalmanın olduğu koşulların, ekmeklik buğdayda gluten miktarını arttırdığı tespit edilmiştir. Kuraklık stresi uygulanmayan koşullar ile tam kuraklık uygulamaları gluten miktarını düşürmüştür. Bu sonuçlar, fazla yağışlı koşullarla birlikte sapa kalkma döneminden tane dolum dönemine kadar kuraklık stresine maruz kalınmasının, besin elementleri alımını da engelleyeceği için genotiplerdeki gluten miktarını düşürdüğü sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmada, genotiplerde en yüksek gluten indeksi değeri %95.34 ile Gelibolu çeşidinde belirlenmiştir. Ayrıca Bereket, Golia, Flamura-85, Aldane ve ÖVD2/21 genotiplerinin de %90'nın üzerinde gluten indeksine sahip olduğu saptanmıştır. Uygulama konularına göre yapılan değerlendirmede kuraklık uygulamaları gluten indeksini düşürdüğü tespit edilmiştir. Bu sonuçlar gluten indeksinde genotip ve çevrenin birlikte etkisinin önemli olduğunu göstermiştir.

Kuraklık uygulanan ana parsellere göre yapılan değerlendirmede tane verimi ile bin tane ağırlığı ( $R^2=0.736$ ), hektolitre ağırlığı ( $R^2=0.624$ ) ve gluten indeksi ( $R^2=0.580$ ) arasında yüksek



Şekil 1. Farklı seviyede kuraklık uygulamasında kalite karakterleri arasındaki ikili ilişkiler  
Figure 1. The relationship among quality characters under different drought stress conditions

oranda olumlu ilişki belirlenmiştir. Ayrıca, hektolitre ağırlığı ile bin tane ağırlığı, gluten oranı ile protein ve sedimantasyon değeri, protein oranı ile sedimantasyon değeri arasında olumlu ilişki saptanmıştır (Şekil 1).

Araştırmada incelenen karakterler arasında ve beş farklı kuraklık seviyesine göre korelasyon değerleri belirlenmiştir (Çizelge 3). Sapa kalkma döneminden başaklanma dönemine kadar (GS31–51) erken dönem kuraklık uygulamasında tane verimi ile protein oranı arasında negatif ilişkinin olduğu, gluten indeksi ile gluten miktarı arasında da yüksek oranda negatif ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Araştırmada, hektolitre ağırlığı fazla olan genotiplerde tane verimi artışı olduğu, daha sert taneli çeşitlerde daha yüksek protein oranına ulaşıldığı belirlenmiştir. Protein oranı ile gluten miktarı arasında yüksek oranda pozitif ilişki saptanmıştır. Ayrıca, hektolitre ağırlığı ile sedimantasyon değeri ve gluten indeksi arasında olumlu ilişki saptanırken, protein oranı ile olumsuz ilişki tespit edilmiştir. Araştırmada tane verimi ile hektolitre ağırlığı ( $r=0.360$ ) arasında olumlu ve çok önemli, bin tane ağırlığı ( $r=0.248$ ) ile olumlu ve önemli, protein oranı ( $r=-0.341$ ) ile olumsuz ve çok önemli ilişki tespit edilmiştir.

Hektolitre ağırlığı ile bin tane ağırlığı ( $r=0.420$ ), sedimantasyon değeri ( $r=0.380$ ) ve gluten indeksi arasında olumlu ve çok önemli, protein oranı ( $r=-0.398$ ) ve gluten miktarı ( $r=-0.331$ ) arasında olumsuz ve çok önemli ilişki saptanmıştır. Protein oranı ile tane sertliği ( $r=0.486$ ), gluten miktarı ( $r=0.770$ ) ve tane sertliği ile gluten arasında ( $r=0.622$ ) olumlu ve çok önemli ilişkinin olduğu belirlenmiştir.

Araştırmada başaklanma döneminden fizyolojik olgunlaşma dönemine kadar uygulanan (GS51–94) kuraklıkta; tane verimi ile protein oranı arasında negatif ilişkinin olduğu, yine gluten indeksi ile gluten arasında da yüksek oranda negatif ilişkinin olduğu gluten miktarı artışının gluten indeksini düşürdüğü belirlenmiştir. Araştırmada, hektolitre ağırlığı fazla olan genotiplerde tane veriminin de yüksek olduğu, daha sert taneli çeşitlerde daha yüksek protein oranına ulaşılmıştır. Protein oranı ile gluten miktarı arasında yüksek oranda pozitif ilişki bütün uygulamalarda görülmüştür. Ayrıca, hektolitre ağırlığı ile sedimantasyon

değeri ve gluten indeksi arasında olumlu ilişki saptanırken, protein oranı ile olumsuz ilişki tespit edilmiştir. Geç dönem kuraklıkta (GS51–94); tane verimi ile hektolitre ağırlığı ( $r=0.490$ ) ve bin tane ağırlığı arasında ( $r=0.585$ ) olumlu ve çok önemli, protein oranı ( $r=-0.590$ ), sedimantasyon değeri ( $r=-0.303$ ) ve gluten miktarı ( $r=-0.336$ ) arasında olumsuz ve çok önemli ilişki tespit edilmiştir. Protein oranı ile sedimantasyon değeri ( $r=0.450$ ) ve gluten miktarı ( $r=0.668$ ) arasında olumlu ve çok önemli ilişki saptanmıştır. Tane sertliği ile gluten miktarı ( $r=0.346$ ) arasında olumlu ve çok önemli, sedimantasyon değeri ( $r=-0.553$ ) ve gluten indeksi ( $r=-0.444$ ) arasında olumsuz ve çok önemli ilişki tespit edilmiştir.

Araştırmada tam kuraklığın uygulandığı GS31–94 döneminde tane verimi ile hektolitre ağırlığı ( $r=0.683$ ) ve bin tane ağırlığı arasında ( $r=0.499$ ) olumlu ve çok önemli, protein oranı ( $r=-0.415$ ) ile olumsuz ve çok önemli ilişki tespit edilmiştir. Protein oranı ile sedimantasyon değeri ( $r=0.295$ ) ve gluten miktarı ( $r=0.638$ ) arasında olumlu ve çok önemli ilişki, hektolitre ağırlığı ( $r=-0.490$ ) ve bin tane ağırlığı arasında ( $r=-0.355$ ) olumsuz ve çok önemli ilişki saptanmıştır. Bu sonuçlara göre, tam kuraklığın uygulandığı koşullarda hektolitre ağırlığı ve bin tane ağırlığının artışı tane verimini önemli oranda artırmıştır. Hektolitre ağırlığındaki artış protein oranını düşürmüştür.

Araştırmada kuraklık stresinin uygulanmadığı sulama destekli koşullarda hektolitre ağırlığı ve bin tane ağırlığı artışı genotiplerde tane verimini artırmış olup, protein oranı, tane sertliği ve gluten miktarındaki yükselme ile de verim arasında olumsuz ilişki belirlenmiştir. Protein oranındaki artışa paralel olarak sedimantasyon değeri ve gluten miktarında da artış olmuştur. Sert tane yapısına sahip genotiplerde daha düşük sedimantasyon ve gluten indeksi belirlenirken, gluten miktarında artış olduğu görülmüştür. Bütün uygulamalarda olduğu gibi gluten indeksi ile gluten miktarı arasında olumsuz, sedimantasyon değeri ile olumlu ilişki belirlenmiştir. Araştırmada, doğal koşullardaki uygulamalarda hektolitre ağırlığı ve bin tane ağırlığındaki artış genotiplerde tane verimini de artırmış olup, protein ve gluten miktarı ile sedimantasyon miktarının tane verimi ile negatif ilişkili olduğu görülmüştür.

Çizelge 3. Farklı seviyede kuraklık uygulamasında kalite kriterlerindeki korelasyon katsayıları  
Table 3. Correlation coefficient among quality parameters under various drought stress conditions

Erken dönem kuraklık uygulamasında tane verimi ve kalite özellikleri arasındaki korelasyon							
KS1	VRM	HLA	BTA	PRT	TSR	SED	GLT
HLA	0.360**						
BTA	0.248*	0.420**					
PRT	-0.341**	-0.398**	-0.090				
TSR	-0.092	-0.199	-0.219*	0.486**			
SED	-0.091	0.380**	0.263*	0.109	-0.360**		
GLT	-0.188	-0.331**	0.105	0.770**	0.622**	-0.117	
IND	-0.005	0.410**	-0.096	-0.328**	-0.429**	0.520**	-0.736**
Geç dönem kuraklık uygulamasında tane verimi ve kalite özellikleri arasındaki korelasyon							
KS2	VRM	HLA	BTA	PRT	TSR	SED	GLT
HLA	0.490**						
BTA	0.585**	0.560**					
PRT	-0.590**	-0.359**	-0.324**				
TSR	0.054	-0.045	-0.010	0.024			
SED	-0.303**	0.174	-0.115	0.450**	-0.553**		
GLT	-0.336**	-0.217*	-0.070	0.668**	0.346**	0.057	
IND	-0.054	0.300**	-0.032	-0.053	-0.444**	0.560**	-0.612**
Kuraklık stresi olmayan (KS3) koşullarda verim ve kalite özellikleri arasındaki korelasyon							
KS3	VRM	HLA	BTA	PRT	TSR	SED	GLT
HLA	0.573**						
BTA	0.380**	0.480**					
PRT	-0.374**	-0.174	-0.299**				
TSR	-0.316**	-0.202	-0.196	0.073			
SED	0.145	0.418**	0.124	0.490**	-0.434**		
GLT	-0.342**	-0.215*	0.002	0.559**	0.459**	0.062	
IND	0.196	0.409**	-0.036	0.114	-0.418**	0.568**	-0.575**
Doğal koşullarda (KS4) yürütülen uygulamada verim ve kalite özellikleri arasındaki korelasyon							
KS4	VRM	HLA	BTA	PRT	TSR	SED	GLT
HLA	0.548**						
BTA	0.499**	0.542**					
PRT	-0.599**	-0.510**	-0.230*				
TSR	-0.066	-0.023	-0.072	0.296**			
SED	-0.312**	0.167	-0.027	0.265*	-0.374**		
GLT	-0.284**	-0.357**	0.018	0.671**	0.564**	-0.166	
IND	-0.087	0.296**	-0.113	-0.216*	-0.305**	0.529**	-0.718**
Tam kuraklık uygulamasında (KS5) tane verimi ile kalite özellikleri arasındaki korelasyon							
KS5	VRM	HLA	BTA	PRT	TSR	SED	GLT
HLA	0.683**						
BTA	0.548**	0.742**					
PRT	-0.415**	-0.490**	-0.355**				
TSR	0.169	0.328**	0.204	0.183			
SED	-0.131	-0.096	-0.029	0.295**	-0.379**		
GLT	-0.106	-0.105	0.095	0.638**	0.460**	0.016	
IND	-0.118	-0.032	-0.186	-0.072	-0.324	0.521**	-0.652**

Not: \*\*: P<0.01; \*: P<0.05; VRM: Verim (kg/da), BTA: Bin tane ağırlığı (g), HLA: Hektolitire ağırlığı (kg), PRT: Protein (%), TSR (NIR): Tane sertliği, SED: Sedimentasyon (Zel) (ml), GLT: Gluten (%), IND: Gluten indeksi (%), KS: Kuraklık stresi

Note: \*\*: P<0.01, \*: P<0.05, VRM: Yield (kg/da), BTA: Thousand kernel weight (g), HLA: Test weight (kg), PRT: Protein (%), TSR: Hardness, SED: sedimentation (ml), GLT: Gluten (%), IND: Gluten indeksi, KS: Drought stress

## Sonuç

Farklı bitki gelişme dönemlerindeki çalışmada, tane dolun dönemindeki sulama kuraklığın kalite kriterlerine etkisinin araştırıldığı koşullarının genotiplerde kalite değerlerini



düşürdüğü belirlenmiştir. Araştırmada bin tane ve hektolitreye ağırlığı açısından önemli varyasyon olduğu genotipler arasında en yüksek bin tane ağırlığı Pehlivan çeşidinden, en fazla hektolitreye ağırlığı ise Selimiye çeşidinden elde edilmiştir. Tane dolum döneminde toprakta yeterli nem olması tane iriliğini ve ağırlığını olumlu yönde etkilediğinden dolayı, en yüksek hektolitreye ağırlıkları tane dolum dönemi kuraklık uygulanmayan koşullarda belirlenmiştir. Trakya Bölgesinde ekmeklik buğdayda protein değerinde yıldan yıla ve bölgelere göre değişkenlik yaşanmaktadır. Araştırmada özellikle tane dolum döneminde sulama koşullarının tanedeki protein oranını azalttığı belirlenmiştir. Araştırmada beklenildiği gibi tane verimi ile ters ilişkili olmasından dolayı protein oranının yükseldiği koşullarda tane veriminde azalma olmuştur. Protein ile yüksek oranda ilişkili olan tane sertliği de tane dolum dönemindeki kurak koşullarda artış göstermiştir. Kuraklık uygulamalarına göre, başaklanma dönemine kadar bitkilerin kuraklık stresine maruz kalmaması ve tane dolum döneminde nispeten kuraklık stresi uygulamalarının gluten miktarını arttırdığı saptanmıştır. Geç dönem kuraklıkta protein oranı, gluten miktarı ile tane sertliğinde artış olmuştur. Aldane çeşidinde en yüksek sedimantasyon değeri saptanmıştır. Yapılan çalışmada kuraklık stresinin olmadığı sulama destekli uygulama ile tam kuraklık stresinde sedimantasyon değerinin azaldığı belirlenmiştir. Doğal koşullarda en yüksek sedimantasyon değeri tespit edilmiştir. Araştırmada, ekmeklik kalite değeri en yüksek çeşidin Aldane olduğu, aynı zamanda bu çeşidin kuraklık uygulamalarından da en az etkilendiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar, Trakya Bölgesinde ekmeklik buğdaylarda karşılaşılan kalite düşüklüğünün özellikle tane dolum dönemi ve hasat döneminde yağın yağıştan kaynaklandığını göstermiştir. Bu nedenle, Trakya Bölgesinde yüksek kaliteli ürünün, çeşide göre değişmekle birlikte, tane dolum döneminde fazla yağışın olmadığı koşullarda elde edilmesinin mümkün olacağı sonucuna varılmıştır.

### Kaynaklar

- Anonim, 2002. International association for cereal science and technology. ICC Standart No: 105, 106, 155, 116, 115
- Anonim, 2008. Ülkesel serin iklim tahılları araştırma projesi. 2008 Yılı Araştırma Projeleri Raporu, Edirne
- Atlı A., 1999. Buğday ve ürünleri kalitesi. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, s. 498-506. Konya
- Balla K., and Veisz O., 2007. Changes in the quality of cereals in response to heat and drought stress. *Acta Agronomica Óvariensis*, 49:451-455
- Barnabas B., Jager K., and Feher A., 2008. The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. *Plant, Cell and Environment*, 31(1):11-38 DOI: 10.1111/j.1365-3040.2007.01727.x
- Blackman J.A., and Payne P.I., 1987. Grain quality. In: Lupton, F.G.H. *Wheat breeding: its scientific basis*. pp. 455-485, Chapman and Hall, New York
- Elgün A., Türker S. ve Bilgiçli N., 2001. Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Yayınları:2, Konya
- Gomez K.A., and Gomez A.A., 1984. *Statistical procedures for agricultural research*, 2nd ed. p. 641. John Wiley and Sons, Inc. New York
- Hurkman W.J., Vensel W.H., Tanaka C.K., Whitehand L., and Altenbach S.B., 2009. Effect of high temperature on albumin and globulin accumulation in the endosperm proteome of the developing wheat grain. *Journal of Cereal Science*, 49:12-23
- Innes P., and Blackwell R.D., 1981. The effect of drought on the water use and yield of two spring wheat genotypes. *The Journal of Agricultural Science, Cambridge University Press*, 96:603-610 DOI: 10.1017/S0021859600034584
- Kalaycı M., Aydın M., Ozbek V., Cekic C., Ekiz H., Keser M., Altay F., Ekiz H., Yılmaz A., Kinaci E. ve Cakmak İ., 1998. Orta Anadolu koşullarında kurağa dayanıklı buğday genotiplerinin belirlenmesi ve morfolojik ve fizyolojik parametrelerin geliştirilmesi. TUBITAK PROJESİ, Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü
- Kalaycı M., 2005. Örneklerle JUMP kullanımı ve tarımsal araştırma için varyans analiz modelleri. Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları:21, Eskişehir
- Köksel H., Sivri D., Özboy O., Başman A. ve Karacan H.D., 2000. Tahıl Laboratuvarı El Kitabı. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları:47, Ankara
- Öztürk İ., Kahraman T., Avcı R., Girgin V.Ç., Aşkın O.O., Aşkın B., Tuna B., and Tülek A., 2016. Effect of rainfall and humidity during shooting and grain filling period on yield and quality in bread wheat. VII International Scientific Agriculture Symposium "Agrosym 2016" 6-9 October 2016, Book of Proceeding, p. 1392-1400. Johorina, Bosnia and Herzegovina

- Pena R.J., 2008. Improving or preserving bread making quality while enhancing grain yield in wheat. In: Reynolds M.P., Pietragalla J., Braun H.J. (Eds). International symposium on wheat yield potential: challenges to international wheat breeding. Mexico: CIMMYT; 2008. pp. 171-174
- Saint Pierre C., Peterson C.J., Ross A.S., Ohm J., Verhoeven M.C., Larson M., and Hoefer B., 2007. Grain protein content and composition of winter wheat cultivars under different levels of N and water stress. *Developments in Plant Breeding*, 12: 535-542
- Rakszegi M., Lang L., and Bedö Z., 2006. Importance of starch properties in quality oriented wheat breeding. *Cereal Research Communications*, 34: 637-640
- Veisz O., Bencze Sz., Balla K., and Vida Gy., 2008. Change in water stress resistance of cereals due to atmospheric CO<sub>2</sub> enrichment. *Cereal Research Communications*, 36: 1095-1098
- Wardlaw I.F., and Moncur L., 1995. The response of wheat to high temperature following anthesis. I. The rate and duration of kernel filling. *Australian Journal of Plant Physiology*, 22: 391-397
- Yan S.H., Yin Y.P., Li W.Y., Li Y., Liang T.B., Wu Y.H., Geng Q.H., and Wang Z.L., 2008. Effect of high temperature after anthesis on starch formation of two wheat cultivars differing in heat tolerance. *Acta Ecologica Sinica*, 28: 6138-6147
- Zadoks J.C., Chang T.T., and Konzak C.F., 1974. A decimal code for growth stages of cereals. *Weed Res.* 14: 415-421 DOI: 10.1111/j.1365-3180.1974.tb01084.x