



## Effects of Foliar Urea, Potassium and Zinc Sulphate Treatments Before and After Flowering on GlutoPeak, Some Protein Quality and Farinograph Properties of Wheat

Hatun Barut<sup>1,a,\*</sup>, Yaşar Karaduman<sup>2,b</sup>, Arzu Akın<sup>2,c</sup>, Sait Aykanat<sup>1,d</sup>, Ali Alparşlan Ezici<sup>1,e</sup>

<sup>1</sup>Eastern Mediterranean Agricultural Research Institute, Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry, 01375 Adana, Turkey

<sup>2</sup>Transitional Zone Agricultural Research Institute, Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry, 26120 Eskişehir, Turkey

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 02/09/2019 Accepted : 10/09/2019</p> <p><b>Keywords:</b> Nitrogen Sulphur Zinc Dough rheology Wheat</p>	<p>Nitrogen and sulphur application has a significant effect on the quality and quantity of storage proteins of wheat which affect the bread making process. In this study, effect of foliar applications of urea, potassium sulphate (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) and zinc sulphate heptahydrate (ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O), under field conditions at vegetative and generative periods of wheat, were investigated for their effects on protein quality (SDS sedimentation and STK-Lactic Acid values), Glutopic parameters [(PMT (s)), BM (BE), BEM (BE) and PM (BE)] and dough rheological properties [stability (min), degree of softening (BU)] of wheat. Experiments were conducted in two trial groups. In the first trial, foliar treatments of 0% (Control); 0,5% Urea; 1% Urea; 0,5% ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O; 0,5% Urea+0,5% ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O; 1% Urea+0,5% ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O; 0,5% K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and 1% K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; in the second trial, 0%; 0,5% Urea+0,5% K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 0,5% Urea+1% K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 1% Urea+0,5% K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 1% Urea+1% K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> were performed. As a result, in the first trial, 0,5% Urea, 1% Urea+0,5% ZnSO<sub>4</sub> and 0,5% K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; in the second trial, 1% Urea+0,5% K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> were found the most prominent applications. According to the obtained results, the effect of urea, potassium sulphate and zinc sulphate applications on protein quality, gluten rheology and dough rheology was found to be significant.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7(10): 1730-1742, 2019

## Yapraktan Üre, Potasyum Sülfat ve Çinko Sülfat Uygulamalarının Ekmeklik Buğdayın Glutopeak, Bazı Protein Kalitesi ve Farinograf Özellikleri Üzerine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 02/09/2019 Kabul : 10/09/2019</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Azot Kükürt Çinko Hamur reolojisi Buğday</p>	<p>Azot ve kükürt uygulaması, ekmek yapım sürecini etkileyen buğdayın depo proteinlerinin kalitesi ve niceliği üzerinde önemli etkiye sahiptir. Bu çalışmada tarla koşullarında, vejetatif ve generatif dönemlerde, yapraktan üre, potasyum sülfat (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ve çinko sülfat heptahidrat (ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O) uygulamalarının ekmeklik buğdayın protein kalitesi (SDS Sedimentasyon ve STK-Laktik Asit değerleri), GlutoPik parametreleri [PMT (s), BM (BE), BEM (BE) ve PM (BE)] ve hamur reolojik özellikleri [stabilite (dak), yumuşama derecesi (BU)] üzerine etkileri araştırılmıştır. Denemeler iki grup halinde yürütülmüştür. İlk denemede, yapraktan yapılan uygulamalar %0 (Kontrol); %0,5 Üre; %1 Üre; %0,5 ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O; %0,5 Üre+0,5% ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O; %1 Üre+%0,5 ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O; %0,5 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve %1 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> şeklinde; ikinci denemede, %0; %0,5 Üre+%0,5 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; %0,5 Üre+%1 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; %1 Üre +%0,5 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; %1 Üre+%1 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> şeklinde olmuştur. Uygulamalar arasında birinci denemede; %0,5 Üre, %1 Üre+%0,5 ZnSO<sub>4</sub> ve %0,5 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, ikinci denemede ise %1 Üre+%0,5 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> konuları tüm özellikler bir arada değerlendirildiğinde öne çıkan uygulamalar olmuştur. Elde edilen sonuçlara göre; üre, potasyum sülfat ve çinko sülfat uygulamalarının protein kalitesi, gluten reolojisi ve hamur reolojisi üzerini etkisinin oldukça önemli olduğu belirlenmiştir.</p>

<sup>a</sup> [baruthatun@yahoo.com](mailto:baruthatun@yahoo.com)

<sup>id</sup> <http://orcid.org/0000-0003-2482-6715>

<sup>b</sup> [yasarkaraduman1973@gmail.com](mailto:yasarkaraduman1973@gmail.com)

<sup>id</sup> <http://orcid.org/0000-0003-1306-3572>

<sup>c</sup> [akin\\_arzu@hotmail.com](mailto:akin_arzu@hotmail.com)

<sup>id</sup> <http://orcid.org/0000-0001-9219-7776>

<sup>d</sup> [saitaykanat@hotmail.com](mailto:saitaykanat@hotmail.com)

<sup>id</sup> <http://orcid.org/0000-0002-5690-408X>

<sup>e</sup> [ezicialp@yahoo.com.tr](mailto:ezicialp@yahoo.com.tr)

<sup>id</sup> <http://orcid.org/0000-0002-4371-4367>



## Giriş

Buğday, beslenmemizde temel nişasta ve enerji kaynağı olmasının yanında, protein gibi temel besin bileşenlerini barındırmaktadır (Shewry ve Hey, 2015). Buğdayın proteinin miktarı ile birlikte kompozisyonu hamur viskoelastik özelliklerini etkileyerek unun ekmek gibi son ürünlere uygunluğunu belirleyen ana etkidir (Guzman ve ark., 2016a). Buğdayın ekmek yapma kalitesi üzerine azotlu gübrenin oran ve uygulama zamanı etkili faktörlerdendir (Guttieri ve ark., 2005) ve geç dönem azot (N) uygulamaları protein miktarını arttırmaktadır (Wuest ve Cassman, 1992). Buğday beslenmesinde azot kadar önemli olan kükürt (S) elementi ise proteinlerin özellikleri üzerinde etkili olmaktadır. Buğday tanesinin kükürt içeriği kalite parametrelerini önemli oranda etkilemektedir (Marschner, 1997; Zhao ve ark., 1999b; McGrath, 2003; Honermeier ve Simioniuc, 2004). Kükürt eksikliğinde tanedeki polimerik proteinlerin ve aminoasitlerin konsantrasyonları azalmakta ve hamurun viskoelastik özellikleri önemli oranda değişmekte ve buğday ununun ekmek yapılabilme derecesi düşmektedir (Moss ve ark., 1981; Zhao ve ark., 1999a; Flaete ve ark., 2005; Ryantve Hrivna, 2004; Barut ve ark., 2015). Bu nedenle, buğdayın ekmeklik kalitesinin ortaya çıkmasında bitkiye verilen azotun yanında S konsantrasyonu ve N:S oranı mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Buğdayın N ve S ile gübrenmesi, tanenin S içeriğini ve N:S oranını etkilediği belirtilmiştir (Podlesna ve Cacak, 2008). Buğday tanesinde S konsantrasyonunun 1,2 mg g<sup>-1</sup>'den aşağı değerleri kritik değerlerdir. Buğdayın yüksek ekmeklik kaliteye sahip olması için tanenin N:S oranı 17'den düşük olmalıdır (Randall ve ark., 1981; Zhao ve ark., 1995; Luo ve ark., 2000; Sahota, 2006). Buğdayın S ihtiyacı N'a göre azdır. Ancak buğdayda S eksikliği, yalnızca bitki büyümesi ve verim üzerine değil; aynı zamanda ekmeklik kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Buğdayda N ve S uygulama farklılıkları, protein içeriği ve bileşimi ile tane ve hamur özelliklerini etkileyebilir. Yüksek N gübrelenmesi S eksikliğine neden olurken, beraberinde gluten proteinlerinde bir değişikliğe ve tanelerin besleme kalitesinde bir kayba sebep olmaktadır (Wooding ve ark., 2000). Buğdayda artan N uygulamaları ile gliadin proteinlerinin oranının arttığı (Granvogl ve ark., 2007; Godfrey ve ark., 2010); yüksek N uygulamasına karşılık düşük veya yüksek S uygulaması ile gliadin ve glutenin proteinlerinde belirgin değişiklikler görüldüğü belirtilmiştir (Zörb ve ark., 2010). Özellikle çiçeklenme döneminde yapraktan N ve S gübrelenmesi buğday tanesindeki depo proteinlerin sentezini etkileyerek hamurun viskoelastik özelliklerini belirlemektedir (Tea ve ark., 2004). Kükürt, sistein, methionin, koenzimler, tioredoxine ve sulfolipidler gibi birçok ana bileşiklerin yapısında yer almakta; kükürt uygulaması ile özellikle kükürt içeren aminoasitlerin oranları artmaktadır (Singh, 2003). Kükürt eksikliğinde protein olmayan N'lu bileşikler tanede birikmekte (serbest amidler: asparagine, glutamine), S içeren amino asitlerin (sistein, methionine) sentezi ve tanedeki birikimleri azalmaktadır (Zhao ve ark., 1999b; Singh, 2003; Granvogl ve ark., 2007). Hamur oluşumunda protein molekülleri arasında başlıca kovalent (disülfid) ve kovalent olmayan bağlar (iyon, hidrojen ve Van der Waals bağları) rol oynamaktadır (Bushuk, 1982); gluten proteinlerindeki en önemli işlevsel kovalent bağlar ise yüksek enerjiye (30-100 kcal/mol) sahip olan molekül içi ve

moleküller arası disülfid (S-S) bağlarıdır. Sistein ünitelerindeki serbest SH gruplarının bir kısmı yoğurma ile S-S yapısına dönüşmekte ve hamurun gluten yapısını kuvvetlendirmektedir (Pylar, 1988; Lásztity, 1996). Yetersiz kükürt gübrelenmesi ile tanede kükürt içeren aminoasitlerin oranı düştüğünde oluşan S-S bağları azalmakta ve hamurun viskoelastik özellikleri zayıflayarak (Ryant ve Hrivna, 2004) ekmek hacmi düşmektedir (Moss ve ark., 1981; Zhao ve ark., 1999a; Hagel, 2005; Flaete ve ark., 2005). Buğdaya S uygulaması yapıldığında ise hamurun reolojik özellikleri gelişmekte (Tea ve ark., 2007) ve ekmek hacmi artmaktadır (Schnug ve ark., 1993; Zhao ve ark., 1999a).

Buğday ununun ekmeklik kalitesini belirleyen en önemli parametre olan glutenin özellikleri (Doğan ve Uğur, 2004; Melnky ve ark., 2011; Guzman ve ark., 2016b); son yıllarda geliştirilen GlutoPik cihazı ile az miktarda örnekte, çok kısa sürede, az iş yükü ile değerlendirilebilmektedir (Melnky ve ark., 2011; Chandi ve Seetharaman, 2012; Lu ve Seetharaman, 2014; Marti ve ark., 2015; Karaduman ve ark., 2015; Hadnaev ve ark., 2016; Fu ve ark., 2017; Karaduman ve Savaşlı, 2018; Karaduman ve ark., 2019). Cihazda glutenin maksimum torka ulaşmak için geçen zamanı (PMT); maksimum tork (BEM); maksimum torktan 15 s önceki (BM) ve sonraki tork (PM) değerleri ölçülmektedir (Chandi and Seetharaman, 2012; Marti ve ark., 2015; Karaduman ve ark., 2015). Hamurun viskoelastik özelliklerinin belirlenmesinde birçok cihaz kullanılmaktadır. Sabit bir karıştırma hızında ve sürede farinograf cihazı ile su absorpsiyonu, hamurun gelişme süresi, stabilitesi, yumuşama derecesi gibi özellikleri reolojik özellikleri belirlenmektedir.

Bu çalışma kapsamında, yapraktan üre, potasyum sülfat ve çinko sülfat uygulamalarının, ekmeklik buğday çeşidinin protein kalitesi (SDS sedimantasyon değeri and STK-laktik asit değeri), GlutoPik parametreler ve farinograf'ta stabilize, yumuşama derecesi üzerine etkileri araştırılmıştır.

## Materyal ve Metot

### *Tohum ve Toprak Materyali*

Çalışmada tohum materyali olarak Altınbaşak ekmeklik buğday çeşidi kullanılmıştır. Tarla denemeleri, 2014-2015 ve 2015-2016 buğday yetiştirme sezonlarında Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme alanlarında (Doğankent lokasyonu) yürütülmüştür. Tarla denemelerinin yürütüldüğü toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de gösterilmiştir.

### *Tarla Denemeleri*

Denemeler tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Uygulama zamanları (çiçeklenme öncesi, çiçeklenme sonrası) ana parsellere, yapraktan uygulamalar alt parsellere (1,4×5=7 m<sup>2</sup>) yerleştirilmiştir. Ekim normu 450 tohum/m<sup>2</sup> olmuştur. Ekimde 7 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da fosfor ve toplamda 16 kg N/da azot düşecek şekilde (DAP ve Üre formlarında) gübre uygulanmıştır. Azot gübresi ekimde ve kardeşlenme döneminde uygulanmıştır.

Çizelge 1 2014-2015 ve 2015-2016 yetiştirme sezonundaki deneme alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri  
 Table 1 Soil physical and chemical characteristics of the experiment site for 2014-2015 and 2015-2016 growing seasons

Sezon	Tekstür	pH (1:2,5)	Tuzluluk (mmhos cm <sup>-1</sup> )	CaCO <sub>3</sub>	Org.Mad.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	SO <sub>4</sub>	Zn	Fe	Cu	Mn
				%	%	(kg da <sup>-1</sup> )	(mg kg <sup>-1</sup> )					
2014-15	CL	7,85	0,25	15,2	1,45	3,22	128	10,2	0,35	4,60	2,30	4,81
2015-16	CL	8,01	0,02	14,2	1,50	2,85	93	11,2	0,36	4,76	0,67	2,57

Çiçeklenme öncesinde, yapraktan uygulamalar bir kez sapa kalkma döneminde (Zadoks 34-36) ve bir kez bayrak yaprak kın döneminde (Zadoks 47-49) yapılmıştır. Çiçeklenme sonrasında yapraktan uygulamalar bir kez erken süt olum döneminde (Zadoks 73-74) ve bir kez erken hamur olum döneminde (Zadoks 83-84) uygulanmıştır (Zadoks ve ark., 1974). İlk denemede, yapraktan yapılan uygulamalar %0 (Kontrol); %0,5 Üre; %1 Üre; %0,5 ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O; %0,5 Üre+0,5% ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O; %1 Üre+%0,5 ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O; %0,5 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve %1 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> şeklinde; ikinci denemede, %0; %0,5 Üre+%0,5 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; %0,5 Üre+%1 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; %1 Üre +%0,5 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; %1 Üre+%1 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> şeklinde olmuştur. Kontrol parsellerine sadece su uygulanmıştır. 7 m<sup>2</sup>'lik parsellere 1000 ml çözelti homojen şekilde tüm parselleri ıslatacak şekilde uygulanmıştır. Denemeler, birinci yılda 29 Mayıs 2015, ikinci yılda 13 Haziran 2016 tarihinde hasat edilmiştir.

#### Protein Kalitesi

**SDS Sedimentasyon değeri:** SDS (sodyum dodesil sülfat) sedimentasyon değeri analizi Pena ve ark., (1990)'da belirtilen metoda göre yapılmıştır.

**Solvent tutma kapasitesi (STK) laktik asit testi (%):** AACC modifiye metod 56-10 ve 56-11' e göre yapılmıştır (Guzman ve ark., 2015).

#### GlutoPik Özellikleri Analizi (Gluten Kalitesi)

Brabender GlutoPik Cihazında yapılmıştır (Brabender GmbH ve Co KG, Duisburg, Germany). Melnyk ve ark., (2011) tarafından kullanılan yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Analizde 8,5 g kırma ve 9,5 g 0,5 M CaCl<sub>2</sub> kullanılmış; analiz 34°C sabit sıcaklık ve 1900 rpm sabit karıştırma hızında 3 dakikada tamamlanmıştır.

#### Hamur Reolojik Özellikleri (Farinograf)

AACC 54-21'e göre Brabender Farinograf cihazında yapılmıştır (Brabender GmbH ve Co KG, Duisburg, Germany) belirlenmiştir (Anon, 2000).

#### Toprak Analizi

Topraktaki elverişli çinko (Zn), demir (Fe), mangan (Mn) ve bakır (Cu) konsantrasyonları, Lindsay ve Norvel (1978)'e göre, elverişli P konsantrasyonu ise Olsen ve ark., (1954)'e göre belirlenmiştir. Toprak K konsantrasyonları, Carson (1980)'in amonyum asetat (pH: 7,1N) yöntemine göre ölçülmüştür. Toprak pH'ı Jackson (1959)'e göre tespit edilmiştir. Toprak organik madde içeriği, Walkey-Black yaş yakma yöntemiyle belirlenmiştir (Jackson, 1959). Toprak tekstürü Bouyoucus (1951)'e göre belirlenmiştir. Toprak kireç içeriği Allison ve Moodie (1965)'e göre ve toprak tuzluluğu, saturasyon çamuru hazırlanarak Wheatstone bridge yöntemine göre (U. S. Salinity Laboratory Staff, 1954) belirlenmiştir. Toprakta çözünür sülfat (SO<sub>4</sub>) analizleri için kurutulmuş ve elenmiş (<0,18 mm) 5 g toprak numunesi 250 ml Erlenmeyer

şişelerine yerleştirilmiş, 50 ml 0,1 M LiCl çözeltisi eklenerek 30 dakika boyunca çalkalanmıştır. Toprak süspansiyonu daha sonra filtre kağıtları ile süzülmesi ve elde edilen ekstrakta çözülebilir SO<sub>4</sub> miktarı ICP cihazının 182,037 nm dalga boyunda ölçülmüştür (Arkley, 1961).

#### İklim Koşulları

2014-2015 yetiştirme sezonunda toplam 688 mm, 2015-2016 yetiştirme sezonunda ise toplam 348 mm yağış alınmıştır. İlk yılın yağış miktarı, 549 mm'lik uzun dönem (1978-2016) ortalamasının yaklaşık %25 üzerinde, ikinci yılın yağış miktarı ise uzun dönem ortalamasının yaklaşık %38 altında gerçekleşmiştir. Detaylı iklim verileri, TAGEM/TSKAD/15/A13/P04/05 nolu projenin birinci bölümünün değerlendirildiği çalışmada (Barut, 2019) gösterilmiştir.

#### İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizlerde JUMP yazılımı kullanılmıştır. İki yönlü ANOVA'nın ardından, önemli bulunan faktör ortalamaları TUKEY testi ile karşılaştırılmıştır. Önem düzeyi P<0,05 (\*) ve P<0,01 (\*\*) olarak alınmıştır.

#### Bulgular ve Tartışma

TAGEM/TSKAD/15/A13/P04/05 nolu projenin birinci bölümünde, yapraktan üre, potasyum sülfat ve çinko sülfat uygulamalarının çiçeklenme öncesi ve sonrası dönemde buğdayın verimi, teknolojik kalitesi ve bazı besin elementleri (N, K, S, Zn ve Fe) üzerine etkileri değerlendirilmiştir (Barut, 2019). Burada sunulan söz konusu projenin ikinci bölümünde ise, aynı uygulamaların, ekmeleklik buğday çeşidinin protein kalitesi; GlutoPik parametreleri ve hamur reolojik özellikleri üzerine etkileri değerlendirilmiştir.

#### Uygulamaların SDS Sedimentasyon ve STK-Laktik asit Parametrelerine Etkileri

Protein kalitesinin tahmininde SDS sedimentasyon değeri gluten kalitesi hakkında genel bir değerlendirme yapma imkânı veren (Blackman ve Gill, 1980; Pena ve ark., 1990) ve STK-laktik asit (%) değeri ise doğrudan gluten gücü ile ilişkili bir testtir (Gainess, 2000). SDS sedimentasyon değeri ve STK-laktik asit değeri gibi protein kalitesi ile ilgili parametreler üzerine çevresel faktörlerden daha çok genotipik etkenler etkilidir (Souza ve ark., 1993; Blumenthal ve ark., 1995; Peterson ve ark., 1997; Li ve ark., 2013). Bu çalışmada, her iki denemede de üre, çinko sülfat ve potasyum sülfat uygulamalarının STK-laktik asit ve SDS sedimentasyon değerlerini olumlu etkilediği görülmüştür (Çizelge 2, 3, 4).

SDS Sedimentasyon değerleri incelendiğinde; birinci denemede yıl ve uygulama zamanları açısından istatistiksel olarak fark bulunmazken (Çizelge 2), uygulamalar, zaman ve yıl etkileşimleri istatistiksel olarak önemli

bulunmuştur (Çizelge 2, 3). Uygulamaların genel ortalaması incelendiğinde kontrole göre yaprakтан yapılan uygulamaların hepsinin (%0,5 Üre, %1 Üre, %0,5 ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, %0,5 Üre+%0,5 ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, %1 Üre+%0,5 ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, %0,5 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, %1 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) SDS sedimantasyon değerini arttırdığı görülmektedir (Çizelge 4). Yürütülen ikinci denemede, SDS sedimantasyon değerleri üzerine yıl×uygulama zamanı interaksyonu ve uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulama zamanları açısından istatistiki olarak bir fark bulunmamıştır (Çizelge 2). Denemede azot ve kükürtün birlikte uygulanmasının ekmeçlik kalitesini iyileştirdiği görülmektedir (Çizelge 3, 4). Uygulamaların genel ortalamaları incelendiğinde, kontrol uygulamasında en düşük (11,11 ml), %1 Üre+%0,5 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> uygulamasında ise en yüksek (12,62 ml) SDS sedimantasyon değerleri elde edilmiştir (Çizelge 4). Bu çalışmanın birinci bölümünün sunulduğu makalede de görüleceği gibi, toplam yağışların ikinci yıl birinci yıla göre daha düşük olmasıyla uyumlu olarak tane verimi değerleri de ikinci yıl birinci yıla göre daha düşük bulunmuştur (Barut, 2019). Her ne kadar ikinci yıl yağışların daha düşük olmasına ve SDS sedimantasyon değerlerinin yükselmesinin beklenmesine rağmen (Hernández-Espinosa ve ark., 2018) bitki gelişimi açısından yağışların sezon içindeki dağılımının uygun olmasından dolayı ikinci yıl SDS sedimantasyon değerleri çiçeklenme öncesi ve sonrası dönemde yapılan uygulamalarda yüksek çıkmamıştır. Ekmek hacmini tahmin etmekte tam sulama veya aşırı kuraklık veya sıcaklık stresinde SDS sedimantasyon gibi testlerin daha iyi sonuç verdiği belirtilmiştir (Li ve ark., 2015). SDS sedimantasyon değerleri incelendiğinde,

iklimsel farklılıklardan dolayı yıllar arasında istatistiki olarak fark bulunmuştur (Çizelge 2). Birinci yıl genel SDS sedimantasyon değeri (13,28 ml) ikinci yıldan (10,66 ml) yüksektir (Çizelge 3). İkinci yıl daha düşük yağış alınmasına rağmen özellikle olgunlaşmanın hemen öncesinde, mayıs döneminde gerçekleşen daha yüksek yağışların birinci denemeye göre kükürtün K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> olarak kullanıldığı ikinci denemede SDS sedimantasyon değerlerini daha fazla etkileyerek azalmasına neden olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, özellikle buğdayın yüksek ekmeçlik kalitesinde önemli olan N:S dengesinde (Randall ve ark., 1981; Zhao ve ark., 1995; Luo ve ark., 2000; Sahota, 2006) olgunlaşma dönemindeki yağışın önemli olduğunu göstermiştir. Ancak, ikinci denemede SDS sedimantasyon değerleri çiçeklenme öncesi dönemde 2,42 ml azalırken; çiçeklenme sonrasında 1,81 ml azalmıştır.

STK-laktik asit değeri (%) incelendiğinde; birinci ve ikinci denemede, yıl istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Yine birinci denemede; uygulamaların STK-laktik asit değeri (%) üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Birinci denemede; uygulama zamanı istatistiki olarak önemli bulunurken, ikinci denemede bulunmamıştır (Çizelge 2). Her iki denemede de çiçeklenme sonrası yapılan uygulamalar daha etkili olmuştur. Birinci denemede; çiçeklenme sonrası dönemde yaprakтан yapılan uygulamaların STK-laktik asit (%122,63) üzerine etkisi çiçeklenme öncesine döneme göre (%121,14) daha etkili olmuştur (Çizelge 3). İkinci denemede ise STK-laktik asit (%) değeri çiçeklenme öncesi %119,08 iken çiçeklenme sonrası %120,71 olarak ölçülmüştür (Çizelge 3).

Çizelge 2 İncelenen parametreler için varyans analizi

Table 2 Analysis of variance for investigated parameters

Kaynaklar	SD	C-SDS Sed. (ml)		STK-Laktik Asit (%)	
		Prob>F	LSD	Prob>F	LSD
Deneme 1					
Yıl (A)	1	0,2918	öd	0,0002**	1,29
Hata 1	6	0,7873		0,4531	
Uygulama Zamanı (B)	1	0,4589	öd	0,0306*	1,29
A × B	1	0,9657	öd	0,6813	öd
Hata 2	6	0,1195		0,8339	
Uygulamalar (C)	7	0,0002**	0,98	0,0002**	4,83
A × C	7	0,1177	öd	0,0996	öd
B × C	7	0,0214*	1,58	0,0002**	7,76
A × B × C	7	0,0068**	2,48	0,0335*	12,18
Genel	84				
C. Toplam	127				
Deneme 2					
Yıl (A)	1	<,0001**	0,45	0,0011**	1,71
Hata 1	6	0,1937		0,2940	
Uygulama Zamanı (B)	1	0,1313	öd	0,0585	öd
A × B	1	0,0046**	0,90	0,0272*	3,42
Hata 2	6	0,6435		0,7305	
Uygulamalar (C)	4	0,0012**	0,98	<,0001**	4,05
A × C	4	0,1968	öd	0,0582	öd
B × C	4	0,6955	öd	0,3474	öd
A × B × C	4	0,6658	öd	0,2130	öd
Genel	48				
C. Toplam	79				

\*: P<0,05; \*\*: P<0,01; öd: önemli değil

Çizelge 3 Çiçeklenme öncesi ve sonrası uygulanan farklı yaprak gübresi uygulamalarının, Altınbaşak ekmeklik buğday çeşidinin C-SDS Sedimentasyon ve STK-Laktik Asit değerlerine etkisi

Table 3 Effect of different foliar fertilizer treatments applied before and after flowering on C-SDS Sedimentasyon and STK-Laktik Asit of the bread wheat cultivar Altınbaşak

Zaman	Uygulama	C-SDS Sed. Kıрма (ml)			STK- Laktik Asit (%)			
		1.Yıl	2.Yıl	Ortalama	1.Yıl	2.Yıl	Ortalama	
Deneme 1								
ÇÖ	Kontrol	9,32 <sup>c</sup>	10,00 <sup>bc</sup>	9,66	119,57 <sup>bcd</sup>	110,08 <sup>d</sup>	114,83	
	%0,5 Üre	11,10 <sup>abc</sup>	10,88 <sup>abc</sup>	10,99	121,03 <sup>bcd</sup>	117,08 <sup>bcd</sup>	119,05	
	%1 Üre	10,18 <sup>bc</sup>	10,88 <sup>abc</sup>	10,53	121,58 <sup>a-d</sup>	118,73 <sup>bcd</sup>	120,15	
	%0,5ZnSO <sub>4</sub>	12,00 <sup>ab</sup>	10,17 <sup>bc</sup>	11,08	120,68 <sup>bcd</sup>	118,65 <sup>bcd</sup>	119,66	
	%0,5 Üre + %0,5 ZnSO <sub>4</sub>	11,68 <sup>abc</sup>	11,17 <sup>abc</sup>	11,42	128,60 <sup>ab</sup>	120,83 <sup>bcd</sup>	124,71	
	%1 Üre + %0,5 ZnSO <sub>4</sub>	11,34 <sup>abc</sup>	11,33 <sup>abc</sup>	11,34	127,48 <sup>abc</sup>	119,43 <sup>bcd</sup>	123,45	
	%0,5 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10,53 <sup>bc</sup>	10,50 <sup>bc</sup>	10,51	121,43 <sup>bcd</sup>	118,78 <sup>bcd</sup>	120,10	
	%1 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	11,88 <sup>ab</sup>	11,25 <sup>abc</sup>	11,56	127,20 <sup>abc</sup>	127,15 <sup>abc</sup>	127,18	
	Ortalama	11,00	10,77	10,88	123,44	118,84	121,14 <sup>b</sup>	
	Genel Ortalama	11,09	10,85	11,05	124,07 <sup>a</sup>	119,69 <sup>b</sup>	122,63 <sup>a</sup>	
CV (%)		8,16			3,61			
Deneme 2								
ÇÖ	Kontrol	13,13	9,63	11,38	114,48	112,83	113,65	
	%0,5 Üre + %0,5K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	13,68	11,33	12,50	117,42	117,53	117,47	
	%0,5 Üre + %1 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	14,45	10,13	12,29	117,1	122,4	119,75	
	%1 Üre + %0,5K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	14,29	10,67	12,48	117,18	126,43	121,80	
	%1 Üre + %1 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	13,68	10,33	12,00	124,18	121,38	122,73	
	Ortalama	13,84 <sup>a</sup>	10,42 <sup>c</sup>	12,13	118,05 <sup>b</sup>	120,11 <sup>b</sup>	119,08	
	ÇS	Kontrol	11,70	10,00	10,85	108,4	117,88	113,14
		%0,5 Üre + %0,5 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	12,96	11,25	12,10	119,23	124,48	121,85
		%0,5 Üre + %1 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	13,10	10,17	11,63	120,03	125,93	122,98
		%1 Üre + %0,5 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	13,21	12,33	12,77	119,48	126,93	123,20
%1 Üre + %1 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		12,59	10,76	11,68	121,13	123,63	122,38	
Ortalama		12,71 <sup>b</sup>	10,90 <sup>c</sup>	11,81	117,65 <sup>b</sup>	123,77 <sup>a</sup>	120,71	
Genel Ortalama	13,28 <sup>a</sup>	10,66 <sup>b</sup>	11,81	117,85 <sup>b</sup>	121,94 <sup>a</sup>	122,55 <sup>a</sup>		
CV (%)		8,18			3,37			

ÇÖ: Çiçeklenme Öncesi, ÇS: Çiçeklenme Sonrası

Çizelge 4 Farklı yaprak gübresi uygulamalarının ve kombinasyonlarının, Altınbaşak ekmeklik buğday çeşidinin ekmeklerinin C-SDS Sedimentasyon ve STK-Laktik Asit değerleri genel ortalaması üzerindeki etkileri

Table 4 Effects of different foliar fertilizer treatments and combinations on general mean of on C-SDS Sedimentasyon and STK-Laktik Asit values of the bread wheat cultivar Altınbaşak

Uygulama	Genel Ortalama	
	C-SDS Sedimentasyon (ml)	STK-Laktik Asit (%)
Deneme 1		
Kontrol	9,95 <sup>b</sup>	116,97 <sup>b</sup>
%0,5 Üre	10,81 <sup>ab</sup>	123,67 <sup>a</sup>
%1 Üre	10,64 <sup>ab</sup>	121,29 <sup>ab</sup>
%0,5ZnSO <sub>4</sub>	11,21 <sup>a</sup>	121,26 <sup>ab</sup>
%0,5 Üre + %0,5 ZnSO <sub>4</sub>	11,14 <sup>a</sup>	122,98 <sup>a</sup>
%1 Üre + %0,5 ZnSO <sub>4</sub>	11,33 <sup>a</sup>	123,88 <sup>a</sup>
%0,5 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	11,33 <sup>a</sup>	120,97 <sup>ab</sup>
%1 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	11,35 <sup>a</sup>	124,06 <sup>a</sup>
Deneme 2		
Kontrol	11,11 <sup>b</sup>	113,39 <sup>b</sup>
%0,5 Üre + %0,5 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	12,30 <sup>a</sup>	119,66 <sup>a</sup>
%0,5 Üre + %1 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	11,96 <sup>ab</sup>	121,36 <sup>a</sup>
%1 Üre + %0,5 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	12,62 <sup>a</sup>	122,50 <sup>a</sup>
%1 Üre + %1 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	11,84 <sup>ab</sup>	122,55 <sup>a</sup>

Uygulamaların genel ortalaması incelendiğinde; uygulamaların laktik asit değeri (%) üzerine önemli etki ettiği görülmüş, kontrol uygulaması diğer uygulamalardan ayrılmış ve düşük sonuç (%116,97) vermiştir (Çizelge 4). Uygulamalar gluten gücünü artırıcı yönde etki etmiştir. Yapıktan farklı gübre uygulamalarının hepsi kontrol konusuna göre daha yüksek laktik asit değeri vermiştir. Birinci denemede en yüksek laktik asit değeri 124,06 değeri ile %1 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> uygulamasından elde edilmiştir. %1 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> uygulamasında kontrol konusuna göre %6,06 oranında daha fazla laktik asit değeri saptanmıştır (Çizelge 4). %1 Üre+%0,5 ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, %0,5 Üre, %0,5 Üre+%0,5 ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, %1 Üre, %0,5 ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O ve %0,5 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> uygulamaları da kontrole göre laktik asit değeri (%) üzerinde artışlar sağlamıştır (Çizelge 4). İkinci denemede de uygulamalar STK-laktik asit değeri üzerine istatistiksel olarak önemli etki etmektedir. Genel uygulama ortalamaları incelendiğinde, kontrol uygulaması diğer uygulamalardan ayrılmış ve en düşük sonucu (%113,39) vermiştir. En yüksek STK-laktik asit değeri (%122,55) %1 Üre+%1 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> uygulamasından elde edilmiştir (kontrol konusuna göre %8,07 fark). STK-laktik asit (%) konusunda buğdaya yapıktan uygulanan farklı gübre konularının hepsi istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Diğer uygulama konuları kontrol konusuna göre belli oranlarda STK-laktik asit değeri üzerinde artışlar sağlamıştır (Çizelge 4).

SDS sedimentasyon değerleri gibi, STK-laktik asit değerleri de birinci denemede mayıs yağışlarından etkilenmiş ve bir miktar düşmüştür. Kükürtün K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> olarak kullanıldığı ikinci denemede STK-laktik asit değerlerinin düşmediği, değerlerin olumlu yönde

etkilendiği görülmüştür. STK-laktik asit değerlerinin SDS sedimentasyon değerlerine göre ekmek hacmini değerlendirmede daha iyi oldukları da belirtilmektedir (Xiao ve ark., 2006; Colombo ve ark., 2008). Jarvan ve ark., (2017) S uygulamasının gluten indeksi, hamur stabilite süresi ve farinografik kalite değeri üzerinde belirgin pozitif etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir.

#### Uygulamaların GlutoPik parametreler Üzerine Etkileri

Glutenin maksimum dirence ulaşmak için geçen zamanını gösteren PMT değerleri incelendiğinde; birinci denemede uygulama zamanı, uygulamalar ve interaksyonlarının bu değer üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 5). Birinci denemede; birinci yıl genel ortalama PMT değeri (122,70 s) ikinci yıldan (91,40 s) yüksektir (Çizelge 6). Yıllar arasındaki farklılığın iklimden kaynaklandığı bilinmektedir. Özellikle ikinci yıl mayıs ayında gelen yağışlar PMT değerlerinin azalmasına neden olmuştur. İkinci deneme sonuçları incelendiğinde; buğdayda yapıktan gübre uygulamalarının PMT üzerine olan etkilerine baktığımızda yıllar arasında istatistiksel olarak önemli farklar bulunmuştur (Çizelge 5). Birinci yıl genel ortalama PMT değeri (108,4 s) ikinci yıldan (86,4 s) yüksektir (Çizelge 6). Uygulama zamanlarının, PMT değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 5). Uygulama zamanlarının genel ortalaması incelendiğinde, PMT değeri çiçeklenme öncesi 97,9 s iken, çiçeklenme sonrası 96,9 s olarak ölçülmüştür (Çizelge 6). Uygulamaların bu değer üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 5, 6).

Çizelge 5 İncelenen parametreler için varyans analizi

Table 5 Analysis of variance for investigated parameters

Varyasyon kaynağı	SD	PMT (s)		BM (BE)		BEM (BE)		PM (BE)	
		Prob>F	LSD	Prob>F	LSD	Prob>F	LSD	Prob>F	LSD
Deneme 1									
Yıl (A)	1	0,0002**	9,54	<,0001**	1,12	0,0002**	2,34	0,0105*	1,41
Hata 1	6	0,9169		0,9967		0,9977		0,8104	
Uygulama Zamanı (B)	1	0,9626	öd	0,4449	öd	0,7683	öd	0,4017	öd
A × B	1	0,5234	öd	0,2986	öd	0,8406	öd	0,5583	öd
Hata 2	6	<,0001		0,3114		<,0001		0,0003	
Uygulamalar (C)	7	0,0662	öd	0,0996	öd	0,0068**	1,96	0,0321*	1,64
A × C	7	0,0925	öd	0,0963	öd	0,0603	öd	0,2713	öd
B × C	7	0,9209	öd	0,8152	öd	0,2551	öd	0,0301*	2,64
A × B × C	7	0,51	öd	0,0746	öd	0,5329	öd	0,0081**	4,14
Genel	84								
C. Toplam	127								
Deneme 2									
Yıl (A)	1	0,0006**	8,07	<,0001**	2,26	0,0399*	3,95	0,964	öd
Hata 1	6	0,9621		0,6046		0,9824		0,9706	
Uygulama Zamanı (B)	1	0,7814	öd	0,1384	öd	0,2141	öd	0,1458	öd
A × B	1	0,8092	öd	0,0539	öd	0,3507	öd	0,5257	öd
Hata 2	6	0,0035		0,0695		<,0001		0,0006	
Uygulamalar (C)	4	<,0001**	7,57	<,0001**	2,85	0,0321*	2,68	0,0147*	1,95
A × C	4	0,0976	öd	0,1229	öd	0,064	öd	0,0142*	3,23
B × C	4	0,5047	öd	0,1012	öd	0,0216*	4,44	0,0029**	3,23
A × B × C	4	0,0884	öd	0,0001**	7,53	0,4644	öd	0,0979	ns
Genel	48								
C. Toplam	79								

\*: P<0,05; \*\*: P<0,01; öd: önemli değil

Çizelge 6 Çiçeklenme öncesi ve sonrası uygulanan farklı yaprak gübresi uygulamalarının ekmeçlik Altınbaşak buğday çeşidinin PMT (s), BM (BE), BEM (BE) ve PM (BE) üzerindeki etkileri

Table 6 Effect of different foliar fertilizer treatments, applied before and after flowering, on PMT (s), BM (BE), BEM (BE) and PM (BE) of the bread wheat cultivar Altınbaşak

Z	Uygulama	PMT (s)			BM (BE)			BEM (BE)			PM (BE)		
		1.Yıl	2.Yıl	Ort.	1.Yıl	2.Yıl	Ort.	1.Yıl	2.Yıl	Ort.	1.Yıl	2.Yıl	Ort.
Deneme 1													
ÇÖ	Kontrol	115,6	88,3	102,0	33,8	24,7	29,2	39,9	44,2	42,1	34,2 <sup>bc</sup>	34,7 <sup>abc</sup>	34,5
	%0,5 Üre	120,2	86,3	103,2	31,8	28,4	30,1	38,9	48,7	43,8	33,0 <sup>c</sup>	37,8 <sup>ab</sup>	35,4
	%1 Üre	123,8	94,8	109,3	32,1	26,3	29,4	39,4	47,9	43,6	33,3 <sup>c</sup>	35,5 <sup>abc</sup>	34,5
	%0,5ZnSO <sub>4</sub>	128,4	93,7	111,0	32,6	28,6	30,4	38,3	44,5	41,4	33,3 <sup>c</sup>	33,2 <sup>c</sup>	34,2
	%0,5Üre+%0,5ZnSO <sub>4</sub>	121,3	88,5	104,9	33,6	25,9	29,8	38,9	47,4	43,1	33,4 <sup>c</sup>	35,0 <sup>abc</sup>	33,3
	%1Üre+%0,5ZnSO <sub>4</sub>	124,8	92,9	108,8	32,2	27,5	29,8	38,3	46,3	42,3	32,7 <sup>c</sup>	34,5 <sup>abc</sup>	33,6
	%0,5 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	118,1	100,0	109,1	34,4	26,3	30,4	40,5	46,8	43,7	34,4 <sup>bc</sup>	35,2 <sup>abc</sup>	34,8
	%1 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	118,1	96,6	107,4	32,8	29,8	31,3	39,3	46,8	43,0	32,7 <sup>c</sup>	35,2 <sup>abc</sup>	34,0
	Ortalama	121,3	92,6	107,0	32,9	27,2	30,0	39,2	46,6	42,9	33,4	35,2	34,3
ÇS	Kontrol	119,0	90,1	104,6	33,0	25,2	29,1	38,3	43,4	40,8	32,9 <sup>c</sup>	34,8 <sup>abc</sup>	33,9
	%0,5 Üre	116,7	87,5	102,1	33,3	23,9	28,6	40,9	47,4	44,1	35,8 <sup>abc</sup>	36,5 <sup>abc</sup>	36,2
	%1 Üre	127,7	88,9	108,3	33,8	27,0	30,4	38,9	47,5	43,2	33,4 <sup>c</sup>	36,3 <sup>abc</sup>	34,9
	%0,5ZnSO <sub>4</sub>	129,2	90,6	109,9	32,6	27,4	30,0	39,4	47,8	43,6	32,7 <sup>c</sup>	36,6 <sup>abc</sup>	34,7
	%0,5Üre+%0,5ZnSO <sub>4</sub>	132,5	85,8	109,1	31,4	26,9	29,1	38,8	47,8	43,3	33,1 <sup>c</sup>	35,9 <sup>abc</sup>	34,5
	%1Üre+%0,5ZnSO <sub>4</sub>	120,1	92,5	106,3	33,3	23,3	28,3	39,1	47,8	43,4	33,4 <sup>c</sup>	36,6 <sup>a</sup>	36,0
	%0,5 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	123,5	92,4	107,9	33,7	27,4	30,5	39,4	44,6	43,6	33,1 <sup>c</sup>	33,9 <sup>bc</sup>	33,5
	%1 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	124,2	93,7	109,0	33,5	29,3	31,4	39,4	46,3	43,4	34,2 <sup>bc</sup>	35,7 <sup>abc</sup>	34,9
	Ortalama	124,1	90,2	107,2	33,1	26,3	29,7	39,3	47,1	43,2	33,6	36,0	34,8
Genel Ortalama	122,7 <sup>a</sup>	91,4 <sup>b</sup>		32,9 <sup>a</sup>	26,7 <sup>b</sup>		39,2 <sup>b</sup>	46,8 <sup>a</sup>		33,5	35,6		
CV (%)		7,24			7,19			4,15			4,33		
Deneme 2													
ÇÖ	Kontrol	104,0	77,8	90,9	34,5 <sup>bcd</sup>	23,8 <sup>g</sup>	29,1	41,0	48,6	44,8 <sup>ab</sup>	35,6	36,8	36,2 <sup>bc</sup>
	%0,5Üre+%0,5K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	119,2	89,3	104,2	34,3 <sup>bcd</sup>	25,1 <sup>fg</sup>	29,7	42,1	49,2	45,7 <sup>ab</sup>	37,7	38,3	38,0 <sup>abc</sup>
	%0,5Üre+%1K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	111,3	87,3	99,3	32,5 <sup>c-f</sup>	30,5 <sup>c-g</sup>	31,5	40,5	46,5	43,5 <sup>b</sup>	34	35,6	34,8 <sup>c</sup>
	%1Üre+%0,5K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	101,6	87,6	94,6	35,2 <sup>bc</sup>	30,6 <sup>c-g</sup>	32,9	44,6	49,0	46,8 <sup>ab</sup>	36,9	39,5	38,2 <sup>ab</sup>
	%1Üre+%1K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	110,2	90,6	100,4	37,3 <sup>abc</sup>	32,8 <sup>cde</sup>	35,1	42,8	47,0	44,9 <sup>ab</sup>	37,8	35,3	36,5 <sup>abc</sup>
	Ortalama	109,2	86,5	97,9	34,8	28,6	31,7	42,2	48,1	45,1	36,4	37,1	36,7
ÇS	Kontrol	93,0	81,4	87,2	32,3 <sup>c-f</sup>	24,50 <sup>g</sup>	28,4	42,0	48,4	45,2 <sup>ab</sup>	36,1	37,6	36,9 <sup>abc</sup>
	%0,5Üre+%0,5K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	115,2	88,3	117,2	35,5 <sup>bcd</sup>	30,0 <sup>c-g</sup>	32,8	43,3	47,3	45,3 <sup>ab</sup>	37,3	36,3	36,8 <sup>abc</sup>
	%0,5Üre+%1K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	103,8	87,9	107,5	40,8 <sup>ab</sup>	29,5 <sup>d-g</sup>	35,2	49,0	48,0	48,5 <sup>a</sup>	41,5	37,2	39,3 <sup>ab</sup>
	%1Üre+%0,5K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	103,5	86,4	102,6	40,3 <sup>ab</sup>	30,3 <sup>c-g</sup>	35,3	46,8	50,6	48,7 <sup>a</sup>	38,7	40,8	39,7 <sup>a</sup>
	%1Üre+%1K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	121,9	88,0	116,0	43,8 <sup>a</sup>	25,4 <sup>efg</sup>	34,6	49,3	49,2	49,3 <sup>a</sup>	39,7	38,3	39,0 <sup>ab</sup>
Ortalama	107,5	86,4	96,9	38,6	27,9	33,2	46,1	48,7	47,4	38,6	38,0	38,3	
Genel Ortalama	108,4 <sup>a</sup>	86,4 <sup>b</sup>		36,7 <sup>a</sup>	28,2 <sup>b</sup>		44,1 <sup>b</sup>	48,4 <sup>a</sup>		37,5	37,6		
CV (%)		7,76			8,76			5,79			5,18		

Z: Uygulama zamanı, ÇÖ: Çiçeklenme Öncesi, ÇS: Çiçeklenme Sonrası, Ort.: Ortalama

Uygulamaların genel ortalamaları incelendiğinde; %0,5 Üre+%0,5 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, %1 Üre+%1 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve %0,5 Üre+%1 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> uygulamaları sırasıyla 102,96 s, 10,67 s ve 97,51 s en yüksek PMT (s) değerini verirken, kontrol en düşük sonucu vermiş ve %1 Üre+%0,5 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> uygulaması bu iki grubun arasında değer almıştır (Çizelge 7). %1 Üre+%0,5 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> uygulaması diğer konulara göre en düşük PMT değeri (94,78 s) vermiştir (Çizelge 7). Glutenin direncinin fazla olması (BEM değerinin yüksek olması) ve bu direncini devam eden karıştırma ve zamanla muhafaza etmesi istenir (PM değerinin yüksek olması). Eğer BEM ve PM arttırırken PMT değeri azalıyor ise bu da gluten kalitesinin artması ile glutenin çok daha kolay oluştuğu anlamına gelmektedir. Ayrıca ekmeçlik kalitesi yüksek unların BM değerinin de yüksek olması başlangıçta bile direnci iyi olduğu anlamına gelmektedir (Karaduman ve ark., 2015).

Gluten agregasyonunun tamamlanmasından 15 s önceki direnci ifade eden BM değerleri incelendiğinde; birinci denemede, birinci yıl genel ortalama BM değeri (32,98 s) ikinci yıldan (26,73 s) yüksektir (Çizelge 6). Yine

mayıs ayı yağışları benzer şekilde PMT değerlerini de azaltmıştır. Uygulama zamanı, uygulamalar ve interaksiyonlarının bu değere etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 5). İkinci denemede; BM değeri incelendiğinde, birinci yıl genel ortalama BM değeri (36,7 BE) ikinci yıldan (28,2 BE) yüksektir (Çizelge 6). Uygulama zamanı açısından istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ancak uygulamaların etkisi çiçeklenme sonrası daha yüksektir (Çizelge 6). Uygulama zamanlarının genel ortalamasına baktığımızda çiçeklenme öncesi BM değeri 31,7 BE iken, çiçeklenme sonrası bu değer 33,2 BE olarak ölçülmüştür (Çizelge 6). BM değeri üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 5). Uygulamaların bu değere önemli etki ettiği görülmüş, %1 Üre+%1 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, %1 Üre+%0,5 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve %0,5 Üre+%1 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> uygulamaları en yüksek sonucu vermişken (sırasıyla %20,95 %18,45 ve %15,81 ve oranlarında artış sağlamışlardır), kontrol konusu en düşük sonucu vermiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7 Farklı yaprak gübresi uygulamalarının ve kombinasyonlarının, ekmeleklik Altınbaşak buğday çeşidinin PMT, BM, BEM ve PM değerlerinin genel ortalaması üzerindeki etkileri  
 Table 7 Effects of different foliar fertilizer treatments and combinations on general mean of on PMT, BM, BEM and PM values of the bread wheat cultivar Altınbaşak

Uygulama	Genel Ortalama			
	PMT (s)	BM (BE)	BEM (BE)	PM (BE)
Deneme 1				
Kontrol	103,26	29,14	41,44 <sup>b</sup>	34,18 <sup>ab</sup>
%0,5 Üre	102,64	29,31	43,95 <sup>a</sup>	35,79 <sup>a</sup>
%1 Üre	108,80	29,91	43,41 <sup>a</sup>	34,68 <sup>ab</sup>
%0,5ZnSO <sub>4</sub>	110,48	30,19	42,47 <sup>ab</sup>	33,99 <sup>b</sup>
%0,5 Üre + %0,5 ZnSO <sub>4</sub>	107,00	29,44	43,19 <sup>ab</sup>	34,34 <sup>ab</sup>
%1 Üre +%0,5 ZnSO <sub>4</sub>	107,56	29,04	42,86 <sup>ab</sup>	34,81 <sup>ab</sup>
%0,5 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	108,49	30,44	43,61 <sup>a</sup>	34,16 <sup>ab</sup>
%1 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	108,16	31,37	43,20 <sup>ab</sup>	34,46 <sup>ab</sup>
Deneme 2				
Kontrol	89,03 <sup>c</sup>	28,78 <sup>c</sup>	45,00 <sup>b</sup>	36,54 <sup>b</sup>
%0,5 Üre + %0,5 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	102,96 <sup>a</sup>	31,24 <sup>bc</sup>	45,45 <sup>ab</sup>	37,39 <sup>ab</sup>
%0,5 Üre + %1 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	97,51 <sup>ab</sup>	33,33 <sup>ab</sup>	46,00 <sup>ab</sup>	37,08 <sup>ab</sup>
%1 Üre + %0,5 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	94,78 <sup>bc</sup>	34,09 <sup>a</sup>	47,75 <sup>a</sup>	38,95 <sup>a</sup>
%1 Üre + %1 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	102,67 <sup>a</sup>	34,81 <sup>a</sup>	47,00 <sup>ab</sup>	37,76 <sup>ab</sup>

Çizelge 8 İncelenen parametreler için varyans analizi  
 Table 8 Analysis of variance for investigated parameters

Varyasyon kaynağı	SD	Stabilite (dak)		Yumuşama Derecesi (BU)	
		Prob>F	LSD	Prob>F	LSD
Deneme 1					
Yıl (A)	1	<.0001**	0,19	0,2524	öd
Hata 1	6	0,0404		0,753	
Uygulama Zamanı (B)	1	0,31	öd	0,1727	öd
A × B	1	0,0414*	0,37	0,147	öd
Hata 2	6	0,7798		0,2739	
Uygulamalar (C)	7	<.0001**	0,65	<.0001**	7,32
A × C	7	<.0001**	1,04	<.0001**	11,76
B × C	7	0,1293	öd	0,0334*	11,76
A × B × C	7	0,0659	öd	0,0048**	18,44
Genel	84				
C. Toplam	127				
Deneme 2					
Yıl (A)	1	<.0001**	0,068	0,0086**	4,95
Hata 1	6	0,0752		0,8038	
Uygulama Zamanı (B)	1	0,0081**	0,068	1	öd
A × B	1	0,5502	öd	0,2302	öd
Hata 2	6	0,96		0,4377	
Uygulamalar (C)	4	0,0773	öd	<.0001**	9,07
A × C	4	0,0435*	0,42	0,0093**	15,01
B × C	4	0,0041**	0,42	0,0187*	15,01
A × B × C	4	0,0010**	0,67	0,0299*	23,99
Genel	48				
C. Toplam	79				

Glutenin maksimum direncini gösteren BEM değerleri incelendiğinde; birinci denemede, birinci yıl genel ortalama BEM değeri (39,20 BE) ikinci yıldan (46,83 BE) düşüktür (Çizelge 6). Uygulama zamanları açısından çiçeklenme öncesi (42,87 BE) ve çiçeklenme sonrası (43,16 BE) arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır (Çizelge 6). Yapraktan farklı gübre uygulamalarının genel ortalama değerleri incelendiğinde, uygulamaların BEM üzerine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 5, 7). En yüksek BEM değeri 43,95 ile %0,5 Üre uygulamasından elde edilmiştir. Yapraktan %0,5 Üre uygulamasından kontrol konusuna göre %6,05 oranında

daha fazla BEM değeri elde edilmiştir (Çizelge 7). Glutenin maksimum direncini gösteren BEM değeri üzerine K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'ın etkisi ZnSO<sub>4</sub>'a göre daha önemli bulunmuştur. Potasyum sülfatın kükürt içeriği çinko sülfata göre daha fazladır. İkinci denemede BEM değerleri bakımından yıllar arasında istatistiksel olarak önemli farklar bulunmuştur (Çizelge 5). Birinci yıl genel ortalama BEM değeri (44,1 BE) ikinci yıldan (48,4 BE) düşüktür (Çizelge 6). Uygulama zamanları açısından istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ancak genel uygulama zamanı ortalamasına baktığımızda BEM kriteri için çiçeklenme sonrası dönemin (47,4 BE) daha etkili olduğu



görülmektedir (Çizelge 6). Uygulamaların istatistiksel olarak BEM değeri üzerine etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5, 6). Uygulamaların genel ortalamalarını incelediğimizde, kontrole göre diğer uygulamaların BEM değeri üzerinde etkisinin önemli olduğu görülmektedir. En yüksek BEM değeri kontrole göre %6,11 farkla %1 Üre+%0,5 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübre uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 7). Diğer uygulama konularının da BEM değeri üzerine etkili olduğu görülmektedir (Çizelge 7). Ancak, gluten indeks değerinde olduğu gibi gluten kalitesi çok zayıfladığında GlutoPik cihazında çok sıkı bir gluten elde edilmekte ve bu durum ise yüksek değerlerin elde edilebilmesine yol açabilmektedir (Javier Pena ikili görüşme). PMT ve BM değerlerinin artışı ile birlikte BEM ve PM değerlerinin yüksek olması istenmektedir. Özellikle kükürtün potasyum sülfat olarak uygulandığı ikinci denemede gluten kalitesi daha iyileştiği için birinci denemeye göre daha az artış göstermiştir (birinci denemede ortalama 7,6 BE ve ikinci denemede ortalama 4,3 BE artış). Olgunlaşma döneminde gelen yağışlar ikinci denemede daha az etkili olmuştur. Yapılan araştırmalarda, yetersiz kükürtün, tahıl ürünlerinin, verim, kalite ve protein içeriği bakımından gerçek potansiyellerine ulaşmasına engel olabileceği ve uygulanan azotun randımanlı kullanılmasını engelleyebileceği belirtilmiştir (Sahoto, 2006).

PM değerleri incelendiğinde birinci denemede, yıllar arasında önemli farklar bulunmuştur (Çizelge 5). Birinci yıl genel ortalama PM değeri (33,50 BE) ikinci yıldan (35,60 BE) düşüktür (Çizelge 6). Uygulama zamanı açısından çiçeklenme öncesi ve çiçeklenme sonrası arasında fark bulunmamıştır (Çizelge 5). Uygulamaların genel ortalaması olarak incelendiğinde, yaprakattan gübre uygulamalarının PM üzerine etkilerine baktığımızda en yüksek değer (35,79 BE) %0,5 Üre uygulamasından elde edilirken, söz konusu değer kontrol konusuna göre %5,30 oranında daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 7). PM değeri üzerine %0,5 ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O (33,99 BE) uygulamasının etkisi kontrol konusuna göre (34,18 BE) daha düşük değerler vermiştir (Çizelge 7). Ancak %0,5 ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O'ın Üre ile beraber uygulanması PM değerini arttırmıştır. PM değeri üzerine K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'ın etkisi ZnSO<sub>4</sub>'a göre daha önemli bulunmuştur (Çizelge 7). İkinci denemede; PM değerine yıl ve uygulama zamanı konularının etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 5). Uygulama zamanı açısından istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ancak uygulamaların etkisi çiçeklenme sonrası daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 6). Uygulama zamanlarının genel ortalamasına baktığımızda çiçeklenme öncesi PM değeri 36,7 BE iken çiçeklenme sonrası bu değer 38,3 BE olarak ölçülmüştür (Çizelge 6). Uygulamaların bu parametre üzerinde istatistiksel olarak etkili olduğu görülmektedir (Çizelge 5, 6). Uygulamaların, genel ortalama PM değeri üzerine etkileri incelendiğinde, PM değerinin kontrol konusuna en düşük değeri (36,54 BE) alarak diğer uygulamalardan ayrıldığı görülmektedir (Çizelge 7). %1 Üre+%0,5 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> uygulaması, kontrol konusuna göre %6,60 farkla en yüksek PM (BE) değerini göstermiştir (Çizelge 7). Kükürtün ekmeklik kalite üzerinde önemli olduğu yapılan araştırmalar göstermektedir. 1995 ve 1996 yıllarında İngiltere'de sert ekmeklik buğdayla gerçekleştirilen 7 tarla denemesinin

4'ünde toprağa yapılan S uygulamasının ekmeğin hacminde artışa yol açtığı saptanmıştır (Zhao ve ark., 1999a). Wooding ve ark., (2000), daha düşük hamur karıştırma gereksinimi sağlamak için yeterli miktarda sülfür gübrelemesinin gerekli olduğunu bildirmiştir. BEM değeri glutenin direncini ifade eder. PM değeri de bu dirençteki azalmayı gösterir. İyi ekmeklik kalite için, glutenin direncinin fazla olması (BEM değerinin yüksek olması) ve bu direncini devam eden karıştırma ve zamanla muhafaza etmesi istenir (PM değerinin yüksek olması). Yapılan çalışmalarda ekmeklik unlarda BM, BEM ve PM değerlerinin yüksek olması gerektiği ortaya koyulmuştur (Karaduman ve ark., 2015).

#### *Uygulamaların Hamur Reolojik Özelliklerine Etkileri-Farinograf*

Hamurun su absorpsiyonu, yoğrulmaya karşı direnci, uzama yeteneği, uzamaya karşı direnci, gelişme süresi, stabilitesi gibi özellikleri reolojik özelliklerdir. Farinograf parametrelerinden özellikle stabilite değeri ve yumuşama derecesi gluten kalitesi ile ilgili parametrelerdir. Gluten kalitesinin iyileştirilmesine yönelik kükürt gibi uygulamalar özellikle bu 2 parametrenin dolayısıyla ekmeklik kalitenin iyileşmesini sağlamaktadır. Ekmeklik kalitesi yüksek hamurlar işleme sırasında belli bir süre viskoelastik özelliklerini muhafaza etmeli (stabilite); kısa süre içerisinde gluten ağları bozulmadan dayanıklılığını sürdürebilmelidir (yumuşama derecesi). Farinografta yumuşama derecesinin artışı zayıf gluten kalitesini göstermektedir. Ekmeklik unlarda hamur kalitesi bakımından stabilite değerinin yüksek ve yumuşama değerinin düşük olması istenmektedir (Aydoğan ve ark., 2012). Stabilite süresi çok kısa olursa hamurun işleme yeteneği o oranda azalmaktadır (Göçmen, 1991). Kükürt uygulamasının, hamur stabilite süresi ve yumuşama değerleri gibi farinografik kalite parametreleri üzerinde belirgin pozitif etkisinin olduğu bilinmektedir (Jarvan ve ark., 2017). Kükürt eksikliği, sisteinin sülfidril gruplarından oluşan sülfidril bağlarının ortaya çıkarması nedeniyle hamurun viskoelastik özelliklerini etkileyerek pişirme kalitesini düşürmüştür (Gyori, 2005). Azot ve kükürt gübreleri aynı zamanda uygulandığında istenilen N:S dengesi sağlanarak unun protein içeriği ve hamurun direnci, uzama bilirliliği artmaktadır (Tea ve ark., 2007).

Stabilite değerleri incelendiğinde, birinci denemede; yıllar arasında önemli farkların mevcut olduğu görülmektedir (Çizelge 8). Birinci yıl genel ortalama stabilite değeri (9,0 dk) ikinci yıldan (17,6 dk) düşüktür (Çizelge 9). İkinci yıl birinci yıla göre kurak geçmiştir. İkinci yıl, yaprakattan gübre uygulamalarının daha önemli olduğu belirlenmiştir. Son dönem yağışlarının stabilite değerleri üzerine etkisi olumsuz olmamıştır. Lakin elde edilen stabilite değerinin devam etmesi yani yumuşamanın daha düşük olması istenmektedir.

Uygulamaların genel ortalama değerlerinin stabilite üzerine etkilerine baktığımızda, en yüksek değer 14,12 dk ile %0,5 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> konusunda elde edilmiştir. %0,5 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> uygulamasında kontrol konusuna göre %9,54 oranında daha yüksek stabilite (dk) değeri bulunmuştur (Çizelge 10). %0,5 ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O uygulaması kontrole göre stabilite (dk) değerinde %5,2 oranında artış sağlamıştır (Çizelge 10). İkinci deneme sonuçlarına göre; stabilite üzerinde yıl ve uygulama zamanları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 8). Stabilite değerleri bakımından uygulamalar,

zaman ve yıl etkileşimleri önemli bulunmuştur (Çizelge 8). Birinci yıl genel ortalama stabilite değeri 16,35 dk iken ikinci yıl 17,58 dk olarak ölçülmüştür (Çizelge 9). İkinci yıl yaprakta gübre uygulamalarının etkisinin daha önemli olduğu belirlenmiştir. Genel uygulama zamanı ortalamasına baktığımızda, stabilite değeri (dk) için çiçeklenme sonrası dönemin (17,01 dk) çiçeklenme öncesine göre (16,91 dk) daha önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 9). Yapraklarda biriken fotoasimilantların, tane ve meyveye gönderilmesi, doğal yaşlanma sırasında generatif dönemde gerçekleşen fizyolojik bir olaydır. Doğal yaşlanma sırasında besin asimilasyonu yerini besin remobilizasyonuna bırakmakta ve artan miktarlarda besin (amino asitler, basit şekerler, mineral besin elementleri) taneye taşınmaktadır (Feller ve Fischer, 1994; Marschner, 1995).

Yumuşama derecesi incelendiğinde; birinci denemede, en düşük yumuşama derecesi 40,93 BU değeri ile %0,5

K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> konusundan elde edilirken, bunu 48,06 BU ile %0,5 Üre ve 49,93 BU ile 1% Üre + %0,5 ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O konusu takip etmiştir. En yüksek yumuşama derecesi ise 67,19 BU değeri ile kontrol konusunda saptanmıştır (Çizelge 10). Elde edilen sonuçlar beklenen etkiyi göstermiştir. Yumuşama derecesinde önemli düzeyde düşme sağlanmıştır (Çizelge 10). İkinci denemede yumuşama derecesi değerleri incelendiğinde; yıllar arasında istatistiksel olarak önemli farkların mevcut olduğu görülmektedir (Çizelge 8). Birinci yıl genel ortalama yumuşama derecesi değeri 42,65 BU iken, ikinci yıl bu değer 50,40 BU olarak ölçülmüştür (Çizelge 9). Uygulama zamanlarının genel ortalaması incelendiğinde; yumuşama derecesi (BU) çiçeklenme öncesi ve çiçeklenme sonrası 46,53 BU olarak ölçülmüştür (Çizelge 9). Uygulamaların yumuşama derecesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 8, 9).

Çizelge 9 Çiçeklenme öncesi ve sonrası uygulanan farklı yaprak gübresi uygulamalarının, ekmeklik Altınbaşak buğday çeşidinin stabilite ve yumuşama derecesine etkisi

Table 9 Effect of different foliar fertilizer treatments, applied before and after flowering, on stability and softening values of the bread wheat cultivar Altınbaşak

Zaman	Uygulama	Stabilite (dak)			Yumuşama Derecesi (BU)		
		1.Yıl	2.Yıl	Ortalama	1.Yıl	2.Yıl	Ortalama
Deneme 1							
ÇÖ	Kontrol	8,30	17,72	13,01	68,50 <sup>a</sup>	65,00 <sup>abc</sup>	66,75
	%0,5 Üre	8,43	17,68	13,05	59,00 <sup>a-f</sup>	43,00 <sup>f-1</sup>	51,00
	%1 Üre	8,52	17,7	13,11	64,00 <sup>a-d</sup>	55,25 <sup>a-f</sup>	59,63
	%0,5ZnSO <sub>4</sub>	8,95	17,75	13,35	49,25 <sup>b-1</sup>	53,00 <sup>a-h</sup>	51,13
	%0,5 Üre + %0,5 ZnSO <sub>4</sub>	9,13	17,33	13,22	45,00 <sup>e-1</sup>	52,75 <sup>a-h</sup>	48,88
	%1 Üre + %0,5 ZnSO <sub>4</sub>	9,30	17,65	13,47	52,00 <sup>a-1</sup>	35,75 <sup>gh1</sup>	43,88
	%0,5 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10,38	17,68	14,03	34,00 <sup>i</sup>	47,75 <sup>c-1</sup>	40,88
	%1 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7,90	17,58	12,74	63,25 <sup>a-e</sup>	51,25 <sup>a-1</sup>	57,25
Ortalama	8,86 <sup>b</sup>	17,63 <sup>a</sup>	13,24	54,38	50,47	52,42	
ÇS	Kontrol	8,00	17,55	12,78	67,25 <sup>ab</sup>	68,00 <sup>a</sup>	67,63
	%0,5 Üre	10,08	17,43	13,75	44,00 <sup>f-1</sup>	46,25 <sup>d-1</sup>	45,13
	%1 Üre	9,10	17,6	13,35	58,25 <sup>a-f</sup>	62,50 <sup>a-e</sup>	60,38
	%0,5ZnSO <sub>4</sub>	9,80	17,45	13,63	43,75 <sup>f-1</sup>	60,75 <sup>a-f</sup>	52,25
	%0,5 Üre + %0,5 ZnSO <sub>4</sub>	8,70	17,58	13,14	59,25 <sup>a-f</sup>	47,75 <sup>c-1</sup>	53,50
	%1 Üre + %0,5 ZnSO <sub>4</sub>	8,60	17,22	12,91	59,75 <sup>a-f</sup>	52,25 <sup>a-1</sup>	56,00
	%0,5 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10,70	17,73	14,21	35,25 <sup>hi</sup>	46,75 <sup>c-1</sup>	41,00
	%1 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	8,18	17,63	12,90	66,25 <sup>ab</sup>	53,75 <sup>a-g</sup>	60,00
Ortalama	9,14 <sup>b</sup>	17,52 <sup>a</sup>	13,33	54,22	54,75	54,48	
GenelOrtalama	9,00 <sup>b</sup>	17,58 <sup>a</sup>		54,3	52,61		
CV (%)		4,43			12,45		
Deneme 2							
ÇÖ	Kontrol	16,28 <sup>cde</sup>	17,55 <sup>a</sup>	16,91	49,75 <sup>a-e</sup>	68,25 <sup>ab</sup>	59,00
	%0,5 Üre + %0,5K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16,00 <sup>de</sup>	17,38 <sup>ab</sup>	16,69	56,50 <sup>a-d</sup>	65,25 <sup>abc</sup>	60,88
	%0,5 Üre + %1 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16,45 <sup>cde</sup>	17,53 <sup>a</sup>	16,99	23,00 <sup>f</sup>	50,25 <sup>a-e</sup>	36,63
	%1 Üre + %0,5K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	15,98 <sup>de</sup>	17,72 <sup>a</sup>	16,85	43,00 <sup>c-f</sup>	34,75 <sup>def</sup>	38,88
	%1 Üre + %1 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16,80 <sup>bc</sup>	17,43 <sup>ab</sup>	17,11	34,25 <sup>def</sup>	40,25 <sup>def</sup>	37,25
	Ortalama	16,30	17,52	16,91 <sup>b</sup>	41,30	51,75	46,53
ÇS	Kontrol	15,90 <sup>e</sup>	17,63 <sup>a</sup>	16,76	70,75 <sup>a</sup>	73,50 <sup>a</sup>	72,13
	%0,5 Üre + %0,5 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16,58 <sup>cd</sup>	17,60 <sup>a</sup>	17,09	56,50 <sup>a-d</sup>	46,25 <sup>b-f</sup>	51,38
	%0,5 Üre + %1 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16,48 <sup>cde</sup>	17,68 <sup>a</sup>	17,08	28,00 <sup>ef</sup>	43,50 <sup>c-f</sup>	35,75
	%1 Üre + %0,5 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16,70 <sup>c</sup>	17,70 <sup>a</sup>	17,20	33,00 <sup>def</sup>	47,25 <sup>c-f</sup>	38,38
	%1 Üre + %1 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16,30 <sup>cde</sup>	17,63 <sup>a</sup>	16,96	31,75 <sup>ef</sup>	38,25 <sup>def</sup>	35,00
	Ortalama	16,39	17,65	17,01 <sup>a</sup>	44,00	49,05	46,53
Genel Ortalama	16,35 <sup>b</sup>	17,58 <sup>a</sup>		42,65 <sup>b</sup>	50,40 <sup>a</sup>		
CV (%)		1,48			19,46		

ÇÖ: Çiçeklenme Öncesi, ÇS: Çiçeklenme Sonrası

Çizelge 10 Farklı yaprak gübresi uygulamalarının ve kombinasyonlarının, Altınbaşak ekmeklik buğday çeşidinin stabilite ve yumuşama derecesi genel ortalama değerleri üzerindeki etkileri  
 Table 10 Effects of different foliar fertilizer treatments and combinations on general mean of on stabilite and softening values of the bread wheat cultivar Altınbaşak

Uygulama	Genel Ortalama	
	Stabilite (dak)	Yumuşama Derecesi (BU)
<b>Deneme 1</b>		
Kontrol	12,89 <sup>bc</sup>	67,19 <sup>a</sup>
%0,5 Üre	13,40 <sup>bc</sup>	48,06 <sup>de</sup>
%1 Üre	13,23 <sup>bc</sup>	60,00 <sup>ab</sup>
%0,5ZnSO <sub>4</sub>	13,49 <sup>ab</sup>	51,69 <sup>cd</sup>
%0,5 Üre + %0,5 ZnSO <sub>4</sub>	13,18 <sup>bc</sup>	51,18 <sup>d</sup>
%1 Üre + %0,5 ZnSO <sub>4</sub>	13,19 <sup>bc</sup>	49,93 <sup>d</sup>
%0,5 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	14,12 <sup>a</sup>	40,93 <sup>e</sup>
%1 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	12,82 <sup>c</sup>	58,63 <sup>bc</sup>
<b>Deneme 2</b>		
Kontrol	16,84	65,56 <sup>a</sup>
%0,5 Üre + %0,5 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16,89	56,13 <sup>b</sup>
%0,5 Üre + %1 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	17,03	36,19 <sup>c</sup>
%1 Üre + %0,5 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	17,03	38,63 <sup>c</sup>
%1 Üre + %1 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	17,04	36,13 <sup>c</sup>

Uygulamalarının genel ortalamaları incelendiğinde, en yüksek yumuşama derecesinin 65,56 BU değeriyle kontrol konusunda olduğu saptanmıştır (Çizelge 10). %0,5 Üre+%0,5 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yaprakтан gübreleme konusu kontrole en yakın değeri göstermiştir. Diğer gübreleme konuları ise istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır (Çizelge 10). %1 Üre+%1 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; %0,5 Üre+%1 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; %1 Üre+%0,5 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yaprakтан gübreleme konuları kontrole göre sırasıyla %44,89, %44,79 ve %41,07 oranlarında yumuşama derecesinde düşme sağlamışlardır (Çizelge 10). Uygulamaların pozitif yönde etkisi görülmektedir (Çizelge 10). Her ne kadar birinci denemede ikinci yıl stabilite değerleri çok yükselse de olgunlaşma döneminin hemen öncesindeki daha yüksek yağışlar yumuşama değerinin aynı oranda azalmasına neden olmamış hatta değişmemiştir. İkinci deneme ise ikinci yıl stabilite değerleri çok değişirse de özellikle N:S dengesinin bozulmasına bağlı olarak olgunlaşmanın hemen öncesindeki yağışlar yumuşama değerlerini artırmıştır. Bu olumsuz artış çiçeklenme öncesinde 10,5 BE olur iken; çiçeklenme sonrasında yaklaşık yarısında kalmıştır. Erekl ve ark. (2012) tarafından yürütülen bir çalışmada, gluten indeksi ve sedimantasyon değeri S gübrelmesi ile yükseltilmiştir. Kükürt eksikliği hububat verimini düşürebilir, ancak ekmek yapma kalitesi üzerinde daha güçlü bir etkiye sahiptir (Shahsavani ve Gholami, 2008).

## Sonuç

Azot ve kükürt uygulaması, ekmek yapım sürecini etkileyen buğdayın depo proteinlerinin kalitesi ve niceliği üzerinde önemli etkiye sahiptir. Bu çalışmada, yaprakтан üre, potasyum sülfat ve çinko sülfat uygulamalarının, ekmeklik buğday çeşidinin protein kalitesi, GlutoPik parametreleri (PMT, BM, BEM ve PM) ve hamur reolojik özellikleri (farinograf stabilite, yumuşama derecesi) üzerine etkileri araştırılmıştır. Uygulamalar arasında birinci denemede; %0,5 Üre, %1 Üre+%0,5 ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O ve %0,5 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, ikinci denemede ise %1 Üre+%0,5 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> konuları tüm özellikler birlikte

değerlendirildiğinde öne çıkan uygulamalar olmuştur. Yapraktan yapılan gübre uygulamalarının kaliteyi olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Bunun yanında, özellikle son dönemde gelen yağışların özellikle genotipik olarak kalite bakımından stabil olmayan genotiplerde kalite parametrelerini N:S dengesini bozarak olumsuz yönde etkileyebildikleri dikkati çekmiştir.

## Teşekkür

Bu çalışma TC. Gıda Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından fonlanmıştır (Proje No: TAGEM/TSKAD/15/A13/P04/05).

## Kaynaklar

- Allison LE, Moodie CD. 1965. Carbonate. In: C.A. Black et al (ed.) Methods of Soil Analysis. Part 2. Agronomy 9:1379-1400. Am. Soc. of Agron. Inc. Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Anon. 2000. AACC Method 54-21. Approved Methods of Amer. can Association of Cereal Chemists.
- Arkley TH. 1961. Sulphur compound of soil systems.p. 1-126. Ph. D. Thesis. University of California. Berkley. USA.
- Aydoğan S, Akçacık G, Şahin A, Kaya M, Koç Y, Görgülü H, Ekici MN. 2012. Ekmeklik Buğday Unlarında Alveograf, Farinograf ve Miksografta Ölçülen Reolojik Özellikler Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 7 (1):74-82.
- Barut H, Karaduman Y, Eker S. 2015. Teknolojik Kalite ve Sağlık Açısından Buğdayda Kükürtün Önemi. 2. Uluslararası Tarım, Gıda ve Gastronomi Kongresi, Kongre Kitabı. S:197-1988-12 Nisan, 2015, Antalya, Belek.
- Barut H. 2019. Effects of Foliar Urea, Potassium And Zinc Sulphate Treatments Before and After Flowering On Grain Yield, Technological Quality And Nutrient Concentrations Of Wheat. Applied Ecology and Environmental Research. 17(2):4325-4342. DOI: [http://dx.doi.org/10.15666/aer/1702\\_43254342](http://dx.doi.org/10.15666/aer/1702_43254342).
- Blackman JA, Gill AA. 1980. A comparison of some small-scale tests for bread-making quality used in wheat breeding. Journal of Agricultural Science, 95, 29-34.
- Blumenthal C, Bekes F, Gras PW, Barlow EW, Wrigley CW. 1995. Identification of wheat genotypes tolerant to the effects of heat stress on grain quality. Cereal Chem. 72. 539-544.

- Bouyoucos GD. 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soil. *Agronomy Journal* 43:434-438.
- Bushuk W. 1982. Grains and Oilseeds. 3. Edition. Canadian International Grains Institute, Winnipeg, Manitoba.
- Carson, PL. 1980. Recommended potassium test. P. 20-21. In: Recommended chemical soil test procedures for the North Central Region. Rev. Ed. North Central. Regional Publication no. 221. North Dakota Agric. Exp. Stn. North Dakota State University, Fargo USA.
- Chandi GK, Seetharaman K. 2012. Optimization of gluten peak tester: A statistical approach. *Journal of Food Quality*. 35 (2012) 69-75.
- Colombo A, Perez GT, Ribotta PD, Leon AE. 2008. A comparative study of physicochemical tests for quality prediction of argentine wheat flours used as corrector flours and for cookie production. *Journal of Cereal Science*, 48, 775e780.
- Doğan İS. ve Uğur T. 2004. Van ve Çevresinde yetiştirilen bazı buğdayların bisküvilik kalitesi üzerine bir araştırmaya. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (Journal of Agricultural Science)*. 15: 139-148.
- Ereku O, Götz KP, Koca YO. 2012. Effect of sulphur and nitrogen fertilization on bread-making quality of wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties under Mediterranean climate conditions. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 85(1), 17.
- Feller U, Fischer A. 1994. Nitrogen metabolism in senescing leaves. *Crit. Rev. Plant Sci.* 13: 241-273.
- Flaete NES, Hollung K, Ruud L, Sogn T, Faergestad EM, Skarpeid HJ, Magnus EM, Uhlen AK. 2005. Combined nitrogen and sulphur fertilisation and its effect on wheat quality and protein composition measured by SE-FPLC and proteomics. *J. Cereal Sci.* 41: 357-369.
- Fu BX, Wang K, Dupuis B. 2017. Predicting water absorption of wheat flour using high shear-based GlutoPeak test. *Journal of Cereal Science* 76:116-121.
- Gaines, C.S. 2000. Collaborative study of methods for solvent retention capacity profiles (AACC Method 56-11). *Cereal Foods World*, 45:303-306.
- Godfrey D, Hawkesford MJ, Powers SJ, Millar S, Shewry PR. 2010. Effects of crop nutrition on wheat grain composition and end use quality. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(5), 3012-3021.
- Göçmen D. 1991. Marmara Bölgesinde Üretilen Bazı Buğday Çeşitlerinin Ekmeklik Kalitesi Üzerine Araştırmalar. *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.*
- Granvogl MH, Wieser P, Koehler S, Tucher V and Schieberle P. 2007. Influence Of Sulfur Fertilization On The Amounts Of Free Amino Acids In Wheat. Correlation with Baking Properties As Well As With 3-Aminopropionamide And Acrylamide Generation During Baking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55:4271-4277.
- Guttieri MJ, McLean R, Stark JC, Souza E. 2005. Managing irrigation and nitrogen fertility of hard spring wheats for optimum bread and noodle quality. *Crop Sci* 45:2049-2059.
- Guzman C, Posadas-Romano G, Hernandez-Espinosa A, Morales-Dorantes A, Pena RJ. 2015. A new standard water absorption criteria based on solvent retention capacity (SRC) to determine dough mixing properties, viscoelasticity, and bread-making quality. *Journal of Cereal Science*, 66, 59e65.
- Guzmán C, Peña RJ, Autrique E, Dreisigacker S, Crossa J, Rutkoski J, Poland J, Battenfield S. 2016a. Wheat quality improvement at CIMMYT and the use of genomic selection on it. *Appl. Transl. Genom.* 11,3-8.
- Guzman C, Xiao Y, Crossa J, Santoya H, Huerta J, Singh R, Dreisigacker S. 2016b. Source of the highly expressed wheat bread making (wbm) gene in CIMMYT spring wheat germplasm and its effect on processing and bread-making quality. *Euphytica* 209: 689-692.
- Györi Z. 2005. Sulphur content of winter wheat grain in long term field experiments. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 36. 1/3. 373-382.
- Hadnaev M, Hadnaev TD, Pojic M. 2016. GlutoPeak method assessment of its ability to discriminate among wheat flours of different quality. III International Congress, "Food Technology, Quality and Safety", 25-27 October 2016, Novi Sad, Serbia. Proceedings.
- Hagel I. 2005. Sulfur and baking-quality of bread making wheat. *Landbauforschung Völkensrode. Special Issue* 283. 23-36.
- Hernández-Espinosa N, Mondal S, Autrique E, Gonzalez-Santoyo H, Crossa J, Huerta-Espino J, Singh RP, Guzmán C. 2018. Milling, processing and end-use quality traits of CIMMYT spring bread wheat germplasm under drought and heat stress *Field Crops Research* 215: 104-112
- Honermeier B, Simioniuc F. 2004. Qualitätsmanagement von Backweizen. *GetreideMagazin* 9(4): 212-215.
- Jackson ML. 1959. Soil chemical analysis. Englewood Cliffs. New Jersey.
- Järvan M, Lukme L, Adamson A, Akk A. 2017. Responses of wheat yield, quality and bread-making properties on the sulphur fertilization. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 67(5): 444-452.
- Karaduman Y, Akın A, Türkölmez S, Tunca Zafer Ş. 2015. Ekmeklik Buğday Islah Programlarında Gluten Kalitesinin Değerlendirilmesi için GlutoPik Parametrelerinin Kullanılabilirliğinin Araştırılması. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 2015. 24 (1): 65-74
- Karaduman Y, Savaslı E. 2018. Some Practices Using GlutoPeak Tester: A High Shear Gluten Quality Evaluation Method. 13th Gluten Workshop. Poster Presentation. Book of Abstracts, p:115, Mexico City-Mexico
- Karaduman Y, Önder O, Sayaslan A, Aydın N. 2019. Utilization of GlutoPeak Tester on Whole-Wheat Flour for Gluten Quality Assessment, Quality Assurance and Safety of Crops & Foods, <https://doi.org/10.3920/QAS2018.1319>. Published Online: May 16, 2019
- Laszity R. 1996. The Chemistry of Cereal Proteins 2<sup>nd</sup> Ed. Crc Press Inc, Florida.
- Li Y, Wu Y, Hernández-Espinosa N, Peña RJ. 2013. The influence of drought and heat stress on the expression of end-use quality parameters of common wheat. *J. Cereal Sci.* 57. 73-78.
- Li YF, Wu Y, Hernandez-Espinosa N, Pena RJ. 2015. Comparing small-scale testing methods for predicting wheat gluten strength across environments. *Cereal Chemistry*, 92, 231-235.
- Lindsay WL, Norvell WA. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of America Journal* 42: 421-428.
- Lu Z, Seetharaman K. 2014. Suitability of Ontario grown hard and soft wheat flour blends for noodle-making. *Cereal Chemistry* 91: 482-488
- Luo C, Branlard G, Griffin WB, McNeil DL. 2000. The Effect of Nitrogen and Sulphur Fertilisation and their Interaction with Genotype on Wheat Glutenins and Quality Parameters. *Journal of Cereal Science* 31. Issue 2. March. 185-194.
- Marschner H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2<sup>nd</sup> Edn. Academic Press. London.
- Marschner H. 1997. Sulfur supply, plant growth, and plant composition. In: Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. Cambridge. 261-265.
- Marti A, Ulrici A, Foca G, Quaglia L, Pagani MA. 2015. Characterization of common wheat flours (*Triticum aestivum* L.) through multivariate analysis of conventional rheological parameters and gluten peak test indices. *Food Science and Technology* 64: 95-103.
- McGrath SP. 2003. Sulphur: A secondary nutrient? Not anymore! *New AG International*. March, 70-76.
- Melnky JP, Dreisoerner J, Bonomi F, Marcone MF, Seetharaman K. 2011. Effect of the Hofmeister series on gluten aggregation measured using a high shear-based technique. *Food Research International* 44:893-896.

- Moss HJ, Wrigley CW, MacRitchie F, Randall PJ. 1981. Sulfur and nitrogen fertilizer effects on wheat II. Influence on grain quality. *Australian J. Agric. Res.* 33: 213-226.
- Olsen SR, Cole CV, Watanabe FS, Dean LA. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circ. 939. U.S. Gov. Print Office. Washington D.C.
- Pena RJ, Amaya A, Rajaram S, Mujeeb-Kazi A. 1990. Variation in quality characteristics associated with some spring 1B/1R translocation wheats. *Journal of Cereal Science*, 12, 105-112.
- Peterson CJ, Graybosch RA, Shelton DR, Baenziger PS. 1997. Baking quality of hard winter wheat: Response of cultivars to environment in the Great Plains. In *Wheat: Prospects for Global Improvement* (pp. 223-228). Springer, Dordrecht.
- Podlesna A, Cacak-Pietrzak G. 2008. Effects of Fertilization with Sulfur on Quality of Winter Wheat. In Khan. AN. Singh. S. & Umar. S. (eds.): *Sulfur Assimilation and Abiotic Stress in Plants*. Springer Berlin Heidelberg. 355-365.
- Pylar EJ, Gorton LA. 1988. Baking science and technology, vol. II. Kansas: Sosland Publishing Company. response of cultivars to environment in the Great Plains. *Euphytica* 100: 157-162.
- Randall PJ, Spencer K, Freney JR. 1981. Sulphur and Nitrogen fertiliser effect on wheat. I. Concentrations of sulphur and the nitrogen to sulphur ratio in grain. in relation to the yield response. *Australian Journal of Agricultural Research* 32: 203-212.
- Ryant P, Hřivna L. 2004. The effect of sulphur fertilisation on yield and technological parameters of wheat grain. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sec. E.* 59. 4. 1669-1678.
- Sahota TS. 2006. Importance of Sulphur in Crop Production. *Northwest Link*. September. 10- 12.
- Schnug E, Haneklaus S, Murphy S. 1993. Impact of sulphur supply on the baking quality of wheat. *Aspects Appl. Biol.* 36: 337-345.
- Shahsavani, S, Gholami, A. 2008. Effect of sulphurfertilization on breadmakingquality of threewinterwheatvarieties. *Pakistan journal of biologicalsciences: PJBS*, 11(17): 2134-2138.
- Shewry PR, Hey S. 2015. The Contribution of Wheat Human Diet and Health. *Food and energy Security* 2015 4(3): 178-202. <https://doi.org/10.1002/fes3.64>.
- Singh BR. 2003. Sulfur and Crop Quality — Agronomical Strategies for Crop Improvement. Abstracts of COST Action 829 Meetings. Braunschweig. Germany (May 15-18. 2003). 35-36.
- Souza E, Tyler JM, Kephart KD, Kruk M. 1993. Genetic improvement in milling and baking quality of hard red spring wheat cultivars. *Cereal Chem.* 70: 280-285.
- Tea I, Genter T, Naulet NV, Boyer M, Lummerzheim D. 2004. Effect of Floiar Sulfur and Nitrojen Fertilization on Wheat Storage Protein Composition and Dough Mixing Properties. Volume 81. number 6. pages 759-766. <http://dx.doi.org/10.1094/CCHEM.2004.81.6.759>
- Tea I, Genter T, Naulet, N, Lummerzheim M, Kleiber D. 2007. Interaction between nitrogen and sulfur by foliar application and its effects on flour bread-making quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87: 2853-2859.
- US Salinity Laboratory Staff. 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils* (Ed L. A. Richards). USDA Agriculture Handbook B. No: 60. U. S. Gov. Printing Office. Washington. 160 P.
- Wooding AR, Kavale S, MacRitchieF, Stoddard FL, Wallace A. 2000. Effects of nitrogenandsulfurfertilizer on protein composition, mixingrequirements, anddoughstrength of fourwheatcultivars. *CerealChemistry*, 77(6): 798-807.
- Wuest SB, Cassman KG. 1992. Fertilizer-Nitrogen Use Efficiency Of Irrigated Wheat. I. Uptake Efficiency Of Preplant Vs. Late-Season Application. *Argon. J.* 84: 682-688.
- Xiao ZS, Park SH, Chung K, Caley MS, Seib PA. 2006. Solvent retention capacity values in relation to hard winter wheat and flour properties and straight-dough breadmaking quality. *Cereal Chemistry*, 83: 465-471.
- Zadoks JC, Chang TT, Konzak DF. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* 14: 415-421.
- Zhao FJ, McGrath SP, Crosland AR, Salmon SE. 1995. Changes in sulphur status of British wheat grain in the last decade. and its geographical distribution. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 68. Issue 4. 507-514.
- Zhao FJ, Salmon SE, Withers PJA, Evans EJ, McGrath SP. 1999a. Responses of breadmaking quality to sulphur in three wheat varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 79. 1865-1874.
- Zhao FJ, Salmon SE, Withers PJA, Monaghan JM, Evans EJ, Shewry PR, McGrath SP. 1999b. Variation in the bread making quality and mineralogical properties of wheat in relation to sulfur nutrition under field conditions. *Journal of Cereal Science* 30(1): 19-31.
- Zörb C, Grover C, Steinfurth D, Mühling KH. 2010. Quantitativeproteomeanalysis of wheatgluten as influencedby N and S nutrition. *Plantandsoil*, 327 (1-2): 225-234.