

Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinde Ekmek Hacmi ve Bazı Kalite Parametreleri Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi

*Asuman KAPLAN EVLİCE Aliye PEHLİVAN Seda KÜLEN Alaettin KEÇELİ
Turgay ŞANAL Kazım KARACA Ayten SALANTUR

Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author; e-mail): asuman.kaplanevlice@tarim.gov.tr

Öz

Bu çalışmada; 2010-2011 ürün yılında 6 lokasyonda yetiştirilen 9 denemeden elde edilen ekmeklik buğday genotipinde, ekmek hacmi ile bazı kalite parametreleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Araştırmada; hektolitreye ve bin tane ağırlığı, tane sertliği, un verimi, Zeleny ve beklemeli Zeleny sedimentasyon değerleri, protein oranı, alveograf (W, P, L, G), farinograf (stabilite, yumuşama derecesi, su absorpsiyonu) ve glutograf parametreleri, yaş gluten, kuru gluten, gluten indeks, düşme sayısı, ekmek hacmi ve ağırlığı değerleri belirlenmiş, ekmek hacmi ile diğer parametreler arasındaki korelasyonlar incelenmiştir. Çalışma sonucunda ekmek hacmi ile yaş ve kuru gluten miktarı, Zeleny ve beklemeli Zeleny sedimentasyon değeri, tane protein oranı, ekmek ağırlığı ve alveograf parametreleri (W, G, L) ile pozitif korelasyon ($p < 0.01$) değerleri elde edilirken, hektolitreye ağırlığı, bin tane ağırlığı ve un verimi ile negatif ($p < 0.01$) korelasyon değerleri belirlenmiştir. Ayrıca, ekmek hacmi ile önemli korelasyon katsayısına sahip kalite parametreleri ve ekmek hacmi arasındaki regresyon da incelenmiş ve en yüksek belirtme katsayısına (R^2) sahip regresyon eşitlikleri kuru ve yaş gluten parametrelerinden elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ekmeklik buğday, kalite parametreleri

Investigation of Relationships Between Bread Volume and Some Quality Parameters in Common Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes

Abstract

In this study, the relationship between bread volume and some quality parameters of bread wheat genotypes belonging to 9 trials grown in 6 locations in 2010-2011 growing season were investigated. In the study, hardness, test and thousand kernel weights, flour yield, Zeleny and modified Zeleny sedimentation, protein content, alveograph (W, P, L, G) and farinograph (stability, softening degree, water absorption) parameters, wet and dry glutens, gluten index, falling number, bread volume and weight values were determined and correlations between bread volume and other parameters were investigated. According to results, positive ($p < 0.01$) correlations between bread volume and Zeleny sedimentation, modified Zeleny sedimentation, grain protein content, alveograph parameters (W, L, G), wet gluten, dry gluten, bread weight were determined while there were negative ($p < 0.01$) correlations between bread volume and test weight, thousand kernel weight, flour yield. Beside, regressions relationships were examined between bread volume and parameters having significant correlations with bread volume. Regression equations having the highest coefficients of determination (R^2) were obtained from dry and wet gluten parameters.

Keywords: Bread wheat, quality parameters

Giriş

Kişisi başına yılda ortalama 200-300 kilo ekmek tüketiminin gerçekleştiği ülkemizde; insanların gündelik hayatlarında tükettikleri enerjinin %66'sı tahıllardan, bu oranın %56'lık kısmı ise yalnız ekmekten karşılanmaktadır (Keçeli 2013). Beslenmemizde bu kadar önemli bir yere sahip olan buğdayın ekmeklik kalitesi; araştırmacıların, üreticilerin, sanayicilerin

ve son olarak da tüketicilerin yakın ilgi ve takibi altındadır.

Buğdayın kalite değerleri fiziksel, kimyasal ve reolojik analizlerle saptanmaktadır. Bu analiz yöntemleri, analizin hızı, maliyeti ve güvenilirliği bakımından farklı özellikler taşımaktadır. Analiz yapılan örnek sayısının çok fazla olduğu

durumlarda hızlı, ucuz ve ürün kalitesinin tahmin edebildiği basit yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca analiz sonucunun, genotipin kalıtsal potansiyelini ortaya koyması ve elde edilen son ürün kalitesinin tahmininde de güvenilir olması dikkate alınmalıdır. Çeşit ıslahında, kalite yönünden yapılan seleksiyonlara erken generasyonda başlanmakta, örnek sayısının fazla ve miktarının az olduğu bu kademelerde söz konusu analiz yöntemleri kullanılmaktadır (Menderis ve ark. 2008). Islahın ileri aşamasında eldeki materyalin sayısı azalırken, miktarı da artmaktadır. Aynı zamanda ekmeklik kalitesinin belirlenmesinde kullanılan testler de daha kapsamlı olmakta ve çeşidin kalitesi hakkında daha fazla bilgi edinilmektedir. Ekmeklik buğday ıslahında genotiplerin ekmeklik kalitelerinin belirlenmesinde kullanılan testlerin sonucusu, ekmek yapma testidir (Ozan ve ark. 1999). Bu çalışmada, ekmek hacmi ile diğer kalite parametreleri arasındaki korelasyon ve regresyon ilişkileri incelenerek, erken kademe ekmeklik buğday ıslahında kullanılacak kalite analizleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmanın materyalini; 2010-2011 üretim yılında, 6 farklı lokasyonda (Ankara, Konya, Amasya, Kırşehir, Erzurum, Edirne) yetiştirilen, 9 adet denemeye ait 199 adet (101 hat ve 98 standart çeşit) ekmeklik buğday genotipi oluşturmaktadır.

Mekanik olarak temizlenen (Quator, Tripette & Renaud, Fransa) buğday örneklerinde; hektolitreye (Vasiljevic ve Banasik, 1980) ve bin tane (Köksel ve ark. 2000) ağırlıkları belirlendikten sonra, tane sertliği, rutubet ve protein oranı, NIT (Near Infrared Transmission, Foss Infratec 1241 Grain Analyzer, İsveç) cihazı ile saptanmıştır. Chopin CD1 un değirmeninden (Tripette & Renaud, Fransa) elde edilen un örneklerinde; Zeleny sedimentasyon değeri ICC standart no:116/1 (Anonim 2008)'e göre, beklemeli Zeleny sedimentasyon değeri ise Atlı ve ark. (1988a)'na göre belirlenmiştir. Düşme sayısı tayini ise, AACC metot no:56-81B (Anonim 2002)'ye göre yapılmıştır. Alveograf özellikleri (P, L, G ve W) Chopin alveograf cihazı kullanılarak AACC metot no:54-50 (Anonim, 2000)'ye göre, farinograf özellikleri ise AACC metot no:54-21 (Anonim 2000)'e göre belirlenmiştir. Yaş gluten miktarı ve gluten indeks değeri AACC metot no:38-12A (Anonim 2000)'ya göre, kuru gluten miktarı ise Özkaya ve Özkaya (2005a)'ya göre belirlenmiştir. Un

örneklerinden yaş gluten elde edildikten sonra, gluten "stretch" ve "relaxation" değerleri Brabender Glutograf-E (Duisburg, Almanya) cihazı ile saptanmıştır (Anonim 2005). AACC metot no:10-10B (Anonim 2000)'ye göre üretilen ekmeklerin ağırlıkları, fırından çıkarıldıktan 2 saat sonra tartılarak belirlenmiştir. Ekmek hacimleri ise, ekmek hacim ölçüm cihazı (National M.F.G. Co. Lincoln, Nebraska) ile kolza tohumu yer değiştirme prensibine AACC metot no:10-05 (Anonim 2000)'e göre tespit edilmiştir. Sonuçların değerlendirilmesinde JMP 7.0 istatistik paket programı kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmada yer alan hat ve çeşit sonuçları ayrı ayrı değerlendirilmiş olup, bunlara ait ortalama, standart sapma, en düşük ve yüksek değerler Çizelge 1'de, ekmek hacmi ile diğer kalite parametreleri arasındaki korelasyon değerleri ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Fiziksel kalite analizlerden olan bin tane ağırlığı, buğdayın bin tanesinin gram cinsinden ağırlığı olup, çeşit, iklim ve toprak koşullarından etkilenmektedir (Ünal 2002). Bu çalışmada ortalama bin tane ağırlığı hatlarda 34.8 g, çeşitlerde 35.4 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Bin tane ağırlığı ve ekmek hacmi arasında ise negatif ($r = -0.403^{**}$) bir ilişki tespit edilmiştir (Çizelge 2). Benzer sonuçlar Najafian (2012) ve Şahin ve ark. (2013) tarafından da elde edilmiş, ekmek hacmi ile bin tane ağırlığı arasındaki negatif ilişki, bin tane ağırlığının azalması ile protein oranının artmasına bağlanmıştır.

Hektolitreye ağırlığı buğday standartlarında ve ticari açıdan sınıflandırmada kullanılan bir kriterdir. Hektolitreye ağırlığına tanenin dolgunluğu, yoğunluğu, şekli, büyüklüğü ve homojenliği ile içerdiği yabancı madde miktarı etki etmektedir (Ünal 2002). Yapılan çalışmalarda, ortalama 78 kg/hl olan hektolitreye ağırlığının (Ünal 2002), 70-84 kg/hl arasında değiştiği tespit edilmiştir (Özkaya ve Özkaya 2005b). Bu çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiş, ortalama hektolitreye değerleri hatlarda 78.7 kg/hl, çeşitlerde ise 78.3 kg/hl olarak bulunmuştur (Çizelge 1). Hektolitreye ağırlığı ve ekmek hacmi arasında da negatif ($r = -0.348^{**}$) bir ilişki tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Tane sertliği genetik yapıya bağlı olup, endospermdeki proteinler ve nişasta arasındaki bağlantının bir sonucu ortaya çıktığına inanılmaktadır (Özkaya ve Özkaya 2005b).

Çizelge 1. Hat ve çeşitlere ait ortalama, standart sapma, en düşük ve yüksek kalite değerleri

Table 1. Average, standart deviation, minimum and maximum values of quality parameters belong to lines and varieties

Analiz Adı / Değer	Ortalama		Standart Sapma		En Düşük		En Yüksek	
	Hat	Çeşit	Hat	Çeşit	Hat	Çeşit	Hat	Çeşit
Bin Tane Ağırlığı (g)	34.8	35.4	4.7	5.2	22.5	21.6	43.1	49.2
Hektolitre Ağırlığı (kg/hl)	78.7	78.3	2.8	3.4	67.8	62.4	82.2	82.4
Sertlik (%)	50.4	52.2	19.7	19.6	8.5	6.5	87.4	85.5
Un Verimi (%)	67.4	67.8	2.4	3.7	61.2	53.0	74.1	75.9
Düşme Sayısı (s)	356	356	28	33	303	271	400	400
Tane Protein Oranı (%)	14.1	14.0	2.2	2.2	9.6	9.7	18.8	18.2
Zeleny Sedimentasyon (ml)	39.3	38.7	12.5	13.4	19.0	15.0	70.0	72.0
Beklemeli Zeleny Sed. (ml)	49.2	47.3	12.6	14.3	23.0	26.0	74.0	73.0
Alveograf W (10 ⁻⁴ joule)	200.3	192.5	76.2	77.0	65.0	58.0	406.0	412.0
Alveograf L (cm)	5.2	5.6	2.5	2.9	1.2	1.3	13.4	15.4
Alveograf P (cm)	11.5	10.7	3.6	3.2	3.5	3.8	20.0	16.7
Alveograf G (cm)	15.7	16.1	4.0	4.1	7.7	8.0	31.3	27.6
Farinograf Absorpsiyon (%)	63.7	63.2	3.9	4.0	48.5	53.4	73.4	74.0
Farinograf Yum. Değ. (BU)	75.8	88.4	59.7	72.4	0.0	0.0	280.0	260.0
Farinograf Stabilité (d)	9.2	9.0	5.0	5.0	1.0	1.5	19.0	20.0
Yaş Gluten (%)	30.7	33.5	7.2	7.7	16.1	14.8	44.6	47.5
Kuru Gluten (%)	10.4	11.4	2.5	2.7	5.3	4.9	15.3	16.2
Gluten İndeks (%)	86.4	79.8	15.9	16.1	45.9	49.6	100.0	100.0
Glutograf Stretch (s)	91.5	80.0	40.3	44.4	10.5	9.0	125.0	125.0
Glutograf Relaxation (BU)	524.3	557.7	150.2	117.7	198.0	209.0	715.0	683.0
Ekmek Ağırlığı (g)	141.6	141.4	3.6	4.0	130.9	129.4	153.9	153.1
Ekmek Hacmi (ml)	440.9	445.7	61.0	70.3	345.0	275.0	585.0	565.0

Sertlik değeri tek tane karakterizasyon sistemine (Single Kernel Characterization System, SKCS) göre kalibrasyonu olan NIT cihazından elde edilmiştir. Düşük değerler tanenin yumuşak, yüksek değerler ise tanenin sert olduğunu ifade etmektedir. Çalışmada yer hat ve çeşitlerin ortalama sertlik değerleri, sırasıyla %50.4 ve %52.2 olarak saptanmış ve %6.5-87.4 arasında değişerek büyük bir varyasyon göstermiştir (Çizelge 1).

Bu çalışmada hat ve çeşitlere ait ortalama un verimi benzer sonuçlar vermiş, sırasıyla %67.4 ve %67.8 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). Un verimi ve ekmek hacmi arasında ise negatif ($r=-0.194^{**}$) bir ilişki belirlenmiştir (Çizelge 2). Yoğurma sırasında ağ gibi bir yapı oluşturan gluten, fermentasyon esnasında mayalar tarafından üretilen karbondioksit gazının tutulmasını ve yüksek hacimli bir ekmek oluşmasını sağlar. Un veriminin artmasıyla, una karışan kepek oranı da artmaktadır. Gluten miktar ve kalitesine bağlı olarak, undaki kepek oranının artması ile gluten tarafından tutulan karbondioksit gazının miktarı azalabilmekte ve ekmek hacmi düşmektedir.

TS 2974 buğday standardında düşme sayısının 1. sınıf ekmeklik ve makarnalık buğdaylarda en az 250 s, diğer sınıflarda ise 220 s olması gerekmektedir. Bu çalışmada yer alan genotiplerde düşme sayısı 271-400 s arasında değişim göstermiştir (Çizelge 1).

Buğdayların protein miktarları kısmen tür ve çeşide fakat daha çok da yetiştiği yerin toprak ve çevre faktörlerine bağlı olarak %6-20 arasında değişim gösterir (Özkaya ve Özkaya 2005b). Çalışmada yer alan genotiplerin protein oranı %9.6-18.8 arasında değişmiş, hat ve çeşitlere ait veriler benzerlik göstermiştir (Çizelge 1). Protein oranı ile ekmek hacmi arasında ise pozitif ($r=0.377^{**}$) bir ilişki belirlenmiştir (Çizelge 2). Yapılan bazı çalışmalarda da protein oranı ile ekmek hacmi arasında pozitif önemli korelasyon değerleri tespit edilmiştir (Hruskova et al. 2006; Şahin ve ark. 2013).

Buğdaylarda protein miktar ve kalitesini değerlendirmek amacıyla bazı testler geliştirilmiş ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu testlerden Zeleny sedimentasyon, buğdayların gluten miktarı ve kalitesi hakkında bilgi veren pratik bir yöntemdir. Çalışmada yer alan genotiplerin Zeleny sedimentasyon değerleri 15-72 ml arasında değişim göstermiş, hatların ortalaması 39.3 ml, çeşitlerin ortalaması ise 38.7 ml olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Zeleny sedimentasyon değeri ve ekmek hacmi arasında pozitif ($r=0.321^{**}$) bir ilişki saptanmış (Çizelge 2), benzer sonuçlar başka çalışmalarda da elde edilmiştir (Atlı 1987; Arzani 2002; Şahin ve ark. 2013, Ghadami et al. 2014). Zeleny sedimentasyon değerinin yüksek bulunması kalitenin yüksek olduğunu

gösterir ve böyle unlardan yapılan ekmeklerin hacimleri de yüksek olur (Elgün ve ark. 2001). Ayrıca Atlı (1987), bu ilişkiyi iyi kaliteli çeşitlerde daha yüksek, düşük kaliteli çeşitlerde ise daha az bulmuştur.

Süne (*Eurygaster* spp.) ve kımılın (*Aelia* spp.) buğday tanesine bıraktıkları proteolitik enzimler, uygun koşullarda (sıcaklık, nem ve süre) gluten proteinlerinin parçalanmasına neden olur. Emgi zararını belirlemek için ekmeklik buğdayda Zeleny sedimentasyon testi modifiye edilerek kullanılmaktadır. Proteolitik enzim aktivitesi sonucunda, gluten parçalanır ve bunların beklemeli Zeleny sedimentasyon değeri, Zeleny sedimentasyon değerinden düşük çıkar. Aradaki fark arttıkça süne-kımıl emgi zararının da arttığı anlaşılır (Atlı ve ark. 1988b; Köksel ve ark. 2000). Bu çalışmada emgi zararı görülmemiş olup, genotiplerin beklemeli Zeleny sedimentasyon değerleri 23-74 ml arasında değişim göstermiştir (Çizelge 1). Ayrıca, beklemeli Zeleny sedimentasyon analizi gluten kalitesi hakkında fikir vermektedir. Süne zararı yoksa beklemeli Zeleny sedimentasyon değeri, Zeleny sedimentasyon değerinden genelde daha yüksek çıkmaktadır (Özkan ve Babaroğlu 2015). Zeleny sedimentasyon analizine benzer şekilde beklemeli Zeleny sedimentasyon değeri ile ekmek hacmi arasında da pozitif ($r=0.317^{**}$) bir ilişki belirlenmiştir (Çizelge 2).

Ekmeklik buğday unlarının kalitesinin belirlenmesinde alveograf cihazı yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Hruskova and Smejda 2003). Alveogram değerleri (P, L, P/L, P/G, ve W) grafikteki maksimum yükseklik, uzunluk ve kurve alanı esas alınarak hesaplanmaktadır. Alveogramın maksimum yüksekliğinden elde edilen P değeri ile unun su absorpsiyon kapasitesi tahmin edilebilmektedir. L değeri, genellikle hamurun uzama kabiliyetinin bir ölçüsü

olarak kullanılmaktadır. G değeri, hamurun elastikiyeti ile ilgili olup, deformasyon enerjisi olarak bilinen W değeri ise, un kalitesi ile ilgilidir (Atlı ve ark. 1992). Genotiplerin enerji değeri (W) 58-412 10^{-4} joule, L değeri 1.2-15.4 cm, P değeri 3.5-20.0 cm ve G değeri ise 7.7-31.3 cm arasında tespit edilmiştir (Çizelge 1). Ekmek hacmi ile alveograf W, L ve G değerleri arasında pozitif (sırasıyla 0.247, 0.230 ve 0.234) ve önemli ($P<0.01$) ilişkiler saptanmıştır (Çizelge 2). Dikici ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmada da ekmek hacmi ile alveograf enerji ($r=0.522^{**}$) ve elastikiyet ($r=0.522^{**}$) değerleri arasında önemli korelasyon değerleri belirlenmiştir.

Fırıncı için çok önemli bir kriter olan unun su absorpsiyonunun tahmininde yaygın olarak kullanılan farinograf, hamurun yoğurma özellikleri (gelişme süresi, stabilite, yumuşama değeri) hakkında da fikir vermektedir. Denemede yer alan genotiplerin su absorpsiyon değeri %48.5-74.0 arasında değişmiş, ortalama olarak hatlarda %63.7, çeşitlerde ise %63.2 olarak tespit edilmiştir. Yumuşama değerinin düşük olması istenen bir özellik olmakla birlikte, bu çalışmada 0-280 BU arasında değişmiştir. Ortalama yumuşama değeri hatlarda 75.8 BU, çeşitlerde ise 88.4 BU olarak saptanmıştır. Genotiplerde 1.0-20.0 dakika arasında değişen stabilite değeri, ortalama olarak hatlarda 9.2 dakika, çeşitlerde ise 9.0 dakika olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). İncelenen farinograf parametreleri ile ekmek hacmi arasındaki ilişkiler önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Şahin ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada ise ekmek hacmi ile su absorpsiyonu arasında pozitif (0.519) ve önemli ($p<0.001$), stabilite değeri arasında ise önemsiz bir ilişki saptanmıştır.

Mayalı ekmek yapımı söz konusu olduğunda yaş gluten miktarı ve kalitesi çok önemli kalite kriterleridir (Köksel ve ark. 2000). Çalışmada yer alan genotiplerin yaş gluten miktarı %14.8-47.5,

Çizelge 2. Ekmek hacmi ile diğer kalite parametreleri arasındaki korelasyon ve ihtimal değerleri

Table 2. Correlation coefficients and probability values between bread volume and other quality parameters

Değişken	Korelasyon Değeri	İhtimal Değeri	Değişken	Korelasyon Değeri	İhtimal Değeri
Bin Tane Ağırlığı	-0.403	<.0001	Alveograf G Değeri	0.234	0.0009
Hektolitire Ağırlığı	-0.348	<.0001	Farinograf Absorpsiyon Değeri	0.130	0.0680
Sertlik Değeri	-0.028	0.6951	Farinograf Yumuşama Değeri	0.118	0.0969
Un Verimi	-0.194	0.0060	Farinograf Stabilite	0.122	0.0869
Düşme Sayısı	-0.013	0.9054	Yaş Gluten Miktarı	0.660	<.0001
Tane Protein Oranı	0.377	<.0001	Kuru Gluten Miktarı	0.672	<.0001
Zeleny Sedimentasyon	0.321	<.0001	Gluten İndeks Değeri	-0.151	0.1649
Beklemeli Zeleny Sedim.	0.317	<.0001	Glutograf Stretch (s) Değeri	-0.004	0.9739
Alveograf W Değeri	0.247	0.0005	Glutograf Relaxation Değeri	0.036	0.7420
Alveograf L Değeri	0.230	0.0012	Ekmek Ağırlığı	0.265	0.0002
Alveograf P Değeri	-0.058	0.4161			

Çizelge 3. Ekmek hacmi ile önemli korelasyon değerlerine sahip kalite parametreleri ve ekmek hacmi arasındaki regresyon modelleri ve belirtme katsayıları

Table 3. Regression models and determination coefficients between bread volume and quality parameters significantly correlated with bread volume

Regresyon Modelleri	Belirtme Katsayısı (R ²)
Ekmek Hacmi = 722.40734 - 3.5710693 * Hektolitre Ağırlığı	0.121 **
Ekmek Hacmi = 630.39436 - 5.3338288 * Bin Tane Ağırlığı	0.162 **
Ekmek Hacmi = 721.07556 - 4.1119604 * Un Verimi	0.038 **
Ekmek Hacmi = 295.85917 + 10.320651 * Tane Protein Oranı	0.142 **
Ekmek Hacmi = 379.87253 + 1.6248539 * Zeleny Sedimentasyon	0.103 **
Ekmek Hacmi = 368.78873 + 1.5428944 * Beklemeli Zeleny Sedimentasyon	0.101 **
Ekmek Hacmi = 403.66432 + 0.1916965 * Alveograf W Değeri	0.061 **
Ekmek Hacmi = 414.2282 + 5.1411362 * Alveograf L Değeri	0.053 **
Ekmek Hacmi = 382.44244 + 3.7552239 * Alveograf G Değeri	0.055 **
Ekmek Hacmi = -200.9114 + 4.5519271 * Ekmek Ağırlığı	0.071 **
Ekmek Hacmi = 232.97165 + 6.6446319 * Yaş Gluten Miktarı	0.435 **
Ekmek Hacmi = 234.16554 + 19.493049 * Kuru Gluten Miktarı	0.451 **

** 0.01 düzeyinde önemli

** Significant at 0.01 level

kuru gluten miktarı %4.9-16.2, gluten indeks değeri ise %45.9-100 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 1). Gluten, fermentasyon sırasında maya tarafından üretilen CO₂ gazının tutulmasını ve yüksek hacimli ekmek oluşturulmasını sağladığı için, bu çalışmada ekmek hacmi ile yaş ve kuru gluten arasında pozitif (sırasıyla 0.660 ve 0.672) ve önemli (p<0.001) korelasyon değerleri elde edilmiştir (Çizelge 2). Ghadami et al. (2014) ekmek hacmi ile yaş ve kuru gluten arasında, Sadeghi et al. (2012) ise ekmek hacmi ile yaş gluten ve gluten indeks değerleri arasında benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Najafian (2012) ise ekmek hacmi ile yaş gluten arasında pozitif, gluten indeks arasında ise negatif ilişki tespit etmiştir.

Son yıllarda ülkemizde de yaygınlaşan Glutograf analizinden elde edilen stretch (s) değeri hamurun uzamasının, relaxation (BU) değeri ise hamurun elastikiyetinin ölçüsüdür (Alamri et al. 2010). Gluten kuvveti ve kalitesi arttıkça stretch (s) değerinde artış relaxation değerinde ise azalma beklenmektedir (Anonim 2005). Geotiplerin stretch değerleri 9-125 s arasında değişim göstermiş, ortalama stretch değerleri hatlarda 91.5 s, çeşitlerde ise 80.0 s olarak saptanmıştır. Relaxation değerleri ise 198-715 BU arasında değişmiş, ortalama olarak hatlarda 524.3 BU, çeşitlerde ise 557.7 BU belirlenmiştir (Çizelge 1).

Kişi başı 284 g/gün ekmek tüketiminin söz konusu olduğu ülkemizde (Anonim 2014), buğday ıslah programlarında yüksek ekmek hacmi ve ağırlığına sahip çeşitler ıslah edilmeye çalışılmaktadır. Çalışmada elde edilen ekmeklerin ağırlığı 129.4-153.9 g, hacmi ise 275-585 ml arasında saptanmıştır. Ortalama

ekmek ağırlığı hatlarda 141.6 g, çeşitlerde ise 141.4 g olmuştur. Ortalama ekmek hacmi ise hatlarda 440.9 ml, çeşitlerde 445.7 ml saptanmıştır (Çizelge 1). Ekmek ağırlığı ile ekmek hacmi arasında da pozitif (0.265) ve önemli (P<0.01) bir ilişki tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Bu çalışmada ayrıca, ekmek hacmi ile önemli korelasyon katsayısına sahip kalite parametreleri ve ekmek hacmi arasındaki regresyon da incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir. En yüksek belirtme katsayısına sahip regresyon eşitlikleri, kuru gluten (R²=0.451) ve yaş gluten (R²=0.435) parametrelerinden elde edilmiştir. Bu iki parametreyi sırasıyla bin tane ağırlığı (R²=0.162), tane protein oranı (R²=0.142), hektolitre ağırlığı (R²=0.121), Zeleny sedimentasyon (R²=0.103), beklemeli Zeleny sedimentasyon (R²=0.101), ekmek ağırlığı (R²=0.071), alveograf W değeri (R²=0.061), G değeri (R²=0.055), L değeri (R²=0.053) ve un verimi (R²=0.038) takip etmiştir.

Sonuç

Çalışma sonucunda; ekmek hacmi ile un verimi, hektolitre ve bin tane ağırlığı arasında negatif önemli korelasyon değerleri elde edilirken, tane protein oranı, Zeleny ve beklemeli Zeleny sedimentasyon değeri, Alveograf W, L ve G değerleri, yaş ve kuru gluten miktarı ve ekmek ağırlığı ile ekmek hacmi arasında da pozitif önemli korelasyon değerleri saptanmıştır. Ayrıca en yüksek belirtme katsayısına sahip regresyon eşitlikleri, kuru ve yaş gluten parametrelerinden elde edilmiştir. Bu çalışma ile, ekmeklik buğday ıslah çalışmalarında özellikle erken kademe, az miktarda numune ile yapılabilen protein,

Zeleny sedimentasyon ve gluten analizlerinin ekmek hacminin tahmininde kullanılabileceği görülmüştür.

Kaynaklar

- Alamri M., Manthey F., Mergoum M., Elias E. and Khan K., 2010. The effects of reconstituted semolina fractions on pasta processing and quality parameters and relationship to glutograph parametters. *Journal of Food Technology*, 8: 159-168
- Anonim, 2000. American Association of Cereal Chemists, Approved Methods of the AACCC, 10th ed., The Association: St. Paul, MN., USA
- Anonim, 2005. Instruction Manual Glutograph-E, Brabender Measurement and Control Systems. Brabender GmbH&Co.KG. Kulturstr. 51-55. 47055 Duisburg. Germany
- Anonim, 2008. Standard Methods of International Association for Cereal Science and Technology (ICC), Vienna, Austria
- Anonim, 2014. 2013 Yılı Türkiye'de Ekmek İsrافی Araştırması. Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü, 1. Baskı, 111 s, Ankara
- Arzani A., 2002. Grain quality of durum wheat germplasm as affected by heat and drought stress at grain filling period. *Wheat Information Service*, 94: 9-14
- Atlı A., 1987. Kışlık tahıl üretim bölgelerimizde yetiştirilen bazı ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin kaliteleri ile kalite karakterlerinin stabilitesi üzerine araştırmalar. *Türkiye Tahıl Sempozyumu*, 6-9 Ekim 1987, 443-454
- Atlı A., Köksel H. ve Dağ A., 1988a. Unda Süne ve Kımıl Zararının Belirlenmesi İçin Geliştirilen Yöntemler ve Bu Yöntemlerin Uygulanabilirliği Üzerine Araştırmalar. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Yayınları*, No: 3, Ankara
- Atlı A., Koçak N., Köksel H., Aktan B., Karababa E., Dağ A., Tuncer T., Dikmen B. ve Özkan Ş., 1988b. Süne (*Eurygaster* spp.) ve Kımıl (*Aelia* sp.) Zararı Görmüş Tanelerin Ekmeklik Buğday Kalitesine Etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Yayınları*, No: 2, Ankara
- Atlı A., Ozan A.N. ve Karababa E., 1992. Alveograf çalışmaları: Alveogram değerleri ile ekmeklik buğday kalitesini belirleme olanakları üzerine araştırmalar. *Un Mamülleri Dünyası*, 1(5):30-38
- Dikici N., Bilgiçli N, Elgün A. ve Ertaş N, 2006. Unun ekmekçilik kalitesi ile farklı metotlarla ölçülen hamurun reolojik özellikleri arasındaki ilişkiler. *Gıda*, 31(5): 285-291
- Elgün A., Türker S. ve Bilgiçli N., 2001. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Ders Notları. Konya Ticaret Borsası Yayın No: 2, Konya
- Ereku O., Oncan F., Ereku A., Yava İ., Engün B. ve Koca Y.O., 2005. İleri ekmeklik buğday hatlarında verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi*, 5-9 Eylül 2005, Antalya, Cilt I: 111-116
- Ghadami M.A., Esfahani M.N., Mirhojjati S.H., Moghadam M.Z., Shariati M.A. and Montazeri B., 2014. Evaluation of quality indicators related to quality bread wheat promising lines. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 25(3): 8-13
- Hruskova M. and Smejda P., 2003. Wheat flour dough alveograph characteristics predicted by NIRSystems 6500. *Czech Journal of Food Science*, 21:28-33
- Hruskova M., Svec I. and Jirsa O., 2006. Correlation between milling and baking parameters of wheat varieties. *Journal of Food Engineering*, 77: 439-444
- Keçeli M., 2013. Türkiye'de ekmek sektörü. *Standard, Ekonomik ve Teknik Dergi*, 52(615): 16-19
- Köksel H., Sivri D., Özboy Ö., Başman A. ve Karacan HD, 2000. Tahıl Laboratuvarı El Kitabı. Hacettepe Üni. Mühendislik Fak. Yay. No: 47, Ankara
- Menderis M., Atlı A., Köten M. ve Kılıç H., 2008. Gluten indeks değeri ve yaş gluten / protein oranı ile ekmeklik buğdayda kalite değerlendirilmesi. *Harran Üni. Ziraat Fak. Dergisi*, 12(3): 57-64
- Najafian G., 2012. Study of relationship among several bread making quality assessment indices in hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.). *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 4: 136-158
- Ozan A.N., Karababa E., Atlı A. ve Koçak N., 1999. İslah materyaline uygun ekmek yapma metodunun geliştirilmesi. *Gıda*, 24(1): 3-11
- Özkan M. ve Babaroğlu N.E., 2015. Süne. *Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü Yayınları*, ISBN:978-605-9175-00-5, Ankara
- Özkaya B. ve Özkaya H., 2005a. Tahıl Ürünleri Analiz Yöntemleri. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları* No:14, Ankara
- Özkaya H. ve Özkaya B., 2005b. Öğütme Teknolojisi. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları* No:30, Ankara

- Sadeghi F., Dehghani H., Najafian G. and Aghaee M., 2012. Genetic Analysis of bread-making quality attributes in hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.). *Annals of Biological Research*, 3(7): 3740-3749
- Şahin M., Akçacık Göçmen A., Aydoğan S., Demir B., Önmez H. ve Taner S., 2013. Ekmeklik buğday ununda ekmek hacmi ile bazı fizikokimyasal ve reolojik özellikler arasındaki ilişkilerin tespiti. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 22(1): 13-19
- Ünal S., 2002. Buğdayda kalitenin önemi ve belirlenmesinde kullanılan yöntemler. *Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi*, 3-4 Ekim 2002, Gaziantep, 25-37
- Vasiljevic S. and Banasik OJ, 1980. *Quality Testing Methods for Durum Wheat and Its Products*. Department of Cereal Chemistry and Technology, North Dakota State University, 134 p., Fargo, North Dakota