

EKMEKLİK UN KALİTE PARAMETRELERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Mahir Serdar YILMAZ¹, Raciye MERAL²

¹Adıyaman Üniversitesi, Kâhta Meslek Yüksekokulu, Adıyaman.

²Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Van, Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada; piyasada satılan 10 farklı ekmeklik un örneğinin fiziksel, kimyasal, farinograf, hamur uzayabilirlik ve ekmek hacmi gibi ölçütler kullanılarak analizleri yapılmış ve korelasyon değerlendirilmesi yapılmıştır. Sonuçlara göre; En yüksek pozitif korelasyon, yaş gluten ile ekmek hacmi arasında ($r=0.83^{**}$), yoğurma tolerans indeksi ile yumuşama değeri arasında ($r=0.83^{**}$); en yüksek negatif korelasyon ise stabilite değeri ile yoğurma tolerans indeksi arasında ($r=-0.65^{**}$) ve stabilite değeri ile yumuşama değeri arasında ($r=-0.61^{**}$) belirlenmiştir. Çalışma sonucunda ekmeklik un kalitesinde yaş gluten ve hamur stabilitesi değerleri çok önemli bulunurken, ekmek hacmi değerinin bütün parametrelerden etkilendiği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Ekmeklik un, un kalitesi, kalite parametreleri.

RELATIONS BETWEEN QUALITY PARAMETERS OF BREAD FLOUR

Mahir Serdar YILMAZ¹, Raciye MERAL²

¹Kâhta Vocational School, Adıyaman University, Adıyaman, Turkey

²Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department, Van, Turkey

ABSTRACT

In this study; 10 different bread flour samples, commercially available, were analyzed and evaluated by using criteria such as physical, chemical, farinograph, dough extensibility and bread volume. According to the results; the highest positive correlations were between gluten and bread volume ($r=0.83^{**}$), between kneading tolerance index and softening value ($r=0.83^{**}$); the highest negative correlations were between the stability value and the kneading tolerance index ($r=-0.65^{**}$) and between the stability value and the softening value ($r=-0.61^{**}$) determined. As a result of the study, it was found that wet gluten and dough stability values were very important in bread flour quality, bread volume value was affected by all parameters.

Key Words: Bread flour, quality of flour, quality parameters

¹Corresponding Author/Sorumlu yazar: serdaryilmaz@adiyaman.edu.tr

*Bu makale, Mahir Serdar Yılmaz'ın Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nde yaptığı yüksek lisans çalışmasının bir bölümünden faydalanılarak hazırlanmıştır.

GİRİŞ

Buğday tanesi bileşim bakımından standart olmadığından öğütme sırasında una ve kepeğe geçen bileşenler de birbirinden farklı olmaktadır, bunun sonucunda çok farklı nitelikte ve kalitede unlar elde edilebilmektedir (Özkaya, 1986).

Buğday unu içeren gıdalar, çeşitli tipte ekmekler, kahvaltılık tahıllar, makarna tipi ürünler, kek, kraker ve bisküviler, börekler, baklava ve lokma gibi tatlılar şeklinde gruplandırılabilir. Başta ekmek olmak üzere gıdaların son ürün kalitesi kullanılacak unun kalitesine bağlıdır.

Türkiye’de ekmek tüketimi kişi başı yıllık 104 kg, günlük 300 g civarındadır (Anonim, 2013a). FAO verilerine göre, ülkemizde günlük kalorinin %44’ü tek başına ekmek tarafından sağlanmaktadır (Akgün, 2007). Ülkemizde günlük 25.295 ton, yılda 9.2 milyon ton ekmek üretilmektedir. Ekmek türleri arasında somun ekmek en yüksek üretim oranına (%68) sahiptir (TMO, 2013).

TGK Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği (TS 2012/2)’ne göre “Ekmek; buğday ununa su, tuz, maya (*Saccharomyces cerevisiae*) gerektiğinde şeker, enzimler, enzim kaynağı olarak malt unu, vital glüten ve izin verilen katkı maddeleri ilave edilerek tekniğine uygun olarak yoğrulması, şekillendirilmesi, fermantasyona bırakılması ve pişirilmesi ile yapılan ürün" şeklinde tanımlanmaktadır (Anonim, 2012).

Unun ekmekçilik kalitesi, un çeşitlerinin protein miktarı ve kalitesi, hamur kuvveti ve yoğrulma özellikleri, zedelenmiş nişasta miktarı gibi özelliklerden etkilenir. Bu nedenle buğday unu kalitesi son ürüne göre tanımlanmalıdır (Şahin ve ark., 2013).

Unun fiziksel, kimyasal, reolojik, tekstürel ve pişirme performansı gibi özellikleri farklı yöntemlerle tespit edilebilmektedir. Unun özelliklerinin bilinmesi ve kaliteyi etkileyen kriterlerin gözden geçirilmesi gereklidir (Doğan ve Ünal, 1990).

Bu çalışmada un örnekleri fiziksel, kimyasal, farinograf, hamur uzayabilirlik gibi parametrelere göre incelenmiş ve pişirme denemeleri yapılarak ekmek hacimleri ölçülmüştür. Sonuçlar korelasyon değerlendirmesine tabi tutularak aradaki ilişkiler incelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Çalışmada kullanılan numuneler, piyasada satışı yapılan ve farklı zaman ve markalardan alınmış 10 adet 5’er kiloluk Tip 550 ekmeklik un örnekleri olacak biçimde temin edilmiştir.

Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Nem miktarı AACC (44-19) metoduna göre, kül miktarı AACC (08-01) metoduna göre, protein miktarı AACC (46-12) metoduna göre, sedimantasyon testi AACC (56-60.01) metoduna göre, yaş glüten miktarı ile glüten indeks değeri AACC (38-12) metoduna göre, farinograf özellikleri (stabilite, gelişim süresi, su absorpsiyonu, yumuşama değeri, yoğurma toleransı) AACC (54-21.01) metoduna göre incelenmiştir (Anonim, 2000).

Ekmek Denemeleri

Ekmek yapımı AACC (10-09) metoduna göre, ekmek hacmi AACC (10-05) metoduna göre incelenmiştir (Anonim, 2000).

Hamur Uzayabilirlik Değerleri

Un numunelerinin Tekstür Analiz cihazında ‘SMS/Kieffer Dough and Gluten Extensibility Rig’ aparatı ve yöntemi kullanılarak analizi yapılmış, analiz sonunda maksimum kuvvet (g) ve hamur uzayabilirlik (mm) olarak iki değer elde edilmiştir (Anonim, 2008a).

İstatistik Analizler

İstatistik analizler SPSS 22 programı ile yapılmış, çoklu karşılaştırma testi olarak Duncan testi kullanılarak aralarındaki fark $p < 0.05$ seviyesinde belirlenmiştir. Varyans analizi ve korelasyon analizi ile ölçütler arasındaki ilişkiler önemli ($p < 0.05$) ve çok önemli ($p < 0.01$) şeklinde belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Analiz sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge-1’te, sonuçlar arasındaki korelasyonlar ise Çizelge-2’te verilmiştir.

Çizelge-1. Un numunelerinin analiz sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikler

	Örnek sayısı ⁴	En yüksek	En düşük	Ortalama	Standart Sapma	p ³
SED (mL) ²	10	41	25	30.3	4.57	0.000
YGL (%) ¹	10	31.8	22.7	26.8	2.07	0.002
Gİ (%)	10	97.5	75.4	87.1	5.39	0.016
N (%)	10	12.8	8.9	10.8	1.15	0.000
K (%) ¹	10	0.64	0.56	0.60	0.03	0.193
TP (%) ¹	10	12.6	9.8	10.9	0.69	0.000
GS (dk)	10	2.2	1.16	1.6	0.36	0.069
ST (dk)	10	4.4	1.13	2.3	1.01	0.003
YTI (Bue)	10	123.1	47.8	82.1	21.67	0.001
YUM (Bue)	10	185	85	125.9	33.16	0.000
SA (%)	10	58.4	53.5	56.3	1.40	0.004
MK (g)	10	51.8	24.2	36.4	8.71	0.000
HU (mm)	10	34	14.2	20.9	5.23	0.000
EH (cm³)	10	810	600	711.5	54.70	0.005

¹Kuru madde üzerinden verilmiştir. ²%14 nem üzerinden verilmiştir. ³ $p < 0.05$, ⁴Çalışma iki tekerrür üzerinden yürütülmüştür. SED: Sedimentasyon, YG: Yaş Glüten, Gİ: Glüten İndeksi, N: Nem, K: Kül, TP: Toplam Protein, MK: Maksimum Kuvvet, HU: Hamur Uzayabilirlik, GS: Gelişim Süresi, ST: Stabilite, YTI: Yoğurma tolerans indeksi, YUM: Yumuşama değeri, SA: Su Absorpsiyonu, EH: Ekmek Hacmi.

Fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Sedimentasyon değeri 25-41 mL arasında ve ortalama 30.3; yaş glüten değeri (%) 22.7-31.8 arasında ve ortalama 26.8; glüten indeks değeri (%) 75.4-97.5 arasında ve ortalama 87.1; nem değeri (%) 8.9-12.8 arasında ve ortalama 10.8; kül değeri (%) 0.56-0.64 arasında ve ortalama 0.60, toplam protein değeri (%) 9.8-12.6 arasında ve ortalama 10.9 olarak tespit edilmiştir.

Farinograf Özellikleri

Gelişim süresi (dk) 1.16-2.2 arasında ve ortalama 1.6; stabilite değeri (dk) 1.13-4.4 arasında ve ortalama 2.3; yoğurma tolerans indeksi (BUE) 47.8-123.1 arasında ve ortalama 82.1; yumuşama değeri (BUE) 85-185 arasında ve ortalama 125.9; su absorpsiyonu değeri (%) 53.5-58.4 arasında ve ortalama 56.3 olarak tespit edilmiştir.

Uzayabilirlik değerleri

Maksimum kuvvet değeri (g) 24.2-51.8 arasında ve ortalama 36.4; hamur uzayabilirlik değeri (mm) 14.2-34 arasında ve ortalama 20.9 olarak tespit edilmiştir.

Ekmek hacim değerleri

Ekmek hacmi değeri (cm³) 600-810 arasında ve ortalama 711.5 olarak tespit edilmiştir.

KALİTE PARAMETRELERİ ARASINDAKİ KORELASYON İLİŐKİLERİ:

Un örneklerine ait korelasyon değerleri Çizelge-2’de verilmiştir.

Çizelge-2. Un numunelerine ait korelasyon katsayıları

İlişkili parametreler	Korelasyon	Önemi
SED ml - YG %	0.70	**
SED ml - Gİ %	0.53	*
SED ml - HU mm	0.61	**
SED ml - ST dk	0.59	**
SED ml - YUM bue	-0.47	*
SED ml - EH cm ³	0.71	**
YG % - TP %	0.65	**
YG % - HU mm	0.69	**
YG % - ST dk	0.81	**
YG % - YTI bue	-0.47	*
YG % - YUM bea	-0.55	*
YG % - EH cm ³	0.83	**
Gİ % - MK g	0.60	**
Gİ % - EH cm ³	0.55	*
N % - TP %	-0.44	*
K % - GS dk	ns	
K % - SA %	ns	
TP % - HU mm	0.69	**
TP % - ST dk	0.53	*
TP % - EH cm ³	0.61	**
MK g - SA %	0.58	**
HU mm - ST dk	0.52	*
HU mm - YUM bea	-0.45	*
HU mm - SA %	-0.49	*
HU mm - EH cm ³	0.62	**
GS dk - K %	ns	
GS dk - YG %	ns	
GS dk - TP %	ns	
GS dk - ST dk	ns	
ST dk - YTI bue	-0.65	**
ST dk - YUM bea	-0.61	**
ST dk - EH cm ³	0.65	**
YTI bue - YUM bea	0.83	**
YUM bue - EH cm ³	-0.59	**

*Korelasyon $p < 0.05$ seviyesinde önemlidir. **Korelasyon $p < 0.01$ seviyesinde önemlidir. SED: Sedimentasyon, YG: Yaş Glüten, Gİ: Glüten İndeks, N: Nem, K: Kül, TP: Toplam Protein, MK: Maksimum Kuvvet, HU: Hamur Uzayabilirlik, GS: Gelişim Süresi, ST: Stabilite, YTI: Yoğurma tolerans indeksi, YUM: Yumuşama değeri, SA: Su Absorbsiyonu, EH: Ekmek Hacmi, ns: önemli değil.

Sedimentasyon değeri (mL)

Sedimentasyon testi buğdayların glüten miktarı ve kalitesi hakkında bilgi veren bir yöntemdir. Sedimentasyon değeri (mL) korelasyon değerlerine bakıldığında (Çizelge 5), yaş glüten (%) ile

$r=0.70^{**}$, glüten indeks (%) ile $r=0.53^*$, hamur uzayabilirlik (mm) ile $r=0.61^{**}$, stabilite (dk) ile $r=0.59^{**}$, yumuşama derecesi (BUE) değeri ile $r=-0.47^{**}$ ve ekmek hacmi ile $r=0.71^{**}$ şeklinde sonuçlara ulaşılmıştır.

Çalışma sonuçlarına bakıldığında, sedimantasyon değeri ile yaş glüten ($r=0.70$) ve ekmek hacmi ($r=0.71$) değerlerinin en yüksek pozitif, yumuşama değeriyle $r=-0.47$ negatif korelasyon sağladığı görülmektedir. Sedimantasyon değeri ile yaş glüten ve ekmek hacmi arasında bulunan yüksek korelasyon, bu değerlerin özellikle ekmek hacmini etkilediğini ortaya koymuştur.

Atlı, (1987), 9 farklı ekmeklik buğday çeşidinin sedimantasyon değeri (mL) ile yaş glüten miktarı (%) arasında yüksek korelasyon ($r=0.73^{**}$) elde etmiştir.

Slaughter ve ark., (1992), sedimantasyon değeri ve hamurun reolojik özellikleri arasında pozitif bir ilişki olduğunu bildirmiştir.

Şahin ve ark., (2011a) çalışmalarında, sedimantasyon değeri ile toplam protein ve yaş glüten değeri arasında pozitif ilişki bulduklarını belirtmiştir. Şahin ve ark. (2013) ekmeklik buğday ile yaptıkları çalışmada, sedimantasyon değeri ile ekmek hacmi ve hamur reolojik özellikleri arasında pozitif korelasyon olduğunu belirtmişlerdir.

Aydoğan ve ark., (2015) ve Keçeli ve ark., (2017) tarafından yapılan çalışmalarda sedimantasyon değeri ile yumuşama değeri arasında negatif ve çok önemli korelasyon sonuçlarına ulaşılmıştır. Çalışmamızda da benzer sonuçlara ulaşılmıştır.

Örneklerin sedimantasyon değerleri, TGK Buğday Unu Tebliğinde (Anonim, 2013b) belirtilen "Sedimantasyon analizi sonucu 30 mL değerinde olmalıdır" koşulunu tamamen karşılamamaktadır. Fakat Uluöz, (1965)'e göre 25-36 mL arası sedimantasyon değerine sahip unlar iyi olarak nitelenmektedir.

Yaş glüten miktarı (%)

Glüten buğday tanelerinde bulunan depo proteindir. Yaş glüten miktarı daha çok unun glüten miktarının bir ölçüsü iken bu miktar genel olarak unun glüten/ekmeklik kalitesinin bir göstergesi olarak da kabul edilir.

Yaş glüten miktarı (%) korelasyon değerlerine bakıldığında (Çizelge-2), sedimantasyon (mL) ile $r=0.70^{**}$, toplam protein (%) ile $r=0.65^{**}$, hamur uzayabilirlik (mm) ile $r=0.69^{**}$, stabilite değeri (dk) ile $r=0.81^{**}$, yumuşama değeri (BUE) ile $r=-0.55^*$, yoğurma tolerans indeksi değeri (BUE) ile $r=-0.47^*$ ve ekmek hacmi değeri (cm^3) ile $r=0.83^{**}$ şeklinde sonuçlara ulaşılmıştır.

Çalışma sonuçlarına göre; yaş glüten ile stabilite ($r=0.81$) ve ekmek hacmi ($r=0.83$) değerleri arasında pozitif ve çok önemli korelasyon bulunmuştur. Ekmeklik unlarda yüksek olması istenen bir değer olan stabilite, hamurun yoğrulma sürecinde dayanıklılığının bir göstergesi olarak kabul edilir. Un kalitesinin bir belirteci olan yaş glüten değeri ile stabilite arasındaki pozitif ilişki beklenen bir durumdur ve kalitenin son ürün olan ekmeğe yüksek hacim şeklinde yansıdığı tespit edilmiştir.

Ercan ve ark., (1989)'e göre, sert ekmeklik buğday unlarının protein miktar ve kalitesi yüksek olduğu için, su tutma oranları ve ekmek hacimleri de yüksek olmaktadır.

Slaughter ve ark., (1992), buğdayların glüten içerikleri ile protein oranı ve sedimantasyon değeri arasında pozitif ve yüksek korelasyon tespit etmiştir.

Keçeli ve ark., (2017), çalışmalarında yaş glüten değeri ile sedimantasyon değeri arasında pozitif ve çok önemli korelasyon tespit etmiştir.

Glüten indeks değeri (%)

Glüten indeks değeri, glüten proteininin kalitesinin tespitinde etkin biçimde kullanılmaktadır. Bu değere göre göre buğdayın zayıf (%50'den düşük), orta (%51-70 arası), kuvvetli (%71-85 arası), çok kuvvetli (%86-100) olduğuna karar verilebilir.

Glüten indeks değerinin (%) korelasyon sonuçlarına bakıldığında (Çizelge-2), sedimentasyon değeri (mL) ile $r=0.53^*$, maksimum kuvvet (g) $r=0.60^{**}$, ekmek hacmi (cm^3) ile $r=0.55^*$ şeklinde sonuçlara ulaşılmıştır. Unun kuvveti arttıkça indeks değeri, un kuvvetinden etkilenen diğer değerlerle beraber artmıştır.

Özer ve Ünal, (1998)'in çalışmasına göre, un kuvveti göstergelerinden olan sedimentasyon ve maksimum kuvvet değerleri ile pozitif ve önemli ilişki tespit edilmiştir. Çalışmamızda elde edilen ekmek hacmi sonuçları da bu ilişkiyi doğrular şekildedir.

Kınacı ve Kınacı, (2004), yaptıkları çalışmada sedimentasyon değeri ile glüten indeks değeri arasında pozitif ve önemli korelasyon tespit etmişlerdir.

Curic ve ark., (2001), yaptıkları bir çalışmada glüten indeks değeri ile maksimum kuvvet değeri arasında pozitif ve önemli korelasyon bulunmuştur. Çalışmamızda da bu iki değer arasında benzer ve çok önemli korelasyon bulunmuştur ($r=0.60^{**}$).

Menderis ve ark., (2008), glüten indeks değerinin hamur direnci ve yoğurma kapasitesi başta olmak üzere kalite üzerine önemli etkileri olduğunu bildirmişlerdir.

Gootenboer, (1989), ekmek üretiminde glüten indeks değeri %95'ten fazla olduğunda unun çok kuvvetli ve %60'dan düşük olduğunda ise unun çok zayıf olduğu bildirmiştir.

Nem miktarı (%)

Nem değerinin (%) korelasyonlarına bakıldığında; toplam protein değeri (%) ile $r=-0.44^*$ şeklinde tespit edilmiştir.

Buğday nem miktarı ülkemizde yaklaşık olarak %8 ile %14 arasında değişir. Yüksek nem miktarına sahip yeni hasat edilmiş buğdayların bir süre dinlendirilerek fazla nemin atılması, böylelikle depolanma sürecinde küf, mantar, böceklenme oluşumunun engellenmesi ve buğdayın enzimatik faaliyetlerinin azalması hedeflenir (Anonim, 2013c).

Kül miktarı (%)

Unun kül miktarı ekmekçilik değeri ile ilgili olup, un tipi hakkında fikir verir. Ekmeklik buğday unları Tip 550, Tip 650, Tip 850 olarak adlandırılmış olup kül miktarları ise sırasıyla kuru maddede en çok %0.55, %0.65 ve %0.85 düzeyinde olmalıdır (Anonim, 2013b).

Kül değeri (%) sonuçlarına bakıldığında; (Çizelge-1) anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p>0.05$).

Toplam protein oranı (%)

Buğdayda toplam protein oranı, un kalitesinin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan önemli bir ölçüttür.

Toplam protein oranı (%) ilişkilerine bakıldığında (Çizelge-2); yaş glüten (%) ile $r=0.65^{**}$, nem değeri (%) ile $r=-0.44^*$, hamur uzayabilirlik (mm) ile $r=0.69^{**}$ ve ekmek hacmi (cm^3) ile $r=0.61^{**}$ şeklinde değerlere ulaşılmıştır.

Toplam protein değeri, un kalitesi için önemli bir kriter olup son ürün özelliklerini tahmin etmek için kullanılır. Çalışma sonuçlarına göre, yaş glüten değeri, hamur uzama, maksimum kuvvet, gelişim süresi ve ekmek hacmi ile pozitif ilişki bulunmuştur. Buna göre, kullanılan un numunelerinin kaliteli ve işlenebilir nitelikte olduğu varsayılabilir.

Baker ve ark., (1971) yaptıkları bir çalışmada, protein oranı, su absorpsiyon değeri ve hamurun gelişim süresinin ekmek hacmi ile pozitif ilişkili olduğunu belirtmiştir.

Şahin ve ark., (2013) yaptıkları çalışmada protein oranı ile ekmek hacmi arasında pozitif ve önemli düzeyde bir ilişki olduğunu belirtmiştir.

He ve Hosney (1992), aynı protein yapısına sahip fakat farklı protein oranlarını içeren unlarla yaptıkları çalışmada, protein oranı ile ekmek hacmi arasında doğrusal ilişki ortaya koymuş ve protein oranının gelişim süresi ve uzayabilirlik değerlerini pozitif olarak etkilediğini belirlemişlerdir.

Su absorpsiyon değeri (%)

Belli viskozitede hamur elde etmek için una ilave edilmesi gerekli su miktarı, o unun su absorpsiyon değeridir. Unun su absorpsiyon değeri sabit olup kuru glüten miktarının yaklaşık olarak 2.8 katıdır (Ünal, 1991).

Su absorpsiyon değerinin (%) ilişkilerine bakıldığında (Çizelge-2), hamur uzama değeri (%) ile $r=-0.49^*$, maksimum kuvvet (g) ile $r=0.56^{**}$ şeklinde sonuçlara ulaşılmıştır.

Köksel ve ark., (2000)'a göre ekmeklik unların su absorpsiyonunda, unun nem oranı önemli rol oynar. Bu durum genelde negatif orantılıdır. Ayrıca yaş glüten oran ve kalitesi su absorpsiyonunu etkiler.

Seçkin, (1970)'e göre unun su absorpsiyon oranının yüksek olması, birim undan elde edilen ekmek miktarını arttırmaktadır.

Şahin ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada ise ekmek hacmi ile su absorpsiyonu arasında pozitif ve çok önemli korelasyon değeri saptanmıştır.

Kruger, (1996)'in ekmek üretimine dair araştırmasında su absorpsiyonu yüksek unların glüten değerleri de yüksek bulunmuş ve ekmek üretimi için su absorpsiyonu önemli bir faktör olarak belirtilmiştir.

Gelişim süresi değeri (dk)

Gelişim süresi değeri, hamurun yoğurmanın en etkin olduğu noktaya gelmesi için gereken suyu alma hızıdır. Gelişim süresi kısa ise su emiliminin çok hızlı gerçekleştiği, uzun ise suyun un tarafından çok daha yavaş alındığını göstermektedir (Gül, 2007).

Gelişim süresi değeri (dk) sonuçlarına bakıldığında; (Çizelge-1) anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p>0.05$).

Stabilite değeri (dk)

Stabilite değeri; hamur içinde yoğurma ile oluşturulan glüten zincirlerinin kararlılığı ve sağlamlığını gösterir. Hamurun oluşmaya başladığı zamandan, bozulmaya başladığı zamana kadar geçen süredir ve ekmeklik unlarda 5 dk ve üzerinde olması istenir.

Stabilite değerinin (dk) korelasyonuna bakıldığında (Çizelge-2), sedimantasyon değeri (mL) ile $r=0.59^{**}$, yaş glüten miktarı (%) ile $r=0.81^{**}$, toplam protein miktarı (%) ile $r=0.53^*$, hamur uzayabilirlik (mm) ile $r=0.52^*$, yoğurma tolerans indeksi (BUE) ile $r=-0.65^{**}$ yumuşama derecesi (BUE) ile $r=-0.61^{**}$ ve ekmek hacmi (cm^3) ile $r=0.65^{**}$ şeklinde değerlere ulaşılmıştır.

Stabilite değeri için en yüksek pozitif korelasyon yaş glüten miktarı (%) ile elde edilmiştir ($r=0.81$). Glüten miktarı arttıkça hamurun stabilitesi artmıştır. Stabilite değeri en yüksek negatif korelasyonu ise yoğurma tolerans indeksi $r=-0.65$ ve yumuşama derecesi $r=-0.61$ ile

göstermiştir. Bu değerler arttıkça, hamurların fermantasyona ve mekanik işlemlere karşı dayanımları yani stabiliteyi gittikçe azalmıştır.

Genelde ekmeklik kalitesi yüksek unların stabilite değerinin uzun, yumuşama derecesinin düşük olması istenir. Stabilite süresinin fazla olması hamurun elastikiyetinin ve işlenmeye elverişliliğinin fazla olduğunu, bu unlardan yapılacak ekmeklerin daha büyük hacimli olacağını gösterir.

D'Appolonia ve Kunherth, (1984)'e göre, stabilite değerinin artmasıyla daha kuvvetli bir hamur oluşur. Stabilite değeri, kuvvetli undan zayıf una doğru geçişlerde azalmaktadır.

Şahin ve ark., (2013), yaptıkları çalışmada, hamur stabilite değeri ile protein ve yaş gluten miktarı arasında yüksek korelasyon bulmuştur.

Aydoğan ve ark., (2012)'a göre, stabilite değeri düşük olursa hamurun işleme yeteneği o oranda azalır ve fermantasyon süresi kısalmıştır.

Yoğurma tolerans indeksi (BUE)

Yoğurma tolerans indeksi (YTI); hamur yoğurma esnasında, pik değerine ulaşıldıktan 5 dk sonra yoğurmaya karşı gösterilen dirençteki azalmanın bir ölçüsüdür. Yoğurma tolerans indeksi değeri hamur dayanıklılığı hakkında fikir verir (Karaoğlu, 2006). İyi kalite unlar için yoğurma tolerans indeksi (BUE) değeri 20 BUE, zayıf unlar için ise 100 BUE civarındadır (Boyacıoğlu, 2007).

Yoğurma tolerans indeksi değerinin (BUE) korelasyon ilişkilerine bakıldığında (Çizelge-2), yaş gluten (%) ile $r=-0.47^*$, stabilite değeri (dk) ile $r=-0.65^{**}$ ve hamur yumuşama değeri (BUE) ile $r=0.83^{**}$ değerleri bulunmuştur.

Yoğurma tolerans indeksi değerinin aynı yumuşama değerinde olduğu gibi düşük olması istenir. Çünkü hamurun yoğurulmaya karşı yüksek direnç göstermesi, kuvvetliliği ile alakalıdır ve bu değeri uzun süre muhafaza etmesi istenir. Yoğurma tolerans indeksi değerinin yüksek olması durumunda, hamur tam gelişime ulaştıktan sonra daha hızlı bozulur. Çalışmamızda yoğurma tolerans indeksi ve yumuşama değerleri arasında oldukça yüksek korelasyon bulunmuş ve bu durumu doğrulamıştır.

Arduzlar, (2010), yaptığı çalışmasında, yoğurma tolerans indeksi ile stabilite değeri arasında $r=-0.62^{**}$ ve yoğurma tolerans indeksi ile yumuşama derecesi arasında $r=0.58^{**}$ değerlerine ulaşmıştır. Yapılan çalışmamızda da yoğurma tolerans indeksi ile stabilite değeri arasında $r=-0.65^{**}$ ve yoğurma tolerans indeksi ile yumuşama derecesi arasında $r=0.83^{**}$ değerlerine ulaşılmıştır.

Yumuşama derecesi (BUE)

Yumuşama derecesi; farinograf grafiği eğrisinin tepe noktasından itibaren 12 dk sonra, 500 konsistens çizgisine olan uzaklıktır. Genelde hamurun yumuşamaya başladığı süre olarak bilinir.

Yumuşama derecesi değerinin (BUE) ilişkilerine bakıldığında (Çizelge-2), sedimantasyon değeri (mL) ile $r=-0.47^*$, yaş gluten (%) ile $r=-0.55^*$, hamur uzayabilirlik (mm) ile $r=-0.45^*$, stabilite (dk) ile $r=-0.61^{**}$, yoğurma tolerans indeksi (BUE) ile $r=0.83^{**}$ ve ekmek hacmi (cm^3) ile $r=-0.59^{**}$ şeklinde korelasyon değerlerine ulaşılmıştır.

Protein miktar ve kalitesi yüksek ekmeklik unlarda yumuşama derecesi düşük çıkar. Yüksek yumuşama derecesi ise gluten proteinlerinin zayıflığını, unun işlemeye karşı toleransının az olduğunu, ekmeklik kalitesinin düşük olduğunu ve fermantasyon süresinin kısa olacağını belirtir (Özkaya ve Kahveci, 1990).

Ekmeklik unlarda, yumuşama derecesinin düşük olması, bisküvilik unlarda ise genelde yüksek olması arzu edilir (Doğan ve Uğur, 2005).

Korelasyon değerlerine bakıldığında, yumuşama değeri ile unun kuvvetli olduğuna işaret eden sedimantasyon değeri, yaş glüten değeri, hamur uzayabilirlik ve stabilite değeri ve ekmek hacmi gibi parametreler ile negatif ilişki tespit edilmiştir. Bu durum Doğan ve Uğur, (2005)'un belirttiği gibi, kuvveti yüksek olan ekmeklik buğdayların yumuşama derecelerinin düşük çıkması beklenen bir durumdur.

Hamur uzayabilirlik testi (mm)

Uzayabilirlik değeri hamurun işlenebilme özellikleri ile genişlemeye ve yayılmaya karşı gösterdiği direnç hakkında bilgi verir (Karaoğlu, 2006). Uzayabilirlik testi ile fermantasyon sırasında meydana gelen değişimlerin belirlenip proses hakkında oldukça önemli bilgiler verilebileceği ifade edilmektedir (Doğan ve ark., 1996).

Hamur uzayabilirlik değerinin (mm) korelasyon değerlendirmesinde (Çizelge-2) sedimantasyon değeri (mL) ile $r=0.61^{**}$, yaş glüten miktarı (%) ile $r=0.69^{**}$, toplam protein (%) ile $r=0.69^{**}$, stabilite değeri ile $r=0.52^*$, yumuşama değeri (BUE) ile $r=-0.45^*$, su absorpsiyonu (dk) ile $r=-0.49^*$ ve ekmek hacmi (cm^3) ile $r=0.62^{**}$ şeklinde değerlere ulaşılmıştır.

İyi bir ekmek hacmi için fermantasyondan sonraki pişirme sırasında hamur içinde oluşan gaz hücrelerinin yırtılmadan genişlemesi gerekir. Uzamaya karşı direnç ve uzayabilirlik dolaylı olarak gaz hücrelerinin genişlemesi sırasında uzamanın sınırını karakterize etmektedir (Andersen ve ark., 2004).

Hamur uzayabilirlik değeri unun içerdiği protein oranından önemli derecede etkilenmektedir. Meral ve ark., (2010)'nın unların reolojik özelliklerinin belirlenmesiyle ilgili çalışmalarında, protein oran ve kalitesinin artmasıyla uzayabilirliğin arttığı ifade edilmiştir.

Şahin ve ark., (2011b)'nın belirttiği gibi, sedimantasyon, yaş glüten ve stabilite değerleriyle pozitif ilişki, hamur kuvvetinin artmasıyla özelliklerinin geliştiği ve kaliteli olarak nitelenebilecek bir yapıda olduğu şeklinde açıklanabilir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre kullanılan un örneklerinin kaliteli sayılabileceği ve ekmek hacimleriyle yüksek korelasyon bulunmasının da bu durumu doğruladığı şeklinde değerlendirilmiştir.

Maksimum kuvvet (g) değeri

Hamurun uzamaya karşı gösterdiği maksimum kuvvet ile hamur uzayabilirlik değeri, unun ekmeklik özelliklerini belirleyen önemli ölçütlerdir. Hamurun fermantasyon sırasında üretilen CO_2 gazını tutabilmesi, hamur uzama kabiliyeti ve maksimum kuvvet ile ilgilidir. Hamurun uzama kabiliyeti ve maksimum kuvveti yüksek olduğunda ekmek hacmi artmaktadır (Köksel ve ark., 2000).

Maksimum kuvvet değerinin (g) korelasyon değerlerine bakıldığında (Çizelge-2); glüten indeksi (%) ile $r=0.60^{**}$ ve su absorpsiyonu (%) ile $r=0.58^{**}$ şeklinde sonuçlara ulaşılmıştır.

Sahari ve ark., (2006)'a göre son ürün kalitesini etkileyen maksimum kuvvet değeri unun içerdiği protein oranı ve kalitesinden etkilenmektedir. Hamur uzayabilirlik değerinde olduğu gibi unun protein oran ve kalitesinin artması bu değeri de artırmaktadır.

Azudin ve ark. (1997) tarafından yapılan bir çalışmada, su absorpsiyon değeriyle, maksimum kuvvet arasında önemli bir ilişki saptanmış, su absorpsiyon değerindeki artışa bağlı olarak, hamur kuvvetinde de bir artış gözlemlenmiştir.

Meral ve ark., (2010) yaptıkları çalışmada, üç farklı tipte unun tekstür analiz cihazı ve ekstensograf cihazı kullanılarak hamur uzayabilirlik ve maksimum kuvvet ölçümleri yapmıştır.

Çalışma sonucunda hamur uzayabilirlik ve maksimum kuvvet değerleri unun protein değerlerinin artmasıyla paralel olarak artmış ve istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Ekmek hacmi

Reolojik ve kimyasal analizler unun ekmeklik kalitesini tam olarak belirleyemediği için unun son kalite kriteri olarak standart ekmek pişirme denemelerine gereksinim vardır. Ekmek pişirme denemesi hem unun ekmeklik kalitesi hakkında son değerlendirmeyi yapmak için hem de una katılan çeşitli maddelerin unun ekmeklik kalitesine etkilerini anlamak için yapılır (Boyacıoğlu, 1996).

Ekmek hacmi (cm³) değerinin korelasyonlarına bakıldığında, (Çizelge-2), sedimantasyon değeri (mL) ile $r=0.71^{**}$, yaş glüten (%) ile $r=0.83^{**}$, glüten indeks (%) ile $r=0.55^*$, toplam protein ile (%) $r=0.61^{**}$, hamur uzayabilirlik (mm) ile $r=0.62^{**}$, stabilite (dk) ile $r=0.65^{**}$ ve yumuşama değeri (BUE) ile $r=-0.59^{**}$ şeklinde sonuçlara ulaşılmıştır.

Carson ve Edwards, (2009)'a göre, yüksek protein içeriği olan buğday unlarının yüksek su absorpsiyon kapasiteleri ve dolayısıyla büyük hacimli ekmek verebilme potansiyelleri vardır.

Hruskova ve ark., (2006) yaptıkları çalışmada ekmek hacmi ile protein oranı arasında pozitif ve önemli bir ilişki bulunduğunu belirtmişlerdir.

Atlı, (1987)'nin ekmeklik buğday çeşitleri üzerine yaptığı bir çalışmada, sedimantasyon değeri ile ekmek hacmi arasında önemli pozitif korelasyon değerleri elde edilmiştir. Bu ilişki iyi kalitedeki buğday çeşitlerinde yüksek iken düşük kaliteli çeşitlerde ise daha az bulunmuştur.

Aydoğan ve ark., (2015)'nin yapmış olduğu çalışmada, ekmek hacmi ile su absorpsiyonu, toplam protein ve sedimantasyon değerleri arasında pozitif ve önemli, yumuşama değeri ile negatif ve önemli ilişki tespit edilmiştir.

SONUÇ

Buğday ve un kalitesini belirlemek üzere çok sayıda alet, ekipman ve yöntem geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur. Hammadde kalite analizi ölçütleri ve bu ölçütler arasındaki ilişkilerin tespiti, “son ürün kalitesi” ve “son ürünün hangi amaç için kullanılabileceği” gibi sorulara cevap açısından çok önemlidir.

Çalışma sonucuna göre, ekmeklik un kalitesini belirlemede, yaş glüten ve stabilite değerlerinin en önemli parametreler olduğu belirlenirken, sedimantasyon, toplam protein, hamur uzayabilirlik, maksimum kuvvet gibi parametrelerin de unların ekmek kalitesini belirlemede önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Son ürün olan ekmeğin hacminin neredeyse bütün parametrelerden etkilenmesi, ekmek üretiminde bu parametreleri belirleyen analizlerin hassas biçimde yapılması ve sonuçların dikkatlice değerlendirilmesi gerekliliğini ortaya koymuştur.

KAYNAKLAR

Akgün, F.B., 2007. *Ekşi Hamur Tozu Eldesi ve Ekmek Üretiminde Kullanılabilir Olanakları*, (yüksek lisans tezi, basılmamış). PÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 57s.

Anderssen RS., Bekes F., Gas PW., Nikolov A., Wood JT. 2004. Wheat-flour dough extensibility as a discriminator for wheat varieties. *Journal of Cereal Science*. **39**:195–203.

Anonim, (2000). AACC Approved Methods of the American Association of Cereal Chemist, USA.

- Anonim, 2008a. <http://textureanalysisprofessionals.blogspot.com/2014/12/texture-analysis-in-action-kieffer.html> Erişim tarihi: 01.03.2017
- Anonim, 2012. Türk Gıda Kodeksi, Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği. Resmi Gazete 04.01.2012- Sayı: 28163.
- Anonim, 2013a. <http://www.aibi.eu/wp-content/uploads/draft-AIBI-Bread-Market-report-2013.pdf> Erişim tarihi: 20.11.2018
- Anonim, 2013b. Türk Gıda Kodeksi, Buğday Unu Tebliği. *Resmî Gazete* 02.04.2013- Sayı: 28606.
- Anonim, 2013c. <http://www.unihracati.com/un-fabrikalarinda-un-uretiminde-rutubet-miktari-tayini.html> Erişim tarihi: 10.02.2018
- Arduzlar, D., 2010. **Organik Buğday Ekmeğinin Karakterizasyonu**, (doktora tezi, basılmamış). İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Atlı, A., 1987. Kışlık tahıl üretim bölgelerimizde yetiştirilen bazı ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin kaliteleri ile kalite karakterlerinin stabilitesi üzerine araştırmalar. *Türkiye Tahıl Sempozyumu Bildirileri*, 6-9 Ekim 1987, Bursa, 443-454.
- Aydoğan S., Göçmen A., Şahin M., Önmez H., Demir B., Yakışır E., 2012. Ekmeklik buğday unlarında alveogaf, farinogaf ve miksogafta ölçülen reolojik özellikler arasındaki ilişkinin belirlenmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 7 (1):74-82
- Aydoğan S., Şahin M., Akçacık AG., Hamzaoğlu S., Taner S., 2015. Relationships between farinograph parameters and bread volume, physicochemical traits in bread wheat flours. *Journal of Bahri Dagdas Crop Research* 3 (1):14-18.
- Azudin, MN., Lo, V., Aliauskas, V., 1997. Effect of Wheat variety on instant noodle quality, *47th Australian Cereal Chemists Conference*, 14-18 September, 1997 Perth, Western Australia, 118-121.
- Baker R.J., Tipple K.H., Campbell A.B., 1971. Heritabilities of and correlations among quality traits in wheat. *Journal of Plant Science*. 51: 441-455.
- Boyacıoğlu, H., 1996. Unların ekmek yapım performanslarının tahminlenmesi. *Dünya Gıda Dergisi*, Ocak, 12-17, 1996
- Boyacıoğlu, H., 2007. **Hububat teknolojisi notları**. İTÜ Gıda Müh. Böl., İstanbul.
- Carson, G.R., Edwards, N.M., 2009. *Wheat: Chemistry and Technology*, Fourth Edition, Pages 97-118
- Curic, D., Karlovic, D., Tusak, D., Petrovic, B., Dugum, J., 2001. Gluten as standard of wheat flour quality. *Food Technology*, 39(4), 353-361.
- D'Appolonia ABL., Kunherlh WB., 1984. **The Farinograph Handbook**. American Association of Cereal Chem. St Paul Minnesota. USA. p.64.
- Doğan, İS., Ünal, S. 1990. Un fabrikalarında değişik pasajlardan alınan unların zedelenmiş nişasta miktarının enzimatik ve enzimatik olmayan yöntemle belirlenmesi. *EÜ. Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri: B Gıda Mühendisliği*, 8(1-2): 7-35.
- Doğan, İS., Ponte, JG., Walker, CE., 1996. Effect of formula and process variations on Turkish francala bread production. *Cereal Foods World*, 41(9): 741.
- Doğan, İS., Uğur, T. 2005. Van ve çevresinde yetiştirilen bazı buğdayların bisküvilik kalitesi üzerine bir araştırma. *YYÜ, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 15(2): 139-148.

- Ercan, R., 1989. Ülkemizde yetiştirilen bazı buğday çeşitlerinin ekmeklik kalitesi. *Gıda Dergisi*; **14** (4): 219-228.
- Gootenboer, D., 1989. *Le Gluten Index: Report de Stage*. Institut Technique des Céréales et des Fourrages, Paris, France.
- Gül, H., 2007. *Mısır ve Buğday Kepeğinin Hamur ve Ekmek Nitelikleri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi*. “Doktora tezi, basılmamış”. ÇÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği ABD, Adana, 232s.
- He H. and Hosoney, C., 1992. Effect of the quality of wheat flour protein on bread volume, *Cereal Chemistry*, **69**(1),17-19.
- Hruskova M., Svec I. and Jirsa O., 2006. Correlation between milling and baking parameters of wheat varieties. *Journal of Food Engineering*, **77**:439-444.
- Karaoğlu, MM., 2006. Cehparalia syriaca addition to wheat flour dough and effect on rheological properties. *International Journal of Food Science and Technology*, **41**: 37-46.
- Keçeli, A., Kaplan Evlice, A., Pehlivan, A., Şanal, T., Karaca, K., Külen, S., Seis Subaşı, A., Salantur, A., 2017. Ekmeklik buğdayda (*Triticum Aestivum L.*) Zeleny sedimentasyon analizi ve diğer kalite parametreleri ile ilişkisinin incelenmesi. KSÜ, *Doğa Bilimleri Dergisi*, sayı:20, 303-307, Kahramanmaraş.
- Kınacı, G., Kınacı, E., 2004. Kırgız-95 kışlık buğday çeşidinde sedimentasyon, gluten ve gluten indeksine yaprak gübrelerinin etkisi. Akdeniz Üniv., *Ziraat Fakültesi Dergisi*, **17**(1), 75-80.
- Köksel, H., Sivri, D., Özboy, Ö., Başman, A., Karaca, H., 2000. *Hububat Laboratuvar El Kitabı*. HÜ Mühendislik Fakültesi, Yayın No: 47, Ankara.
- Kruger, J.E., 1996. Research and testing procedures for oriental noodles at the GRL, *47th Australian Cereal Chemists Conference*, Perth, Western Australia, 66-69
- Menderis M, Atlı A, Köten M, Kılıç H., 2008. Gluten indeks değeri ve yaş gluten/protein oranı ile ekmeklik buğday kalite değerlendirilmesi. *HÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, **12**(3):57-64.
- Meral, R., Yıldız, Ö., Doğan, İS., 2010. Unların reolojik özelliklerinin belirlenmesinde tekstür analiz cihazının kullanımı ve sonuçların ekstensogaf değerleri ile karşılaştırılması. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, **5**(3) 17-24
- Özer, Ç., Ünal, S., 1998. Glutomatik 4+2 sistemi ile unların niteliklerinde değişmelerin belirlenmesi. *Un Mamulleri Dünyası*, **7**(2), 26.
- Özkaya, H., 1986. Buğday, un ve ekmeğin besin değeri ve ekmeğin zenginleştirilmesi. *Gıda Dergisi*, **11**(3):165-173.
- Özkaya H, Kahveci B., 1990. *Tahıl ve ürünleri analiz yöntemleri*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 14. Ankara. 152.
- Sahari MA., Gavlighi HA., Tabrizad MHA., 2006. Classification of protein content and technological properties of 18 wheat varieties grown in Iran. *International Journal of Food Science and Technology*. **41** (2): 6–11.
- Seçkin, R., 1970. *Buğdayın Bileşimi ve Kalitesine Etki Yapan Faktörler*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 430, Konferans Serisi:8, Ankara.
- Slaughter, D., Norris, KH., Hruscka, W., 1992. Quality and Classification of Hard Red Wheat. *Cereal Chemistry*, **69** (4) 428-432.

Şahin M., Göçmen Akçacık A., Aydoğan S., 2011a. Bazı ekmeklik buğday genotiplerinin tane verimi ile kalite özellikleri arasındaki ilişkiler ve stabilite yetenekleri. *Anadolu Journal of AARI*, **21**(2):39-48.

Şahin, M., Göçmen Akçacık, A., Aydoğan, S., Taner, S., Ayrancı, R., 2011b. Ekmeklik buğdayda bazı kalite özellikleri ile miksoğraf parametreleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, **20** (1): 6-11, Ankara

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, Ankara

TMO, 2013. www.tmo.gov.tr/Upl/Doc/bultenler/2013/hububatbulteni18072013tr.pdf

Uluöz, M., 1965. *Buğday, Un ve Ekmek Analiz Metotları*. EÜ. Ziraat Fakültesi Yayınları No. 29 İzmir, s. 91.

Ünal, SS., 1991, *Hububat Teknolojisi*. EÜ, Mühendislik. Fakültesi, Yayınları. No:29, İzmir, 219s.