



Alınış tarihi (Received): 14.06.2021

Kabul tarihi (Accepted): 21.08.2021

Bazı Arpa Genotipleri İle β -glukan İçeriği Zenginleştirilmiş Ekmek Hamurunun Reolojik Özellikleri

Mesut TÜRKER¹, Murat Reis AKKAYA^{1*}, Burçak TÜRKER¹, Osman KOLA¹

¹Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana

*Sorumlu yazar: mrakkaya@atu.edu.tr

ÖZET: Arpa; *Poaceae* familyasından *Hordeum* cinsine ait olup buğday gibi en eski tahıl ürünlerinden biridir. Bileşiminde kuru maddede yaklaşık %65-68 nişasta, %8-17 protein, %3.6-9 β -glukan, %2-3 serbest lipid ve %1.5-3 mineral madde bulunmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda arpanın buğday ekmeği reçetelerinde belli bir orana kadar kullanılabilirdiği gözlemlenmektedir. Bu çalışmada farklı arpa çeşitlerinden elde edilen unlarının buğday ununa farklı oranlarda ilavesiyle elde edilen ekmek hamurlarının reolojik özellikleri araştırılmıştır. Arpa unlarının kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri incelendiğinde; nem oranlarının %11.21-%12.83 arasında, kül oranlarının %1.43-%1.89 arasında, protein oranlarının %12.75-%14.24 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Tüm tane arpa numunelerinin β -glukan değerleri %4.22-%5.7 arasında, arpa unlarının β -glukan değerleri ise %1.88-%3.08 arasında değiştiği, buğday ununun β -glukan değerinin de %0.21 olduğu bulunmuştur. Çalışmada arpa unu %10, %20 ve %30 oranlarında kullanılmıştır. Arpa unlarının kullanım miktarının artmasıyla su absorpsiyon miktarının arttığı gözlemlenmiştir. Ekstensograf analizlerine göre %10 ve %20 oranında arpa unu ilavesinin ekmek yapımına uygun olduğu belirlenmiştir. Bu oranlarda arpa unu kullanımı ile de β -glukan yönünden zenginleştirilmiş ekmekler üretililecektir.

Anahtar Kelimeler- Arpa, hamur reolojisi, β -glukan, arpalı ekmek

Rheological Characteristics of Bread Dough Enriched With Some Barley Genotypes by β -glucan Content

ABSTRACT: Barley belongs to the *Hordeum* genus of the *Poaceae* family and is one of the oldest grain products such as wheat. It contains approximately 65-68% starch, 8-17% protein, 3.6-9% β -glucan, 2-3% free lipid and 1.5-3% mineral substance in dry matter. In recent studies, it has been observed that barley can be used in wheat bread recipes to a certain extent. In this study, the rheological properties of bread dough obtained by adding flour detected from different barley varieties to wheat flour in different proportions were investigated. When the chemical and physicochemical properties of barley flours were examined; it was found that the water content, ash content, protein content respectively; 11.21%-12.83%, 1.43%-1.89%, 12.75%-14.24%. It was determined that β -glucan contents of whole grain barley samples varied between 4.22% and 5.7%, while the β -glucan percentages of barley flours ranged between 1.88% and 3.08%. It was found that the β -glucan content of wheat flour was also 0.21%. In the study, 10%, 20% and 30% of barley flour was used. It was observed that the amount of water absorption increases as the amount barley flours increases. According to the extensograph analysis, the addition of 10% and 20% barley flour was found to be suitable for making bread. By using barley flour at these rates, β -glucan enriched breads can be produced.

Keywords- Barley, dough rheology, β -glucan, barley bread

1. Giriş

Poaceae familyasından *Hordeum* cinsine ait olan arpa, dünyada tarımı yapılan en eski tahıllardan biridir (Arendt ve Zannini, 2013). Ayrıca arpa; E vitamini, B kompleks vitaminleri, mineraller ve fenolik bileşikler gibi biyoaktif bileşenler ile çözünür ve çözünmeyen diyet lifleri içeren iyi bir tahıl kaynağıdır (Izydorczyk ve Dexter, 2008). Baik ve Ullrich (2008) tarafından yapılan bir araştırmada, arpanın kompozisyonunun yaklaşık %65-68 oranında nişasta, %8-17 protein, %3.6-9 β -glukan, %2-3 serbest lipit ve %1.5-3 mineral içeriğinin olduğu bildirilmiştir. Toplam diyet lif miktarı %11 ile %34 arasında, çözünür diyet lif oranı ise %3 ile %20 arasında değişmektedir.

Arpanın temel lif bileşenlerinden β -glukanlar lipit metabolizmasını iyileştirmekte, plazma kolesterolünü ve glisemik indeksi düşürmektedir. Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tüm tahıl arpa ve arpa içerikli ürünlerin koroner kalp rahatsızlığı riskini azalttığını bildirmektedir (Idehen ve ark. 2017). Buğdaya göre arpada bulunan besinsel lifin kan kolesterolünü düşürme etkisi daha fazla olup kalp rahatsızlıklarına neden olan düşük yoğunluklu lipoproteinleri azaltma etkisi olduğu bilinmektedir. Ayrıca serum kolesterolünü düşürme etkisine sahip olan E vitamini izomerlerini de içermektedir (Altan ve ark. 2006).

Günümüzde arpa büyük oranda hayvan yemi ve malt-bira endüstrisinde değerlendirilmektedir. Zayıf pişme kalitesi göstermesi nedeniyle gıdalarda pek kullanılmayan arpa içerdiği protein, besinsel lif, nişasta olmayan polisakkaritlerden özellikle β -glukan, selüloz ve arabinoksilan içermesi, fitokimyasal içeriğinin diğer tahıllara göre yüksek olması ve birçok gıdada katkı olarak kullanılabilme özelliği nedeniyle son yıllarda gıdalarda kullanımı yaygınlaşmıştır. Arpa ekmek, kek, kurabiye gibi buğday esaslı ürünlerde sıklıkla kullanılmaktadır.

Dhingra ve Jood (2002) arpa unu ile desteklenmiş buğday ekmeğinin organoleptik ve besleyici özelliklerini inceledikleri bir çalışmada; arpa ununun %15'e kadar buğday unu yerine kullanılmasıyla ekmeklerin organoleptik özelliklerini korurken toplam lizin, diyet lifi ve β -glukan içeriğinin önemli ölçüde arttığını belirtmişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada buğday ekmeğine %15-20 arpa unu ilave edilmesinin genel aroma, görünüm ve doku özellikleri bakımından kabul edilebilir düzeyde olduğu bildirilmiştir (Gupta ve ark., 2011). Başka bir çalışmada da arpa unu yüzdesindeki artışla birlikte, gözeneklilik özelliklerinin arttığı belirlenmiştir. Genel olarak %10 arpa unu ilaveli ekmeğin şekil ve gözenek yapısı, buğday unu ekmeğine benzer iken, arpa ununun %15 ve %25 oranında ilave edilmesi ile daha düzensiz ve daha büyük gözeneklerin oluştuğu bildirilmiştir (Al-Attabi ve ark., 2017). Kavuzsuz arpa ununun buğday ununa ilave edildiği bir çalışmada da arpa ununun %40 oranında kullanılmasıyla ekmek hacminin azaldığı, toplam ve çözünür 1,4 ve 1,3 β -D-glukan ile toplam arabinoksilan oranının arttığı belirtilmiştir (Trogh ve ark., 2004). Buğday ununa kavuzsuz arpa ununun ilave edildiği başka bir çalışmada ise arpa ununun kullanım oranının arttıkça ekmek renginin koyulaştığı, stabil yapıdan uzaklaştığı ve yapısının sertleştiği belirtilmiştir. Arpa ununun %15-30 oranında kullanılmasıyla ekmek özelliklerinin çok değişmediği bildirilmiştir (Ereifej ve ark., 2006).

Bu çalışmanın amacı, β -glukan oranları belirlenen bazı arpa genotiplerine ait unların buğday ununa farklı oranlarda ilavesiyle elde edilen ekmek hamurlarının reolojik özelliklerinin araştırılmasıdır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışmada ekmek hamurlarının üretiminde kullanılacak olan üç adet kavuzsuz arpa genotipi (Güldeste, INBYT15 ve INBYT25) ve dört adet kavuzlu arpa genotipi (Ay, Dolunay, MRA2, MRA20) örnekleri Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir. Arpa örneklerinden Güldeste, Ay ve Dolunay örnekleri çeşit, MRA2, MRA20, INBYT15 ve INBYT25 örnekleri ise çeşit adaydır. Ekmeklik buğday unu (Güney Un, Adana, Türkiye) kontrol örneği olarak kullanılmıştır. Arpa örnekleri Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Tahıl İşleme Laboratuvarı'nda bulunan laboratuvar tipi un değirmende (Yücebaş Makine Analitik Cihazlar, İzmir, Türkiye) öğütülmüş ve daha sonra 212 mikron eleklerden geçirilerek un elde edilmiştir. Elde edilen arpa unları (kavuzlu ve kavuzsuz arpa unu) %10, %20, %30 oranlarında buğday ununa ilave edilip polietilen torbada homojen karıştırılmış, analiz edilinceye kadar +4°C saklanmış, sonrasında ekmek hamurunun reolojik özellikleri belirlenmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Unda Kimyasal ve Fizikokimyasal Analizler

Un örneklerinde rutubet tayini, AACC Metot No.44-15.02'e göre belirlenmiş ve değerler % nem miktarı olarak hesaplanmıştır. Kül tayini ise AACC Metot No.08-01'e göre tespit edilmiş ve % kül miktarı olarak hesaplanmıştır. Buğday ununun yaş gluten değeri AACC Metot No.38-11'e göre, düşme sayısı AACC Metot No.56-81.03'e göre ve zeleny sedimentasyon değerleri AACC Metot No.56-60.01'e göre belirlenmiştir (AACC, 2000).

Un örneklerinde protein miktarı Kjeldahl metodu kullanılarak belirlenmiştir. Buğday örneği için azot faktörü olarak 5.7, arpa örnekleri için bu faktör 5.83 olarak kullanılmıştır (Anonim, 2002).

Arpa örneklerinin β -glukan içeriğini belirlemek amacıyla Megazyme β -glukan ve glikoz test kitleri (Megazyme 2/11 Ponderosa Parade, Warriewood Sydney, NSW, 2102 Avustralya) kullanılmıştır (McCleary ve Codd, 1991).

2.2.2. Hamurda Reolojik Analizler

Un örneklerinin farinograf özellikleri farinograf cihazı (Farinograph-AT, Brabender, Almanya) kullanılarak AACC Metot No.54-21.02 (AACC, 2000)'e göre belirlenmiştir. Farinograf analizleri ile unların su absorpsiyon değeri (%), hamurun gelişme (yoğurma) süresi (dk), hamur stabilite değeri (dk), yumuşama derecesi (BU) ve farinograf kalite değerleri (mm) saptanmıştır.

Un örneklerinin ekstensograf özellikleri ekstensograf cihazı (Extensograph-E, Brabender, Almanya) ile AACC Metot No.54-10.01 (AACC, 2000)'e göre belirlenmiştir. Ekstensograf analizleri ile de unların 45., 90. ve 135. dakikalardaki enerji değeri (cm^2), uzayabilirlik değeri (mm) ve direnç değeri (BU) hesaplanmıştır.

2.2.3. İstatistik Analizi

Çalışma kapsamında yapılan tüm analizler SPSS 20.0 istatistik programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Örnekler arasındaki farklar ($p<0.05$) DUNCAN çoklu testi kullanılarak belirlenmiştir (Altunışık ve ark., 2010).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Unda Kimyasal ve Fizikokimyasal Özelliklerin Belirlenmesi

Çalışmada kullanılan buğday unu ve farklı arpa genotiplerinden elde edilen unların nem, kül ve protein miktarları Tablo 1’de, buğday ununa ait zeleny sedimantasyon, yaş ve kuru gluten ile düşme sayısı değerleri ise Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1. Buğday ve arpa unu örneklerine ait kimyasal özellikler

Table 1. Chemical properties of wheat and barley flour samples

Örnek Çeşidi	Örnek Adı	Nem (%)	Kül Miktarı (%)	Protein Miktarı (%)
Kontrol	Buğday Unu	11.89±0.02 ^d	0.75±0.02 ^e	10.90±0.04 ^e
Kavuzlu arpa	Ay	11.21±0.01 ^g	1.58±0.01 ^b	13.08±0.06 ^e
Kavuzlu arpa	Dolunay	12.42±0.02 ^b	1.61±0.01 ^b	13.45±0.03 ^b
Kavuzlu arpa	MRA20	12.83±0.01 ^a	1.51±0.02 ^c	13.10±0.09 ^e
Kavuzlu arpa	MRA2	11.59±0.03 ^e	1.89±0.01 ^a	14.17±0.03 ^a
Kavuzsuz arpa	Güldeste	12.43±0.02 ^b	1.43±0.01 ^d	13.42±0.03 ^b
Kavuzsuz arpa	INBYT15	12.37±0.01 ^c	1.43±0.01 ^d	12.75±0.08 ^d
Kavuzsuz arpa	INBYT25	11.42±0.01 ^f	1.51±0.01 ^c	14.24±0.09 ^a

Farklı harflerle kodlanan (a-g) örnekler arasında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$).

Tablo 2. Buğday unu örneğine ait fizikokimyasal özellikler

Table 2. Physicochemical properties of wheat flour sample

Örnek Çeşidi	Örnek Adı	Zeleny Sedimantasyon (mL)	Yaş Gluten (%)	Kuru Gluten (%)	Düşme Sayısı (sn)
Kontrol	Buğday Unu	30±0.01	25±0.57	8.33±0.19	343±1.45

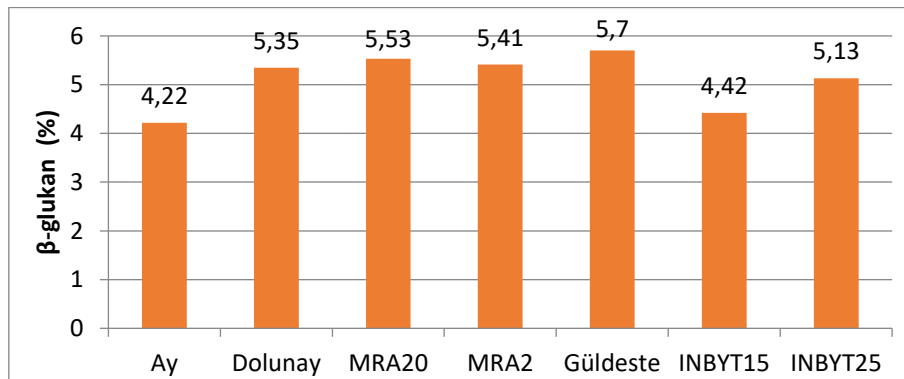
Arpa unlarının kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri incelendiğinde; nem içeriklerinin %11.21 ile %12.83 arasında, kül içeriklerinin %1.43-1.89 ve protein oranlarının %12.75-14.24 arasında değiştiği belirlenmiştir. Ülkemizde arpa ununun gıda ürünlerinde kullanımı ile ilgili herhangi bir tebliğ bulunmamaktadır. Arpa unu ile ilgili yapılan bir çalışmada; kullanılan arpa ununun nem değerinin %10.7, kül miktarının %0.76, protein miktarının %15.27 ve düşme sayısının ise 356 sn olduğu bildirilmiştir (Golzari, 2015). Buğday ununa %10, %15 ve %25 oranında arpa unu ilavesi ile un karışımına ait değerlerin incelendiği bir çalışmada da arpa unu ilavesiyle protein değerlerinin düştüğü, kül miktarının arttığı ve %15 oranında arpa unu kullanılan örneklerde düşme sayısı değerinin arttığı bildirilmiştir (Al-Attabi ve ark. 2017). Buğday unu yerine arpa ununun kurabiyelerde kullanılmasıyla ilgili yapılan bir çalışmada da arpa ununun fizikokimyasal özellikleri incelenmiştir. Arpa ununun nem değerinin %13.1, kül miktarının %1.45, protein değerinin %8.2 olduğu saptanmıştır (Gupta ve ark. 2011). Ekstrüzyon yönteminin arpa unu üzerine etkilerinin

araştırıldığı bir çalışmada ise iki farklı arpa çeşidi ununun kül değerlerinin %1-1.2, protein değerlerinin ise %10.2-10.4 arasında değiştiği bildirilmiştir (Vasanthan ve ark. 2002). Tokak yerel arpa çeşitlerinin özelliklerinin incelendiği bir çalışmada 25 farklı arpa çeşidine ait kül miktarının %2.04-2.56 arasında, protein değerlerinin ise %12-14.47 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Alkan ve Kandemir, 2015). Öğütme işleminin arpa üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada arpa unlarının nem değerinin %11.53, kül değerinin %1.15, protein değerinin ise %9.52 olduğu belirtilmiştir (Drakos ve ark. 2017). Ekmek yapımında farklı arpa unlarının farklı oranlarda kullanıldığı bir çalışmada arpa unlarının protein değerlerinin %13-16.2 arasında, kül değerlerinin ise %3-4.7 arasında değiştiği bildirilmiştir (Erefej ve ark. 2006). Yapılan çalışmalar incelendiğinde arparın çeşidine ve yetiştirildiği bölgeye göre nem, protein ve kül değerlerinin değiştiği gözlemlenmiştir. Buğday Unu Tebliği'ne (2018/39) göre ekmeklik buğday ununa ait nem içeriğinin en çok %14.5, kül içeriğinin %0.7 ile %0.8 arasında değişmesi gerektiği, sedimantasyon, protein ve düşme sayısı değerlerinin ise sırasıyla en az 26 mL, %10.5 ve 250 sn olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2018). Buna göre, çalışmada kullanılan buğday unu değerlerinin Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği'ne (2018/39) uyduğu belirlenmiştir. Arpa unlarına ait özellikler ise literatür ile uyum içerisindedir.

3.1.1. β -glukan Analizi

Arpa tahıllar içerisinde değerli bir β -glukan kaynağı olup tahıl ürünlerine ilave edilmesiyle fenolik bileşikler gibi biyoaktif bileşiklerin alınmasına katkıda bulunmaktadır. Arpada bulunan β -glukan değerinin %2-11 arasında değiştiği literatürde belirtilmiştir. Bu değer diğer tahıllara kıyasla oldukça yüksektir (Arcangelis ve ark. 2019). Panfili ve ark. (2008) yaptığı çalışmada arpa örneklerinin β -glukan değerlerinin %4.82 olduğunu, Yeung ve Vasanthan (2001) yaptığı çalışmada ise %5.9 olduğunu bildirmiştir. Köten (2010) yaptığı çalışmada ise, arpa örneklerinde β -glukan değerini %3.75 olarak belirlemiştir. Bu araştırmaların yanı sıra arpanın bileşiminde çeşidine bağlı olarak %3-6 oranında β -glukan olabileceği de bildirilmiştir (Altan ve ark. 2006). Ferrari ve ark. (2009), yaptığı çalışmada arpa çeşitlerinde β -glukan değerinin %5.4-7.8 arasında olduğunu, Vasanthan ve ark. (2002), yaptığı çalışmada ise arpalarda β -glukan değerlerinin %3.9 ile %6.5 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

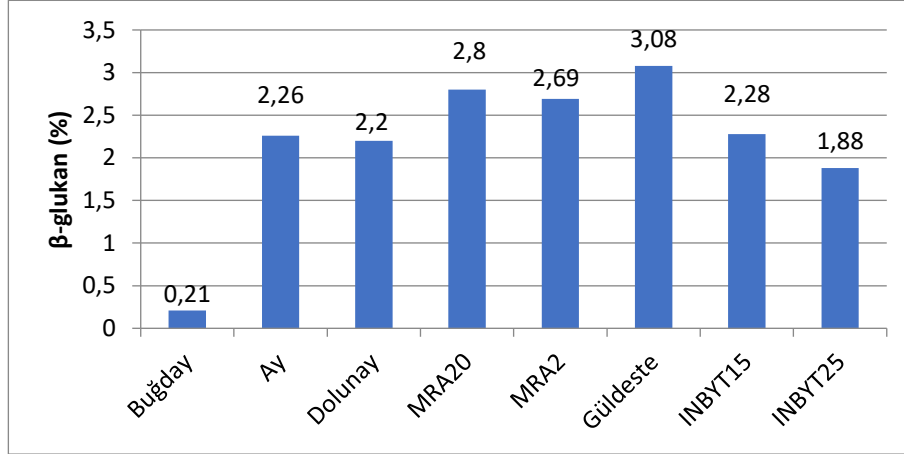
Bu çalışmada hem tam tane arpa numunelerinin hem de arpa ve buğday unu numunelerinin β -glukan değerleri belirlenmiştir. Tam tane arpa numunelerinin β -glukan değerlerinin %4.22-5.7 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Şekil 1). Yapılan çalışmalar incelendiğinde arpa numunelerinin β -glukan değerlerinin literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir.



Şekil 1. Arpa örneklerine ait β -glukan değerleri

Figure 1. β -glucan values of barley samples

Arpa unlarının β -glukan değerleri incelendiğinde ise, değerlerin %1.88 ile %3.08 arasında değiştiği saptanmıştır (Şekil 2). Arpa unlarında taneye göre β -glukan değerleri daha az bulunmaktadır. Buğday ununun β -glukan değeri ise %0.21 olarak belirlenmiştir. Tahıl kaynaklı β -glukanlar arpa ve yulafta, çavdar ve buğdaya göre daha fazla miktarda bulunmaktadır.



Şekil 2. Buğday ve arpa unu örneklerine ait β -glukan değerleri

Figure 2. β -glucan values of wheat and barley flour samples

3.2. Hamurda Reolojik Analizler

3.2.1. Farinograf Analizi

Buğday ununda kimyasal özelliklerin yanı sıra reolojik özellikler de önemli olup son ürün kalitesini etkilemektedir. Bu bakımdan farklı cihazlar kullanılarak reolojik özellikler belirlenebilmektedir. Son ürün kalitesini belirleyen reolojik özelliklerden özellikle unun su absorpsiyon miktarının belirlenmesi, gelişme süresi ve stabilitesi farinograf analizleri ile, hamur kuvveti, uzayabilirliği ve fermantasyon toleransı ise ekstensograf analizleri ile belirlenmektedir. Reolojik analizler ile son ürün kalitesi hakkında yorum yapılabilmektedir.

Buğday ununa değişik oranlarda arpa unu ilave edilmesiyle elde edilen un karışımlarının farinograf değerleri Tablo 3’de verilmiştir. Kontrol örneği olarak kullanılan buğday ununda su absorpsiyon miktarı %64.27 olarak belirlenmiştir. Buğday ununa arpa unu ilavesiyle örneklerin su absorpsiyon miktarlarının arttığı gözlemlenmiştir. Örneklerden MRA20 örneğinin %30 oranında kullanılmasıyla su absorpsiyon miktarlarının buğday unu ile arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). En yüksek su absorpsiyon oranının ise, MRA2 örneğinin %30 oranında (%67.10) ve Güldeste örneğinin %30 oranında kullanıldığı örneklerde (%67.05) belirlenmiş olup diğer örneklerle arasında istatistiksel olarak fark bulunmaktadır ($p<0.05$).

Stabilite değeri, kurvenin 500 konsistens çizğine ulaştığı ve bu çizgiden ayrıldığı nokta arsında geçen süreyi ifade etmektedir. Buğday ununun stabilite değeri 2.26 dk olarak tespit edilmiştir. Ay örneğinin kullanım oranının artmasıyla stabilite değerinin yükseldiği gözlemlenmiştir. MRA2 örneğinin %30 oranında kullanılmasıyla stabilite değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir. Dolunay örneğinin %20, MRA2 örneğinin %10 ve INBYT15 örneğinin %10 ve %20 oranında kullanıldığı örneklerde stabilite değerlerinin buğday unu ile aralarında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). En yüksek stabilite değeri

%30 oranında Ay ve %30 oranında MRA2 örneğinin kullanıldığı hamurlarda belirlenmiş olup, diğer örneklerle arasında istatistiksel olarak fark bulunmaktadır ($p<0.05$). En düşük stabilite değeri ise %30 oranında INBYT15 örneğinin kullanıldığı hamurda elde edilmiştir (1.53 dk).

Tablo 3. Buğday unu ve buğday-arpa unu karışımlarına ait farinogram değerleri
Table 3. Farinogram values of wheat flour and wheat flour - barley flour mixtures

Örnek Adı (Un)	Su Absorpsiyonu (mL)	Stabilite (dk)	Gelişme Süresi (dk)	Yumuşama Derecesi (BU)	Farinograf Kalite Değeri (mm)
%100 Buğday	64.27±0.20 ^m	2.26±0.15 ^{cde}	1.38±0.05 ^{ab}	59.0±6.08 ^{cde}	32.00±2.60 ^{cde}
%90Buğday+%10 Ay	65.46±0.05 ^{shi}	2.33±0.19 ^{cde}	1.43±0.02 ^a	44.0±8.00 ^{ghi}	36.00±5.00 ^{cde}
%80Buğday+%20 Ay	66.06±0.25 ^{de}	3.38±0.17 ^b	1.35±0.06 ^{abc}	39.6±6.50 ^{hi}	44.67±5.50 ^{bcd}
%70Buğday+%30 Ay	66.90±0.01 ^{ab}	4.16±0.05 ^a	1.38±0.01 ^{ab}	38.6±0.50 ^{hi}	63.67±1.50 ^{ab}
%90Buğday+%10 Dolunay	65.15±0.25 ⁱ	2.44±0.09 ^{cd}	1.00±0.03 ^{ab}	45.6±6.50 ^{fghi}	35.67±3.50 ^{cde}
%80Buğday+%20 Dolunay	65.60±0.10 ^{gh}	2.29±0.11 ^{cde}	1.19 ±0.05 ^e	46.0±3.00 ^{fghi}	31.67±2.50 ^{cde}
%70Buğday+%30 Dolunay	65.66±0.25 ^{fg}	2.56 ±0.03 ^c	1.26±0.07 ^{defg}	44.0±10.00 ^{shi}	53.00±1.70 ^{bc}
%90Buğday+%10 MRA20	64.40±0.20 ^{lm}	2.27±0.02 ^{cde}	1.31±0.01 ^{bcdef}	56.0±2.00 ^{def}	31.00±1.00 ^{cde}
%80Buğday+%20 MRA20	64.27±0.15 ^{kl}	2.02±0.01 ^{ef}	1.27±0.12 ^{defg}	48.0±9.00 ^{efgh}	32.67±6.50 ^{cde}
%70Buğday+%30 MRA20	64.70±0.30 ^m	2.50±0.06 ^{cd}	1.19±0.01 ^e	36.6±6.50 ⁱ	44.67±7.50 ^{bcd}
%90Buğday+%10 MRA2	65.96±0.05 ^{ef}	2.37±0.15 ^{cde}	1.38±0.03 ^{ab}	48.6±8.50 ^{efgh}	36.67±3.50 ^{cde}
%80Buğday+%20 MRA2	66.86±0.15 ^{ab}	2.45±0.07 ^{cd}	1.24±0.07 ^{fg}	58.0±0.01 ^{cde}	34.00±1.00 ^{cde}
%70Buğday+%30 MRA2	67.10±0.30 ^a	4.04±0.04 ^a	1.27±0.03 ^{cdefg}	59.0±4.00 ^{cde}	52.00±1.00 ^{bcd}
%90Buğday+%10 Göldeste	66.66±0.15 ^{bc}	1.88±0.34 ^f	1.24±0.04 ^{efg}	53.6±2.50 ^{defg}	28.67±1.50 ^{de}
%80Buğday+%20 Göldeste	66.76±0.05 ^{ab}	2.16±0.06 ^{def}	1.31±0.01 ^{bcdef}	71.6±1.50 ^b	29.67±1.50 ^{cde}
%70Buğday+%30 Göldeste	67.05±0.55 ^a	2.41±0.02 ^{cd}	1.36±0.09 ^{abc}	85.0±5.00 ^a	61.67±3.00 ^{ab}
%90Buğday+%10 INBYT15	64.95±0.15 ^{jk}	2.32±0.10 ^{cde}	1.31±0.05 ^{bcdef}	54.6±5.50 ^{defg}	32.67±3.50 ^{cde}
%80Buğday+%20 INBYT15	65.90±0.10 ^{ef}	2.24±0.21 ^{cde}	1.34±0.01 ^{abcd}	49.0±0.01 ^{efgh}	38.00±1.00 ^{cde}
%70Buğday+%30 INBYT15	66.40±0.10 ^{cd}	1.53±0.03 ^g	1.26±0.08 ^{cdefg}	68.0±3.00 ^{bc}	26.67±1.50 ^e
%90Buğday+%10 INBYT25	65.60±0.20 ^{gh}	2.25±0.05 ^{cde}	1.32±0.06 ^{bcdef}	57.0±3.00 ^{de}	30.67±0.50 ^{cde}
%80Buğday+%20 INBYT25	65.90±0.0 ^{ef}	2.14±0.04 ^{def}	1.27±0.02 ^{cdefg}	60.0±2.00 ^{cd}	30.67±0.50 ^{cde}
%70Buğday+%30 INBYT25	65.25±0.05 ^{hij}	1.84±0.73 ^{fg}	1.20±0.02 ^g	51.7±10.50 ^{defg}	77.00±4.20 ^a

Farklı harflerle kodlanan (a-m) örnekler arasında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$).

Kurvenin başlangıcından tepe noktasına ulaşmaya kadar geçen süreyi belirten gelişme süresi buğday unu için 1.38 dk olarak saptanmıştır. Ay örneğinin %10 kullanılmasıyla gelişme süresi 1.43 dk olmuş ve bu değer örnekler arasında en yüksek gelişme süresi olarak tespit edilmiştir. En düşük gelişme süresi ise, Dolunay örneğinin %10 (1.0 dk), MRA20 örneğinin %30 (1.19 dk) ve Dolunay örneğinin %20 (1.19 dk) kullanıldığı örneklerde gözlemlenmiştir. Arpa örneklerinin ilavesi sonucu genellikle gelişme süresinin azaldığı belirlenmiştir.

Yumuşama derecesi değerlerine baktığımızda kontrol olarak kullanılan buğday ununun yumuşama derecesinin 59 BU olduğu tespit edilmiştir. Arpa unu ilavesiyle genel olarak yumuşama derecesi değerlerinin düştüğü gözlenirken, en yüksek yumuşama derecesi değerinin %20 (71.6 BU) ve %30 (85.0 BU) oranlarında Göldeste arpa ununun ilave edildiği karışımlarda belirlenmiştir. Göldeste çeşidinde en yüksek β -glukan oranı bulunması nedeniyle bunun β -glukan içeriği ile ilgili olabileceği düşünülmektedir.

Farinograf kalite değerlerine baktığımızda ise kontrol olarak kullanılan buğday ununun farinograf kalite değerinin 32 mm olduğu belirlenmiştir. Arpa unu oranı arttıkça genellikle farinograf kalite değerlerinin de arttığı, en yüksek farinograf kalite değerinin ise 77 mm ile %30 oranında INBYT25 arpa ununun kullanıldığı karışımda olduğu tespit edilmiştir.

Buğday ununa %10, %20, %30, %40 ve %50 oranında arpa unu ilave edilerek farinograf özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada, arpa unu ilavesiyle buğday ununa göre su absorpsiyon miktarının arttığı, stabilite ve gelişme süresi değerlerinin ise düştüğü bildirilmiştir (Golzari, 2015). Al-Attabi ve ark. (2017) yaptığı çalışmada, arpa ununun %10, %15 ve %25 oranında buğday ununa ilave edilmesiyle su absorpsiyon değerlerinde azalma olduğunu, aynı zamanda gelişme süresi ve stabilite değerlerinin de düştüğünü belirlemişlerdir. Başman ve Köksel (1999) ise, iki farklı buğday ununa %10, %20, %30 ve %40 oranında arpa unu ilavesinin etkisi üzerine yaptıkları çalışmalarında her iki buğday unu türünde de arpa unu ilavesiyle su absorpsiyon miktarının arttığı, gelişme süresinin ve stabilite değerlerinin azaldığını saptamışlardır. Meyve sebze lif konsantrelerinin hamur reolojisi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada havuç ve bal kabağı sebze liflerinin, meyve liflerinden de kaysı lifinin, hamur stabilitesini arttırdığı tespit edilmiştir (Türksoy, 2011). Nohut unu kullanımının ekmek kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada da nohut unu kullanımı arttıkça hamur stabilite değerinin de arttığı belirlenmiştir (Çelebi 2015). Yapılan çalışmalar incelendiğinde arpa çeşidine bağlı olarak su absorpsiyon miktarlarının değiştiği gözlemlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre arpa unu ilavesiyle genel olarak örneklerin su absorpsiyon miktarlarının arttığı belirlenirken sonuçların literatürle uyumlu olduğu görülmektedir. Ay ve MRA2 örneklerinin kullanıldığı hamurlarda stabilite değerlerinin yüksek çıkması, Türksoy (2011) ve Çelebi (2015)'in çalışmalarında da olduğu gibi örneklerdeki lif içeriğinin hamur yoğurma işlemi sırasında suyu buğday unu örneğine göre daha uzun süre tutması ile açıklanabilir.

3.2.2. Ekstensograf Analizi

Ekstensograf analizi sonucunda elde edilen kurvenin alanı enerji değerini vermektedir. Enerji değeri ile fermentasyon toleransı arasında doğru orantılı bir ilişki bulunmaktadır. Düşük enerji değerine sahip olan hamurlar sert olup hemen işlenmelidir. Uzayabilirlik değeri hamurun uzamaya başladığı noktadan hamurun koptuğu noktaya kadar kurvenin taban uzunluğudur. Direnç değeri ise hamurun dayanma derecesini ifade etmektedir. Ekstensograf analizi ile elde edilen verilerden uzayabilirlik ve direnç parametreleri buğdayın farklı ürünlere işlenebilmesi hakkında bilgi vermektedir. Uzayabilirlik verileri ile fermentasyon esnasında hamurda meydana gelen değişimler belirlenebilmektedir. Böylece üretim hakkında önceden fikir sahibi olunabilmektedir. Ürünün protein miktar ve kalitesi arttıkça uzayabilirlik değeri de artmaktadır (Aydoğan ve ark., 2013).

Tablo 4'de ekstensograf analizleri sonucunda elde edilen enerji değerleri (cm²) görülmektedir. Ekstensograf analizinde 45. dakikada enerji değerleri incelendiğinde kontrol örneğinin enerji değerinin 80 cm² olduğu, %10 oranında MRA20 ve %10 oranında INBYT25 ilave edilen örneklerin kontrol grubuyla aralarında istatistiksel olarak bir fark bulunmadığı (p>0.05) gözlemlenmiştir. Genel olarak arpa unu ilavesi 45. dakikada enerji değerlerinin düşmesine neden olmuştur. Örneklerin 90. dakika enerji değerleri incelendiğinde de değerlerin 58-119 cm² arasında değiştiği, en yüksek değere %10 oranında MRA20 örneğini ve en düşük değere ise %30 oranında MRA2 örneğini içeren karışım unlarının sahip olduğu belirlenmiştir. Buğday unun ait 90. dakikadaki enerji değeri ise 97 cm² olarak tespit edilmiştir. Örneklerin 135. dakikadaki enerji değerlerinin ise 52-

114 cm² arasında olduğu belirlenmiştir. 135. dakikada buğday unu en yüksek enerji değerine (114 cm²) sahip iken, en düşük enerji değerinin %30 oranında INBYT15 içeren karışımda (52 cm²) olduğu belirlenmiştir. Karışımlardaki arpa unu oranının artması ile enerji değerlerinde bir azalma belirlenmiştir.

Tablo 4. Buğday unu ve buğday-arpa unu karışımlarına ait enerji değerleri (cm²)
Table 4. Energy values of wheat flour and wheat flour - barley flour mixtures (cm²)

Örnek Adı	Enerji (cm ²)		
	45. dk	90. dk	135. dk
%100 Buğday	80±0.58 ^a	97±3.17 ^c	114±1.15 ^a
%90Buğday+%10 Ay	75±2.02 ^b	100±4.90 ^{bc}	100±4.04 ^b
%80Buğday+%20 Ay	60±1.15 ^d	85±2.60 ^{de}	82±1.44 ^{def}
%70Buğday+%30 Ay	45±0.29 ^h	62±2.02 ^{hi}	62±0.29 ^{hij}
%90Buğday+%10 Dolunay	77±1.15 ^{ab}	97±0.87 ^c	93±4.04 ^{bc}
%80Buğday+%20 Dolunay	54±1.15 ^e	80±0.29 ^{def}	74±1.44 ^{fg}
%70Buğday+%30 Dolunay	46±0.58 ^{gh}	62±2.02 ^{hi}	61±1.15 ^{ij}
%90Buğday+%10 MRA20	79±0.01 ^a	119±8.37 ^a	100±1.73 ^b
%80Buğday+%20 MRA20	59±0.28 ^d	76±0.29 ^{defg}	80±5.19 ^{def}
%70Buğday+%30 MRA20	47±1.73 ^{gh}	68±2.60 ^{ghi}	57±2.88 ^{jk}
%90Buğday+%10 MRA2	75±0.86 ^b	109±1.15 ^b	87±0.58 ^{cd}
%80Buğday+%20 MRA2	47±2.30 ^{gh}	68±1.44 ^{ghi}	61±0.29 ^j
%70Buğday+%30 MRA2	46±1.73 ^{gh}	58±0.86 ⁱ	54±1.15 ^{jk}
%90Buğday+%10 Göldeste	70±0.86 ^c	86±1.73 ^d	83±7.50 ^{de}
%80Buğday+%20 Göldeste	60±1.15 ^d	72±4.61 ^{fgh}	70±0.58 ^{gh}
%70Buğday+%30 Göldeste	49±1.44 ^{gh}	63±3.46 ^{hi}	62±0.58 ^{hij}
%90Buğday+%10 INBYT15	69±2.02 ^c	106±0.86 ^{bc}	99±2.31 ^b
%80Buğday+%20 INBYT15	66±0.01 ^c	78±0.29 ^{defg}	74±2.30 ^{efg}
%70Buğday+%30 INBYT15	50±0.58 ^{fg}	60±0.58 ⁱ	52±1.44 ^k
%90Buğday+%10 INBYT25	80±0.58 ^a	84±4.90 ^{de}	82±3.79 ^{def}
%80Buğday+%20 INBYT25	62±1.15 ^d	78±6.63 ^{defg}	74±2.88 ^{efg}
%70Buğday+%30 INBYT25	53±2.31 ^{ef}	75±2.30 ^{efg}	70±2.02 ^{ghi}

Farklı harflerle kodlanan (a-k) örnekler arasında istatistiksel olarak fark vardır (p<0.05).

Tablo 5’de ekstensograf analizleri sonucunda elde edilen uzayabilirlik değerleri (mm) görülmektedir. Buğday ununa ait 45. dakikada uzayabilirlik değeri 130 mm olarak belirlenirken, en yüksek uzayabilirlik değeri %10 oranında Ay örneği içeren örnekte (136 mm) tespit edilmiştir. En düşük uzayabilirlik değeri ise %30 oranında Göldeste örneği içeren un karışımında (82 mm) saptanmıştır. Örneklerin 90. dk uzayabilirlik değerleri incelendiğinde de en yüksek değer 45. dakikada olduğu gibi yine %10 oranında Ay örneği içeren un karışımında (108 mm) olduğu görülmüştür. Ancak %10 oranında MRA2 (107 mm), %10 oranında INBYT25 (105 mm) ve buğday unu örneğinin (104 mm) uzayabilirlik değerlerinin %10 oranında Ay örneği içeren örnekten istatistiksel olarak bir farkının olmadığı belirlenmiştir (p>0.05). 135. dk uzayabilirlik değerleri incelendiğinde ise buğday unu örneğinin uzayabilirlik değerinin 106 mm olduğu, en yüksek uzayabilirlik değerlerinin %10 Göldeste unu içeren karışımda (103 mm), en düşük uzayabilirlik değerinin ise %30 MRA2 ve %30 Göldeste unu içeren karışımlarda (66 mm) olduğu belirlenmiştir. Aynı enerji değerlerinde olduğu gibi karışımlardaki arpa unu oranının artması uzayabilirlik değerlerini de düşürmüştür.

Tablo 5. Buğday unu ve buğday-arpa unu karışımlarına ait uzayabilirlik değerleri (mm)
Table 5. Extensibility values of wheat flour and wheat flour - barley flour mixtures (mm)

Örnek Adı	Uzayabilirlik (mm)		
	45. dk	90. dk	135. dk
%100 Buğday	130±0.58 ^b	104±4.90 ^a	106±0.28 ^a
%90Buğday+%10 Ay	136±3.46 ^a	108±1.44 ^a	96±1.44 ^{cd}
%80Buğday+%20 Ay	110±0.01 ^{de}	96±0.28 ^b	99±1.44 ^{bc}
%70Buğday+%30 Ay	94±0.01 ^{hi}	86±4.04 ^c	82±0.01 ^{fg}
%90Buğday+%10 Dolunay	108±1.73 ^e	78±0.58 ^{defg}	89±2.02 ^c
%80Buğday+%20 Dolunay	101±3.46 ^f	93±0.58 ^b	82±1.44 ^{fg}
%70Buğday+%30 Dolunay	90±2.60 ⁱ	76±1.44 ^{gh}	72±2.31 ^{ij}
%90Buğday+%10 MRA20	113±0.58 ^{de}	103±2.60 ^a	90±1.15 ^{de}
%80Buğday+%20 MRA20	98±0.58 ^{fgh}	83±0.01 ^{cde}	73±1.15 ⁱ
%70Buğday+%30 MRA20	90±0.01 ⁱ	80±1.15 ^{def}	71±1.44 ^{ij}
%90Buğday+%10 MRA2	121±2.3 ^c	107±2.59 ^a	90±1.15 ^{de}
%80Buğday+%20 MRA2	92±2.02 ⁱ	84±1.15 ^{cd}	75±0.28 ^{hi}
%70Buğday+%30 MRA2	85±1.44 ^j	71±1.15 ^h	66±1.73 ^j
%90Buğday+%10 Göldeste	126±0.86 ^{bc}	93±0.28 ^b	103±3.17 ^{ab}
%80Buğday+%20 Göldeste	100±0.01 ^{fg}	77±3.46 ^{efgh}	73±1.15 ⁱ
%70Buğday+%30 Göldeste	82±1.15 ^j	72±1.15 ^{gh}	66±1.73 ^j
%90Buğday+%10 INBYT15	112±2.02 ^{de}	96±1.44 ^b	89±3.46 ^c
%80Buğday+%20 INBYT15	95±0.01 ^{ghi}	81±0.58 ^{def}	80±2.30 ^{gh}
%70Buğday+%30 INBYT15	90±0.01 ⁱ	75±0.28 ^{fgh}	73±0.87 ⁱ
%90Buğday+%10 INBYT25	130±0.58 ^b	105±0.28 ^a	100±2.88 ^{abc}
%80Buğday+%20 INBYT25	115±2.60 ^d	94±4.90 ^b	87±2.88 ^{ef}
%70Buğday+%30 INBYT25	91±2.02 ⁱ	86±0.87 ^c	76±3.17 ^{hi}

Farklı harflerle kodlanan (a-j) örnekler arasında istatistiksel olarak fark vardır (p<0.05).

Tablo 6'da ekstensograf analizleri sonucunda elde edilen direnç değerleri (BU) görülmektedir. Örneklerin sabit deformasyonda uzamaya karşı gösterdikleri direnç incelendiğinde 45. dakikada değerlerin 367-517 BU arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek direnç değeri %20 oranında INBYT15 içeren örnekte, en düşük direnç değeri ise %10 oranında Göldeste içeren örnekte tespit edilmiştir. 90. dakika direnç değerlerinin de 564-1060 BU arasında değiştiği görülmüştür. En yüksek değere %10 oranında Dolunay örneği içeren un karışımı sahip iken, en düşük değerine %30 oranında Ay örneği içeren karışım sahiptir. Buğday ununun uzamaya karşı gösterdiği direnç ise 90. dakikada 701 BU olarak belirlenmiştir. Örneklerin 135. dakikada sabit deformasyonda uzamaya karşı gösterdikleri dirençler incelendiğinde ise değerlerin 525-947 BU arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek direnç değeri %10 oranında INBYT15 içeren örnekte tespit edilirken en düşük direnç değeri ise %30 oranında INBYT15 içeren örnekte tespit edilmiştir. 135. dakikadaki en yüksek direnç değeri ile buğday ununa ait direnç değeri (880 BU) arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır (p>0.05). Karışımdaki arpa unu oranının artması enerji ve uzayabilirlik değerlerinde olduğu gibi direnç değerlerini de düşürmüştür.

Hamurların işlenebilirlik derecesini gösteren enerji değerinin buğday unu için 80 cm²'den yüksek olması gerektiği, bu değerden yüksek olması ile hamurun gaz tutma ve

fermentasyon toleransının da yüksek olacağı bildirilmiştir (Tayyar, 2008). Genel olarak arpa unu ilavesinin oranı arttıkça enerji değerlerinin düştüğü gözlemlenmiştir. Enerji değeri hamurun fermentasyon toleransı hakkında bilgi verirken arpa çeşitleri için %10 ve 20 oranında kullanılmasının uygun olduğu söylenebilmektedir. Arpa unu ilave edilen örneklerde uzayabilirlik kabiliyetleri 90 dakika dinlendirme sonunda 45. dakika ölçümlerine göre azalırken, uzamaya karşı gösterdikleri direnç ise genel olarak artmıştır.

Tablo 6. Buğday unu ve buğday-arpa unu karışımlarına ait direnç değerleri (BU)
Table 6. Resistance values of wheat flour and wheat flour - barley flour mixtures (BU)

Örnek Adı	Direnç (BU)		
	45. dk	90. dk	135. dk
%100 Buğday	397±1.73 ^{def}	701±7.21 ^{ghijk}	880±17.60 ^{ab}
%90Buğday+%10 Ay	349±2.02 ⁱ	727±41.85 ^{efghi}	869±31.75 ^{abc}
%80Buğday+%20 Ay	393±5.19 ^{defg}	717±23.38 ^{fghij}	743±12.99 ^{efg}
%70Buğday+%30 Ay	334±1.73 ^{ij}	564±2.02 ⁿ	601±6.35 ^{ijk}
%90Buğday+%10 Dolunay	505±4.61 ^{ab}	1060±24.53 ^a	889±27.14 ^{ab}
%80Buğday+%20 Dolunay	392±4.61 ^{defg}	725±4.33 ^{efghi}	755±20.49 ^{def}
%70Buğday+%30 Dolunay	386±2.60 ^{fgh}	642±12.99 ^{klm}	638±1.73 ^{hij}
%90Buğday+%10 MRA20	493±0.88 ^b	942±52.25 ^b	946±4.04 ^a
%80Buğday+%20 MRA20	440±1.73 ^c	759±404 ^{efg}	933±40.12 ^a
%70Buğday+%30 MRA20	390±13.85 ^{efg}	677±24.82 ^{hijkl}	593±21.36 ^{ijk}
%90Buğday+%10 MRA2	408±1.44 ^{de}	836±0.01 ^{cd}	833±5.77 ^{bcd}
%80Buğday+%20 MRA2	376±11.25 ^{gh}	653±19.62 ^{ijklm}	660±8.37 ^{ghi}
%70Buğday+%30 MRA2	401±9.81 ^{def}	598±5.19 ^{mnn}	567±17.89 ^{ijk}
%90Buğday+%10 Güldeste	367±8.37 ^{hi}	719±17.03 ^{fghij}	681±97.57 ^{fghi}
%80Buğday+%20 Güldeste	441±7.79 ^c	795±15.01 ^{de}	783±17.03 ^{cde}
%70Buğday+%30 Güldeste	440±8.08 ^c	660±26.55 ^{ijklm}	613±6.63 ^{ijk}
%90Buğday+%10 INBYT15	412±6.63 ^d	896±19.34 ^{bc}	947±2.30 ^a
%80Buğday+%20 INBYT15	517±1.44 ^a	775±0.58 ^{def}	788±7.21 ^{cde}
%70Buğday+%30 INBYT15	412±3.46 ^d	623±3.17 ^{lmn}	525±18.76 ^k
%90Buğday+%10 INBYT25	397±1.73 ^{def}	649±31.17 ^{ijklm}	725±21.65 ^{efgh}
%80Buğday+%20 INBYT25	393±4.33 ^{defg}	695±28.29 ^{ghijk}	741±18.18 ^{efg}
%70Buğday+%30 INBYT25	431±11.54 ^c	746±23.96 ^{efgh}	738±40.41 ^{efg}

Farklı harflerle kodlanan (a-n) örnekler arasında istatistiksel olarak fark vardır (p<0.05).

4. Sonuç ve Öneriler

Örneklerin fizikokimyasal özellikleri incelendiğinde kullanılan buğday ununun Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği'ne (2018/39) uygun olduğu, arpa unlarının değerlerinin ise literatürle uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. Arpa unlarına ait β -glukan değerlerinin (%1.88-%3.08 arasında) kontrol örneği buğday ununa göre (%0.21) oldukça yüksek olduğu saptanmıştır.

Arpa unlarının farklı oranlarda buğday ununa ilave edilmesi ile hamur reolojisinde meydana gelen değişimler farinograf ve ekstensograf analizleri ile belirlenmeye çalışılmıştır. Farinograf analizlerinde arpa unlarının formüldeki oranlarının artmasıyla su absorpsiyon ve stabilite değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Ekstensograf analiz sonuçlarından da, karışımlardaki arpa unu oranlarının artmasının enerji, uzayabilirlik ve direnç değerlerinde azalmaya neden olduğu saptanmıştır. Fermentasyon toleransı hakkında

bilgi veren enerji değerlerine göre %10 ve %20 oranında arpa unu kullanılmasının uygun olduğu kanısına varılmıştır.

Farklı arpa çeşitlerinden elde edilen arpa unlarının belirli oranlarda buğday unu yerine kullanılmasıyla hamurun reolojik özelliklerinin incelendiği bu çalışmada arpa unun %10 ve %20 oranında kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Belirlenen bu oranlar kullanılarak ekmeğin üretimi yapılabileceği, böylelikle β -glukan yönünden zenginleştirilmiş ekmeğin de üretilebileceği düşünülmektedir. Besinsel lif içeriği ve β -glukan içeriği yüksek olan arpa ununun ekmeğin üretiminde kullanılmasıyla sağlık üzerine de olumlu etkilerinin ortaya çıkabileceği düşünülmektedir.

5. Teşekkür

Bu çalışma, Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi BAP Birimi (Proje No: 18332013) tarafından desteklenmiştir. Ayrıca çalışmada Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Tahıl İşleme Teknolojisi Laboratuvarı da kullanılmıştır.

6. Kaynaklar

- AACC, 2000. International Approved Methods of Analysis, American Association of Cereal Chemists, 11th Edition, St. Paul, MN., USA. (Vol. Method 44-15.02, Method 08-01, Method 38-11, Method 56-81.03, Method 56-60.01, Method 54-21.02, Method 54-10.01).
- Al-Attabi, Z.H., Merghani, T.M., Ali, A. ve Rahman, M.S., 2017. Effect of barley flour addition on the physico-chemical properties of dough and structure of bread. *Journal of Cereal Science*. 75, 61-68.
- Alkan, F.R. ve Kandemir, N., 2015. Tokak yerel arpa çeşidi içinden seçilen safhatların bazı gıda, yem ve tarımsal özellikler bakımından varyasyonları, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 24, 124-139.
- Altan, A., Yağcı, S., Maskan, M. ve Göğüş, F., 2006. Arpanın Ürün Bazında Değerlendirilmesi. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*; 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
- Altunışık, R., Çoşkun, R., Yıldırım, E. (2010). Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri SPSS Uygulamalı, Sakarya Yayıncılık, Sakarya.
- Anonim, 2002. International Association for Cereal Science and Technology ICC Standart No:105.
- Anonim, 2018. Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği, Tebliğ No: 2018/39, T.C. Resmi Gazete, Sayı: 28606.
- Arcangelis, E., Djurle, S., Andersson, A.A. M., Marconi, E., Messia, M.C. ve Andersson, R., 2019. Structure analysis of β -glucan in barley and effects of wheat β -glucanase. *Journal of Cereal Science*. 85,175-181.
- Arendt, E.K. ve Zannini, E., 2013. *Cereal grains for the food and beverage industries*. Woodhead Publishing. Elsevier.
- Aydoğan, S., Göçmen Akçacık, A., Şahin, M., Kaya, Y., Taner, S., Demir, B. ve Önmez, H., 2010. Ekmeğin buğday çeşitlerinin dane verimi, bazı kimyasal ve reolojik özellikleri üzerine bir araştırma. *Bitkisel Araştırma Dergisi*. 1, 1-7.
- Baik, B.K. ve Ullrich, S.E., 2008. Barley for food: characteristics, improvement, and renewed interest. *Journal of Cereal Science*. 48, 233-242.
- Başman, A. ve Köksel, H., 1999. Properties and composition of Turkish flat bread supplemented with barley flour and wheat bran. *Cereal Chemistry*. 76, 506-511.
- Çelebi, N., 2015. Nohut unu kullanımının siverek tırnaklı ekmeğin kalitesine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye.
- Dhingra, S. ve Jood, S., 2002. Organoleptic and nutritional evaluation of wheat breads supplemented with soybean and barley flour. *Food chemistry*. 77, 479-488.
- Drakos, A., Kyriakakis, G., Evagriou, V., Protonotariou, S., Mandala, I. ve Ritzoulis, C., 2017. Influence of jet milling and particle size on the composition physicochemical and mechanical properties of barley and rye flours. *Food Chemistry*. 215, 326-332.
- Ereifej, K., Al-Mahasneh, M. ve Rababah, T., 2006. Effect of barley flour on quality of balady bread. *International Journal of Food Properties*. 9, 39-49.

- Ferrari, B., Finocchiaro, F., Stanca, A.M. ve Gianinetti, A., 2009. Optimization of air classification for the production of β glucan –enriched barley flours. *Journal of Cereal Science*. 50, 152-158.
- Golzari, E.T., 2015. Arpa unu ve çavdar unu ilavesinin buğday unlarının bazı fiziksel, kimyasal, reolojik ve ekme kalite özellikleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Gupta, M., Bawa, A.S. ve Semwal, A.D., 2011. Effect of Barley Flour Blending on Functional, Baking And Organoleptic Characteristics of High-Fiber Rusks. *Journal of Food Processing and Preservation*. 35, 46-63.
- Idehen, E., Tang, Y. ve Sang, S., 2017. Bioactive phytochemicals in barley. *Journal of Food and Drug Analysis*. 25, 148-161.
- Izydorczyk, M. ve Dexter, J., 2008. Barley β -glucans and arabinoxylans: Molecular structure, physicochemical properties and uses in food products. *Food Research International*. 41, 850-868.
- Köten, M., 2010. Arpa unu ile zenginleştirilmenin makarnanın bazı besinsel ve kalite özelliklerine etkisi. Doktora Tezi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye.
- McCleary, B.V. ve Codd, R., (1991). Measurement of (1 \rightarrow 3),(1 \rightarrow 4)- β -D-glucan in barley and oats: A streamlined enzymic procedure. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 55, 303-312.
- Panfili, G., Fratianni, A., Di-Criscip, T. ve Marconi, E., 2008. Tocol and β -glucan levels in barley varieties and in pearling by-products. *Food Chemistry*. 107, 84-91.
- Tayyar, Ş., 2008. Ekmeklik buğday çeşitlerinde dane verimi ve ekstensograf özellikleri üzerinde bir araştırma. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21, 79-84.
- Trogh, I., Courtin, C., Andersson, A., Aman, P., Sorensen, J. ve Delcour, J., 2004. The combined use of hull-less barley flour and xylanase as a strategy for wheat/hull-less barley flour breads with increased arabinoxylan and (1 \rightarrow 3, 1 \rightarrow 4)- β -D-glucan levels. *Journal of Cereal Science*. 40, 257-267.
- Türksoy, S., 2011. Meyve ve sebze lif konsantreleri ilavesinin hamurun reolojik özellikleri ve bisküvi kalitesine etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Vasanthan, T., Gaosong, J., Yeung, J. ve Li, J., 2002. Dietary fiber profile of barley flour as affected by extrusion cooking. *Food chemistry*. 77, 35-40.
- Yeung, J. ve Vasanthan, T., 2001. Pearling of hull-less barley: product composition and gel color of pearled barley flours as affected by the degree of pearling. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49, 331-335.