

Fındık zarı ve okside nişasta ilavesinin hamur reolojisi üzerine etkileri*

Münir ANIL¹, **Yusuf DURMUŞ**², **Şenay ŞİMŞEK**³

¹Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, 19 Mayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye

²Gıda Mühendisliği Bölümü, Ziraat Fakültesi, Ordu Üniversitesi, Ordu, Türkiye

³Bitki Bilimi Bölümü, Kuzey Dakota Eyalet Üniversitesi, Fargo, ND, ABD

*Bu çalışma 19 Mayıs Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde yürütülmekte olan doktora tez çalışmasından bulgular içermektedir.

Alınış tarihi: 3 Mayıs 2019, Kabul tarihi: 20 Haziran 2019

Sorumlu yazar: Yusuf DURMUŞ, e-posta: yusuf_bm@hotmail.com

Öz

Bu çalışmada besinsel lif kaynağı olan fındık zarının (FZ) ve modifiye nişasta çeşidi olan okside nişastanın (ON) hamur reolojisi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla buğday ununa % 10 FZ, % 5 ON ve % 10 FZ + % 5 ON ilave edilerek un karışımları elde edilmiş ve bu unlar ile yapılan hamur özellikleri belirlenmiştir. Bu örneklerle ait farinograf, uzamaya karşı direnç, uzama kabiliyeti ve gaz üretim kapasitesi değerleri ölçülmüştür. Kontrol unu stabilite değeri FZ ilavesiyle önemli ölçüde değişim göstererek (P<0.05) 8.00 dk' den 15.17 dk' ye yükselmiştir. Ancak FZ ilavesinin gelişme süresi, yumuşama derecesi ve yoğurma toleransı değerlerini önemli ölçüde azalttığı gözlenmiştir (P<0.05). FZ' nin kullanımı ile birlikte uzama direncinin 502.36 mN' den 936.00 mN' ye yükseldiği ve uzama kabiliyetinin 62.12 mm' den 25.75 mm' ye azaldığı görülmüştür. ON' nin tek başına kullanılması ile yüksek gaz üretim kapasitesine ulaşılırken stabilite, gelişme süresi, yumuşama derecesi, yoğurma toleransı ve yumuşama süresinde kontrol ununa göre önemli farklılıklar gözlenmemiştir (P>0.05). Okside nişasta kullanımı ile kontrol ununa benzer hamur özellikleri görülürken yüksek gaz üretim kapasitesi oluşturması ekmeğin hacmi bakımından tercih edilebileceğini göstermiştir. FZ ve ON' nin birlikte kullanımı ile en yüksek gaz üretim kapasitesine ulaşılmıştır ve FZ' nin tek başına kullanılması ile elde edilen farinograf değerlerine benzer sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre yeterli fermantasyon süresi

uygulandığında FZ+ON' nin hamur reolojisi bakımından çok uygun olduğu düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Fındık zarı, okside nişasta, hamur reolojisi

Effects of adding hazelnut testa and oxidized starch on dough rheology

Abstract

In this study, it was aimed to determine the effects of hazelnut testa (FZ) which is a dietary fiber source and oxidized starch (ON) a kind of modified starch on dough rheology. For this purpose, flour mixtures were obtained by adding 10 % FZ, 5 % ON and 10 % FZ + 5 % ON to wheat flour and dough characteristics of these flour were detected. Farinograph, resistance to extension, extensibility and gassing power values of these samples were measured. The stability value in control flour significantly increased (P<0.05) from 8.00 min to 15.17 min with the addition of FZ. However, it was found that the addition of FZ significantly decreased (P<0.05) the softening degree and mixing tolerance values. With the use of FZ, it was seen that resistance to extension increased to 936.00 mN from 502.36 mN while the extensibility decreased to 25.75 mm from 62.12 mm. While high gassing power was obtained with the use of ON, the stability, development time, degree of softening, mixing tolerance index and time to breakdown did not show significant differences in comparison to control flour

($P > 0.05$). Accordingly, with the use of oxidized starch, control flour-like dough properties was detected while the high gassing power of ON can be preferred in terms of high bread volume in breadmaking. The highest gassing power was achieved with the combined use of FZ and ON, and the farinograph results were similar to those obtained with FZ alone. Thus, FZ+ON can be considered to be most suitable flour for dough rheology when adequate fermentation time is applied for breadmaking.

Key words: Hazelnut testa, oxidized starch, dough rheology

Giriş

Buğday unu, su, maya ve tuzun belirli oranlarda karıştırılarak hamur oluşturulması ve hamurun fermantasyona bırakılarak belirli bir süre sonra pişirilmesi ile ekmek elde edilmektedir (Elgün ve Ertugay, 1997). İnsanlar tarafından ekonomik olarak kolay elde edilmesi, doyurucu ve besleyici olması nedeniyle vazgeçilmez bir gıda ürünü olarak öne çıkmaktadır (Göçmen, 2001). Francala tipi ekmek üretimi için protein miktarı yaklaşık % 11 ve gluten kalitesi yüksek olmalı ayrıca % 68 - % 71 arası randımanlı unlar kullanılmalıdır. Randımanın artmasına bağlı olarak içerdiği kepek nedeniyle ekmeğin beslenme değeri artmaktadır ancak böyle bir unun depolama esnasında bozulması daha kolaydır. Buğdayın öğütülmesi ile elde edilen unlar hemen ekmek yapımında kullanılmadan oda koşullarında 3-4 hafta kadar olgunlaşmaya bırakılması önerilmektedir. Bu amaçla bazı olgunlaştırıcı ajanlar öğütme esnasında una katılabilmektedir. Yeteri kadar olgunlaşmayan unların su absorpsiyonu düşük olmakta ve böylelikle verim kaybı yaşanarak ekmek kalitesi düşmektedir (Elgün ve Ertugay, 1997). Un kalitesinin belirlenmesinde kullanılan başlıca parametreler olarak; renk, gaz üretim kapasitesi, protein miktarı ve kalitesi, su absorpsiyonu, yoğurma toleransı, gaz tutma kapasitesi ve amilaz aktivitesi sayılabilir. Sert buğdaylardan elde edilen unların protein miktarı ve kalitesi yüksek olmaktadır. Protein miktarı ve kalitesi hamur reolojisini üzerine etkili olmakta ve bu etkinin yanında proteolitik ve amilolitik aktivite de hamur reolojisi açısından önemli görülmektedir (Biçer, 2011). Buğday proteinlerinin yaklaşık % 80-85' ini gluten oluşturmakta ve undaki protein miktarı arttıkça gluten miktarı da artmaktadır (Ünal, 1991). Hamur oluşumu esnasında hamur çevresinde

oluşan glutenin hamur yapısı ve reolojisinde etkili olduğu belirtilmiştir. Bu etkinin fermantasyon esnasında mayalar tarafından üretilen gaz oluşumu ile meydana geldiği ifade edilmiştir (Arendt ve ark., 2007). Hamur reolojisini etkileyen bir başka faktör de protein ve nişasta arasındaki etkileşimlerdir. Ekmek üretiminde gerçekleşen fermantasyon ve fermantasyonla meydana gelen hacim artışı, aroma ve ekmek tekstürü gibi birçok özellik undaki nişasta yapısı ve çeşidi ile yakından ilişkilidir.

Nişastanın beslenme açısından sahip olduğu fonksiyonel özelliklerinin yanı sıra gıdalarda gösterdiği kıvam verme, su tutma, jelleşme gibi etkilerinden dolayı teknolojik olarak da önemli rol oynamaktadır. Nişastanın gıda sanayinde kullanımı esnasında modifiye edilmesine sıkça rastlanmakta ve modifikasyonla nişastaya ait bazı özellikler tamamen kaybolmamakla birlikte değişikliğe uğramaktadır. Modifikasyon işlemleri bazı fiziksel, kimyasal veya enzimatik uygulamalarla sağlanmaktadır (Ak, 2005). Modifiye nişastaların bir çeşidi olan okside nişastalar bir oksidan madde ve reaksiyonun koşullarına bağlı olarak karboksil grupları ve karbonil gruplarının etkileşimi ile alkali ortamda depolimerizasyon ile meydana gelmektedir. Okside nişastadaki karboksil ve karbonil gruplarının sayısı oksidasyon seviyesini göstermektedir. Karboksil grupları retrogradasyon ve jelleşmeyi azaltmaktadır (Wurzburg, 1986). Okside nişastada bulunabilecek olan kalıntı yağ, amiloz ile kompleks oluşturmasından dolayı retrogradasyona neden olmaktadır. Okside nişastalar, substrat yüzeyindeki proteinle kovalent bağ oluşturabilmesi nedeniyle yapışmayı arttırmak için kullanılmaktadır. (Bemiller ve Whistler, 2009). Okside nişastalar sahip oldukları düşük viskozite, yüksek stabilite, berraklık ve iyi bağlanma özellikleri nedeniyle, gıda endüstrisinde kullanılmakta ve özellikle gıda kaplamaları, şekerleme ürünleri ve emülsifiye edici ajan olarak kullanımı yaygın olmaktadır (Zijlstra ve ark., 2011).

Gıda endüstrisinde teknolojik kalite kriterlerini arttırmada modifiye nişasta kullanımının yanı sıra insan sağlığı için besinsel lif kullanımı son yıllarda dikkat çekmektedir. Besinsel lifler bitki hücre duvarlarında bulunmakta ve sindirilemeyen polisakkaritler (selüloz, hemiselüloz, gam, pektin, oligosakkarit), mumlar ve lignin karışımları olarak belirtilmektedir (Sabanis ve ark., 2006). Besinsel lifler insan ince bağırsağında sindirime ve emilime dirençli olmakta ve kalın bağırsakta tamamen ya da kısmen fermantasyona uğramaktadır (AACC, 2001).

Su tutma kapasiteleri yüksek olan besinsel liflerin diyetlerde kullanımı ile kalori alımı azalmaktadır. Besinsel liflere beslenme açısından ihtiyaç duyulması nedeniyle dışarıdan alınması gerekmekte ve gıdalara ilave edilebilmektedir (Biçer, 2011). Besinsel liflerin insan sağlığı üzerine olumlu etkiler arasında hemoroit, obezite ve kabızlığın önlenmesi, kolon kanseri ve kalp damar hastalıkları riskini azaltması bulunmaktadır. Ayrıca kan kolesterol seviyesini ve kan glikoz seviyesini düşürme etkisi bulunmaktadır (AACC, 2001; Sabanisve ark., 2006; Tosh ve Yada, 2010).

Besinsel liflerin insan sağlığı üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı birçok gıdada ve fırıncılık ürünlerinde kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bu amaçla besinsel lif kaynağı olarak fındık zarının gıdalarda kullanılması uygundur. Fındığa uygulanan kavurma işlemi ile bir atık olan fındık zarı elde edilmekte ve fındık tanesinin ağırlık olarak % 2.5' ini oluşturmaktadır. Fındık zarı sahip olduğu yüksek antioksidan yeteneği sayesinde fındık endüstrisi açısından önemlidir (Alasalvar ve ark., 2009). Ayrıca fındık zarında yüksek miktarda fenolik bileşikler bulunmaktadır. Fenolik bileşikler gıdaların yapısında doğal olarak bulunabilmekte ve beslenme açısından, gıdalarda renk oluşumu ve renk değişimi reaksiyonlarına katılmaları açısından ve antimikrobiyal etki göstermeleri nedeniyle oldukça önem taşımaktadır. Bunun yanı sıra fenolik bileşikler antioksidan özellik göstermekte ve enzimleri inhibe edebilmektedirler. Gallik asit, kafeik asit ve gentisik asitin fenolik bileşikler içinde en yüksek antioksidan etkiye sahip olan bileşikler olarak gösterilmektedir (Acar ve Gökmen, 1998). Antioksidan kapasitesi toplam fenolik miktarına bağlı olarak artmaktadır (Amarowicz ve ark., 2004). Fenolik bileşikler sahip oldukları antioksidan kapasitesi nedeniyle vücudu oksidatif stresten korumaktadır (López-Amorós ve ark., 2006).

Bu çalışmada bir modifiye nişasta çeşidi olan okside nişastanın ve besinsel lif kaynağı olarak fındık zarının birlikte ve ayrı ayrı kullanımı ile birlikte hamur özellikleri üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışmada kullanılan buğday unu ABD'de bulunan North Dakota Mill firmasından, okside modifiye nişasta (E 1404) Pendik Nişasta (İstanbul) firmasından, fındık zarı ise Ordu'da bulunan bir

fındık fabrikasından temin edilmiştir. Araştırmada kullanılmak üzere un karışımları hazırlanmıştır. Buna göre fındık zarı undan eksiltmek suretiyle un üzerinden % 10 ilave edilirken, okside nişasta un üzerinden % 5 olarak ilave edilmiştir. Yapılan karışımlar sonucu kontrol unu, % 10 fındık zarı ilaveli un (FZ), % 5 okside nişastalı un (ON) ve % 10 fındık zarı + % 5 okside nişastalı un (FZ+ON) olmak üzere 4 adet un örneği üzerinde analizler yapılmıştır.

Yöntem

Kül, nem, gluten indeks - yaş gluten ve düşme sayısı analizleri sırasıyla AACC 08-01.01, AOAC 934.01, AACC 38-12.02 ve AACC 56-81.03 metotlarına göre yapılmıştır. Protein tayini AACC 46-30.01 metodunda belirtilen dumas yöntemi ile nitrojen analiz cihazında (LECO FP628, Michigan, ABD) belirlenmiştir (AACC, 1990).

Hamur yoğurma ölçümleri 50 g yoğurma hazneli farinograf cihazı (Brabender Instruments, Farinograph-E, Almanya) kullanılarak AACC 54-21.02 yöntemine göre yapılmıştır. Cihaz 30°C sıcaklığa geldikten sonra % 14 rutubet esasına göre 50 g un tartılıp hazneye koyulmuş ve 500 BU çizgisine ulaşınca kadar hazne içine su verilmiştir. 20 dk boyunca hamur yoğurulmaya devam edilmiş ve süre sonunda oluşan grafik üzerinde su absorpsiyonu (%), gelişme süresi (dk), stabilite (dk), yumuşama derecesi (BU), yoğurma toleransı (BU) ve yumuşama süresi (dk) değerleri belirlenmiştir (AACC, 1990).

Uzamaya karşı direnç (mN) ve uzama kabiliyeti (mm) değerleri Kieffer yönteminde belirtildiği üzere ekstensograf testinin modifiye edilmesiyle tekstürel analiz cihazı (Stable Micro System, TA-XT2İ, Surrey, İngiltere) kullanılarak tayin edilmiştir. Her bir örnek için farinograf su absorpsiyonu değerlerinden % 2 daha az su ilavesi ve % 2 oranında tuz ilave edilerek hamur yapılmıştır. Daha sonra kieffer düzeneğine (Kieffer dough and gluten extensibility rig - A/KITE) yerleştirilen hamur örneğinde ölçümler yapılarak uzamaya karşı direnç (mN) ve uzama kabiliyeti (mm) değerleri belirlenmiştir (Kieffer ve ark., 1998).

Gaz üretim kapasitesinin belirlenmesinde AACC 89-01.01 metodu ANKOM^{RF} Gaz Üretim Sistemi (Ankom Technology, New York, ABD) için modifiye edilerek kullanılmıştır. AACC 10-09.01 metoduna göre hazırlanan hamur örneği 50 g olarak tartılmış ve yuvarlak şekil verildikten sonra 500 ml cam şişeye konulmuştur. 30°C'de 90 dk boyunca fermantasyona bırakılan örneklerin süre sonunda basınç değerleri

g/cm² olarak ölçülmüştür (AACC, 1990; Khalid ve ark., 2017).

İstatistiksel analizler Minitab istatistik programında (Minitab 18.1, ABD) one way anova kullanılarak değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada kullanılan un, okside nişasta ve fındık zarına ait analiz sonuçları Çizelge 1' de gösterilmiştir. Una ait nem, kül ve protein değerleri sırasıyla % 12.97, % 0.66 ve % 14.62 olarak belirlenmiştir. Un kalitesinin belirlenmesi amacıyla yaş gluten, gluten indeks, ve düşme sayısı değerleri belirlenmiş ve sırasıyla % 31.38, % 94.36, ve 280 s olarak tespit edilmiştir. Gluten indeks metodu gluten kalitesini belirlemede önemli bir yöntemdir. Aynı

protein miktarı ve yaş gluten miktarı içermesine rağmen gluten indeksi farklı olan unların hamur özellikleri oldukça farklı olabilmektedir (Özer ve Ünal, 1998; Perten, 1990; Ünal, 1991). Düşme sayısı değeri ise undaki nişastanın alfa-amilaz enzimi tarafından parçalanması esasına dayanan ve bu enzimin aktivitesini hakkında fikir veren bir metottur.

Düşme sayısının 300' den fazla olması düşük enzim aktivitesini, 200-250 arası olması normal enzim aktivitesini, 150' nin altında olması ise yüksek enzim aktivitesi olduğunu göstermektedir. Düşme sayısının 300' den fazla olduğu durumlarda ekmek hacmi yetersiz ve ekmek kabuğu kuru olmaktadır (Elgün ve ark., 2001).

Çizelge 1. Un, okside nişasta ve fındık zarına ait analiz sonuçları

Örnek	Nem (%)	Kül (%)*	Protein (%)*	Yaş Gluten (%)	Gluten İndeks (%)	Düşme Sayısı (s)
Un	12.97±0.05	0.66±0.02	14.62±0.12	31.38±0.19	94.36±1.04	280±4
Fındık zarı	7.50±0.08	1.95±0.01	6.78±0.05	-	-	-
Okside nişasta	10.85±0.17	2.18±0.01	0.44±0.04	-	-	-

KM: Kurumaddede

Fındık zarında yapılan analiz sonuçlarına göre nem miktarı % 7.50, kül miktarı % 1.95 ve protein miktarı % 6.78 olarak belirlenmiştir. Buna göre fındık zarının una göre düşük nem ve protein içeriğine sahip olduğu görülürken, yüksek kül içerdiği tespit edilmiştir. Unda kül miktarının artmasıyla su absorpsiyonunun ve yumuşama derecesinin arttığı bildirilmiştir (Kim ve ark., 2003). Okside nişastada ise nem, kül ve protein değerleri sırasıyla % 10.85, % 2.18 ve % 0.44 olarak belirlenmiştir. Okside nişastanın fındık zarına göre daha yüksek kül içerdiği buna karşın protein içeriğinin son derece düşük olduğu gözlenmiştir. Okside nişastaların çok düşük protein içeriğine sahip olduğu önceki çalışmalarda ifade edilmiştir (Bemiller ve Whistler, 2009).

Farinograf ölçümü hamurun yoğurulması esnasında gerekli olan enerji miktarının belirlenmesi esasına dayanmaktadır. Farinograf cihazı ile hamurun fiziksel olarak değişimlerinin ölçülmesi mümkün olmaktadır. Buna göre farinograf ölçümleri ile undan belirli bir konsistenste hamur oluşumu için gerekli su miktarı, hamurun yoğurucuya gösterdiği direnç ve hamurdaki glutenin gelişme durumu tespit edilmektedir (Ünal, 1991). Çizelge 2' de örnekler için belirlenen farinograf değerleri verilmiştir. En düşük su absorpsiyonu kontrol ununda belirlenirken, fındık zarı ve okside nişasta ilavesi ile su

absorpsiyonu artış göstermiş, bu ikisinin birlikte kullanımı ile en yüksek su absorpsiyonu değerlerine ulaşıldığı görülmüştür. Gelişme süresi değerleri dikkate alındığında fındık zarı ilavesi ile gelişme süresinde önemli derecede düşüş gözlenirken ($P<0.05$), okside nişastanın kullanımı ile bir miktar azalma görülmüştür. Ekmek üretiminde genellikle uzun gelişme süresi tercih edilmektedir çünkü gelişme süresinin uzun olması hamurun daha kuvvetli olduğunun göstergesidir (Malalgoda ve ark., 2017). Fındık zarı ilavesi ile gluten miktarı azaldığından hamurun gelişmesi için gereken sürenin azaldığı düşünülmektedir.

Farinograf ölçümlerinde stabilite çok önemli bir parametre olup hamurun dayanıklılığı ve yoğurmaya karşı direnci hakkında fikir vermektedir. Gelişme süresine benzer olarak stabilitenin de ekmek yapımı için yüksek olması istenmektedir. Çizelge 2 incelendiğinde okside nişasta kullanımı ile stabilitede önemli bir farklılık gözlenmediği ($P>0.05$) ancak fındık zarının stabiliteyi önemli ölçüde değiştirerek ($P<0.05$) yaklaşık iki katına çıkardığı gözlenmiştir. Bu etkini görülmesinde fındık zarının sahip olduğu yüksek fenolik içeriği ve buna bağlı olarak yüksek antioksidan etki göstermesi düşünülmektedir. Antioksidan kapasitenin artması ile glutende disülfid bağlarının arttığı ve hamurun daha dayanıklı hale geldiği düşünülmektedir.

Çizelge 2. Farinograf sonuçları

Örnek	Su absorpsiyonu (%)	Gelişme süresi (dk)	Stabilite (dk)	Yumuşama derecesi (%)	Yoğurma toleransı (%)	Yumuşama süresi (s)
Kontrol	60.97±0.06 ^d	6.43±0.32 ^a	8.00±0.46 ^b	64.00±2.00 ^a	33.33±2.08 ^a	10.85±0.53 ^b
FZ	61.87±0.06 ^c	5.70±0.30 ^b	15.17±0.71 ^a	38.00±6.93 ^b	15.33±4.93 ^b	16.10±0.70 ^a
ON	63.40±0.20 ^b	5.87±0.12 ^{ab}	7.70±0.17 ^b	67.50±3.50 ^a	35.67±2.89 ^a	10.17±0.15 ^b
FZ+ON	64.77±0.15 ^a	6.23±0.40 ^{ab}	14.93±0.25 ^a	40.67±2.08 ^b	11.67±0.58 ^b	16.13±0.35 ^a

FZ: % 5 Fındık zarı, ON: % 5 Okside nişasta, FZ+ON: % 5 Fındık zarı+% 5 Okside nişasta

Aynı harfli ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (P>0.05)

Anil (2007) yaptığı çalışmada fındık zarı ilavesi ile hamurda stabilitenin arttığını ve bu etkinin fındık zarında bulunan antioksidanlardan kaynaklandığını belirtmiştir. Yumuşama derecesinin yüksek olması zayıf gluten yapısı ile açıklanırken bu hamurların işlemeye daha uygun olduğu, fermantasyon toleransının fazla olduğu ve ekmekçilik kalitesinin yüksek olduğu belirtilmiştir (Akgün, 2007; Elgünve ark., 2001; Orth ve Mander, 1975). Örneklerdeki yumuşama dereceleri kıyaslandığında kontrol ve okside nişasta içeren örneklerde benzer yumuşama derecesi gözlenirken, fındık zarı ilavesi ile yumuşama derecesinin önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir (P<0.05). Yoğurma tolerans değeri farinograf grafiğindeki eğrinin en yüksek noktasındaki BU enerji değeri ile bu değere ulaştıktan 5 dk sonraki BU değeri arasındaki farktır. Ekmek yapımı için yoğurma tolerans değerinin düşük olması tercih edilmektedir (D'Appolonia, 1984). Çizelge 2 incelendiğinde kontrol örneği ve okside nişasta içeren örnekteki yoğurma tolerans değerleri arasında istatistiksel açıdan fark görülmezken (P>0.05), fındık zarı ilaveli unlarda bu değerlerin önemli derecede azaldığı belirlenmiştir (P<0.05). Yumuşama süresi değerleri stabilite ile yüksek benzerlik göstermekte olup fındık zarı ilavesi önemli ölçüde artışa sebep olurken (P<0.05), okside nişastanın etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P>0.05).

Farinograf ölçümlerinin yanı sıra farklı gluten kuvvetine sahip unların kıyaslanması için ekstensograf ölçümleri de gereklidir çünkü bu iki test birbirlerinin tamamlayıcısıdır (Janssen ve ark., 1996; Lene ve ark., 2004). Ekstensograf ölçümleri ile belli bir süre bekletilen hamurun uzamaya karşı gösterdiği direnç ve uzama kabiliyeti belirlenmektedir (Özkaya, 1995). Çizelge 3' de örneklerle ait uzamaya karşı direnç ve uzama kabiliyeti değerleri gösterilmiştir.

Hamurun uzamaya karşı gösterdiği direncin fazla olması gaz tutma kapasitesinin fazla olduğunun

göstergesidir ve böyle bir hamurdan yapılacak ekmeklerin hacmi yüksek olmaktadır (Elgünve ark., 2001). Uzamaya karşı direnci en fazla olan örneğin fındık zarı içeren FZ olduğu görülürken (936.00 mN), FZ+ON örneğinin (841.14 mN) ikinci sırada olduğu tespit edilmiştir. Örneklerle ait uzama kabiliyeti değerleri incelendiğinde kontrol örneğinde 62.12 mm olarak belirlenen değer okside nişasta ilavesi ile 61.05 mm olduğu ve hemen hemen bir değişim göstermediği gözlenirken fındık zarı içeren FZ ve FZ+ON örneklerinde uzama kabiliyeti sırasıyla 25.75 mm ve 24.86 mm olarak tespit edilmiş ve önemli oranda düşüş yaşandığı görülmüştür (P<0.05).

Çizelge 3. Uzamaya karşı direnç, uzama kabiliyeti ve gaz üretim kapasitesi sonuçları

Örnek	Uzamaya karşı direnç (mN)	Uzama kabiliyeti (mm)	Basınç (g/cm ²)
Kontrol	502.36±2.77 ^c	62.12±3.09 ^a	138.51±0.01 ^c
FZ	936.00±21.70 ^a	25.75±0.86 ^b	126.08±1.62 ^d
ON	512.37±3.86 ^c	61.05±0.36 ^a	152.57±1.22 ^b
FZ+ON	841.14±2.54 ^b	24.86±0.79 ^b	159.60±1.22 ^a

FZ: % 5 Fındık zarı, ON: % 5 Okside nişasta, FZ+ON: % 5 Fındık zarı+% 5 Okside nişasta

Aynı harfli ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (P>0.05)

Hamur oluşumu esnasında yoğurma ile biyopolimerlerin komşu zincirlerinin meydana getirdikleri bağlar bulunmakta ve bunların sayısı hamurun elastikiyetini etkilemektedir. Una eklenen su ile bu bağların sayısı önemli ölçüde ilişkilidir. Eğer unda su absorpsiyonu yüksek bileşikler bulunursa ortamdaki su bu bileşikler tarafından absorbe edileceğinden hamur elastikiyetinde azalma meydana gelmektedir (Andreu ve ark., 1999). FZ ve F+ON örneklerinde bulunan besinsel liflerin yüksek su absorplama kapasitesi nedeni ile ortamdaki suyu absorbe ettikleri ve böylece hamurun uzama kabiliyetini sınırlandırdığı sonucuna ulaşılabilir. Ekmek üretiminde yüksek kalite için fermantasyon kabiliyeti son derece önemlidir ve fermantasyon

kabiliyeti hamurun kabarması ile doğrudan ilişkilidir (Giannone ve ark., 2010). Yüksek gaz üretim kapasitesinin oluşabilmesi için yüksek karbondioksit gazı oluşması gereklidir ki bu da yüksek maya aktivitesi ile mümkün olabilmektedir. Genel olarak hamurda su tutma kapasitesi yüksek olan kepeğin olmaması durumunda maya aktivitesinin fazla olacağı söylenebilir ve böyle bir hamurun gaz üretim kapasitesinin fazla olması beklenmektedir (Khalidve ark., 2017). Çizelge 3' de gösterilen sonuçlara göre en yüksek gaz üretim kapasitesine FZ+ON örneğinde (159.60 g/cm²) rastlanırken, bunu sırasıyla ON (152.57 g/cm²), kontrol (138.51 g/cm²) ve FZ (126.05 g/cm²) takip etmiştir. Fındık zarı ve okside nişastanın birlikte kullanımının sinerjik etkiye neden olarak gaz üretim kapasitesi oldukça artırdıkları görülmektedir. Fındık zarının fenolik bileşik içeriği oldukça fazladır ve bazı fenolik bileşiklerin amilaz enzimini inhibe etmesinden dolayı maya aktivitesini sınırlandırabilmektedir. FZ örneğindeki düşük gaz üretim kapasitesi maya aktivitesinin düşmesine bağlı olarak meydana gelebileceği gibi fındık zarının mayaların ihtiyacı olan ortamdaki suyu absorbe etmesiyle de meydana gelebilir. ON ve FZ+ON örneklerinde gaz üretim kapasitesinin oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Doğal nişastada dallanmış amilopektin yapısı ve düz zincir halinde amiloz mevcut olduğundan bunların mayalar tarafından kullanılması oldukça güçtür. Ancak okside nişastada dallanmış amilopektin yapısı yüksek oranda ortadan kalktığından mayaların substrat ihtiyacını karşılayabilecektir ve böylece karbondioksit gazı üretebileceklerdir.

Sonuç

Bu çalışmada ekmek üretimine uygun olarak seçilen buğday ununa fındık zarı ve okside nişasta ilaveleri ile hamurda ortaya çıkabilecek reolojik değişimler belirlenmeye çalışılmıştır. Hem fındık zarı hem de okside nişastanın kendi fiziksel ve kimyasal özelliklerini hamura yansıttığı görülmüştür. Una göre fındık zarının yüksek fenolik bileşik içeriği hamurun farinograf değerlerini büyük oranda etkilemiş ve stabiliteyi artırırken yumuşama derecesi ve yoğurma toleransında azalmaya neden olmuştur. Okside nişasta içeren örneklerde kontrol ununa benzer uzama direnci ve uzama kabiliyeti değerleri görülürken daha yüksek gaz üretim kapasitesi oluşturması nedeniyle okside nişasta ilavesi ile daha yüksek ekmek hacmi elde edilebileceği düşünülmektedir. Okside nişastanın tek başına kullanımı ile elde edilen farinograf değerleri

kontrol unu ile benzerlik göstermektedir. Fındık zarı ilaveli un örneğinin ise düşük gaz üretim kapasitesi göstermesi bununla birlikte yüksek uzama direncine ve stabiliteye sahip olması fermantasyon ihtiyacının fazla olmasını gerektirmektedir. Fındık zarı ve okside nişastanın birlikte kullanımı ile en yüksek gaz üretim kapasitesine ulaşıldığı ve fındık zarının tek başına kullanılması ile elde edilen farinograf değerlerine büyük benzerlik gösterdiği gözlenmiştir. Bu bakımdan yeterli fermantasyon süresi uygulandığı takdirde en uygun hamur reolojisine FZ+ON örneğiyle ulaşılabileceği kanısına varılmıştır.

Kaynaklar

- AACC. 1990. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 8th Ed. AACC, St. Paul, 21 pp.
- AACC. 2001. The definition of dietary fibre, AACC Report. Cereal Food World, 46(3): 112-126 pp.
- Acar, J., Gökmen, V., 1998. Fenolik Bileşikler ve Doğal Renk Maddeleri, 435-452. Gıda Kimyası (Eds: İ. Saldamlı), Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 673 s.
- Ak, K., (2005). Asit Modifiye Nişasta Üretimi ve Karakterizasyonu. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Yüksek lisans Tezi, Ankara, 53 s.
- Akgün, F. B., (2007). Ekşi Hamur Tozu Eldesi ve Ekmek Üretiminde Kullanılabilen Olanakları. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Yüksek lisans Tezi, 59 s.
- Alasalvar, C., Karamac, M., Kosinska, A., Rybarczyk, A., Shahidi, F., Amarowicz, R., 2009. Antioxidant activity of hazelnut skin phenolics. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 57(11): 4645-4650.
- Amarowicz, R., Troszyńska, A., Barylko-Pikielna, N., Shahidi, F., 2004. Polyphenolics extracts from legume seeds: correlations between total antioxidant activity, total phenolics content, tannins content and astringency. Journal of Food Lipids, 11(4): 278-286.
- Andreu, P., Collar, C., Martínez-Anaya, M. A., 1999. Thermal properties of doughs formulated with enzymes and starters. European Food Research and Technology, 209(3): 286-293.
- Anıl, M., 2007. Using of hazelnut testa as a source of dietary fiber in breadmaking. Journal of Food Engineering, 80(1): 61-67.

- Arendt, E. K., Ryan, L. A., Dal Bello, F., 2007. Impact of sourdough on the texture of bread. *Food Microbiology*, 24(2): 165-174.
- Bemiller, J. N., Whistler, R. L., 2009. *Starch Chemistry and Technology* Academic Press, USA, 853 pp.
- Bıçer, P., (2011). Su Tutma Kapasitesine Etki Eden Bazı Ticari Ürünlerin Hamur Reolojisi ve Ekmek Özellikleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Yüksek lisans Tezi, 93 s,
- D'Appolonia, B., 1984. Types of farinograph curves and factors affecting them. *The Farinograph Handbook*, 13-23 pp.
- Elgün, A., Ertugay, Z., 1997. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum, 411 s.
- Elgün, A., Türker, S., Bilgiçli, N., 2001. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Konya, 450 s.
- Giannone, V., Longo, C., Damigella, A., Raspagliesi, D., Spina, A., Palumbo, M., 2010. Technological properties of bakers' yeasts in durum wheat semolina dough. *Journal of industrial microbiology & biotechnology*, 37(4): 371-379.
- Göçmen, D., 2001. Ekşi hamur ve laktik starter kullanımının ekmekte aroma oluşumu üzerine etkileri. *Gıda*, 26(1): 13-16.
- Janssen, A., Van Vliet, T., Vereijken, J., 1996. Fundamental and empirical rheological behaviour of wheat flour doughs and comparison with bread making performance. *Journal of Cereal Science*, 23(1): 43-54.
- Khalid, K. H., Ohm, J.-B., Simsek, S., 2017. Whole wheat bread: Effect of bran fractions on dough and end-product quality. *Journal of Cereal Science*, 78: 48-56.
- Kieffer, R., Wieser, H., Henderson, M. H., Graveland, A., 1998. Correlations of the breadmaking performance of wheat flour with rheological measurements on a micro-scale. *Journal of Cereal Science*, 27(1): 53-60.
- Kim, S. Y., Han, J. H., Song, Y., Lee, S. K., 2003. The effects of the ash content in flour on the rheological properties of frozen dough. *Applied Biological Chemistry*, 46(1): 39-45.
- Lene, P. A., Kaack, K., Bergsoe, M. N., Adler-Nissen, J., 2004. Rheological properties of biscuit dough from different cultivars, and relationship to baking characteristics. *Journal of Cereal Science*, 39(1): 37-46.
- López-Amorós, M., Hernández, T., Estrella, I., 2006. Effect of germination on legume phenolic compounds and their antioxidant activity. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(4): 277-283.
- Malalgoda, M., Ohm, J.-B., Meinhardt, S., Chao, S., Simsek, S., 2017. Cluster analysis of historical and modern hard red spring wheat cultivars based on parentage and hplc analysis of gluten-forming proteins. *Cereal Chemistry Journal*, 94(3): 560-567.
- Orth, R., Mander, K., 1975. Effect of milling yield on flour composition and breadmaking quality. *Cereal Chemistry*, 52: 305-314.
- Özer, Ç., Ünal, S., 1998. Glutomatik 4+2 sistemi ile unların niteliklerinde değişimlerin belirlenmesi. *Un Mamulleri Dünyası*, 7(2): 26.
- Özkaya, B., 1995. Bisküvi üretiminde kullanılacak unların değerlendirilmesi. *Un Mamulleri Dünyası*, 4(4): 35-42.
- Perten, H., 1990. Rapid measurement of wet gluten quality by the gluten index. *Cereal Foods World*, 35(4): 401-402.
- Sabanis, D., Makri, E., Doxastakis, G., 2006. Effect of durum flour enrichment with chickpea flour on the characteristics of dough and lasagne. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(12): 1938-1944.
- Tosh, S. M., Yada, S., 2010. Dietary fibres in pulse seeds and fractions: Characterization, functional attributes, and applications. *Food Research International*, 43(2): 450-460.
- Ünal, S., 1991. *Hububat Teknolojisi*, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Baskısı, Yayın No: 29, İzmir, 216 s.
- Ünal, S., Boyacıoğlu, M. H., 1984. Hamurun reolojik özellikleri. *Gıda*, 9(1): 13-20.

Wurzburg, O. B., 1986. Modified Starches-Properties and Uses CRC Press, Boca Raton, USA, 277 pp.

Zijlstra, M., Niazi, M. B. K., Broekhuis, A. A., 2011. Thermoplastic starch films from solution spray

drying: Properties, plasticizers and retrogradation. Proceedings of the 7th International Conference on Polysaccharides-Glycoscienc, 70-74 pp.