

## FARKLI YÖNTEMLERLE ACILIĞI GİDERİLMİŞ LÜPEN UNU VE DİRENÇLİ NİŞASTA İÇEREN EKMEKLERİN KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE VİTAL GLUTEN VE EMÜLGATÖRÜN ETKİSİ

Elif Yaver, Nermin Bilgiçli\*

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye

Geliş / Received: 07.11.2020; Kabul / Accepted: 11.01.2021; Online baskı / Published online: 18.01.2021

Yaver, E., Bilgiçli, N. (2021). Farklı yöntemlerle acılığı giderilmiş lüpen unu ve dirençli nişasta içeren ekmeklerin kalite özellikleri üzerine vital gluten ve emülgatörün etkisi. *GIDA* (2021) 46 (2) 243-255 doi: 10.15237/gida. GD20128.

Yaver, E., Bilgiçli, N. (2021). *Effect of vital gluten and emulgator on quality properties of bread containing lupin flour debittered by different methods and resistant starch. GIDA* (2021) 46 (2) 243-255 doi: 10.15237/gida. GD20128.

### ÖZ

Bu çalışmada; ekmeğin besinsel özelliklerini geliştirmek için ekmeğin üretiminde kullanılan buğday unu, farklı yöntemlerle (geleneksel ve ultrason uygulamalı) acılığı giderilmiş lüpenden elde edilen un (%10) ve tip4 dirençli nişasta (DN-%10) ile yer değiştirilmiştir. Ekmeğin kalite özelliklerini geliştirmek amacıyla vital gluten ve/veya sodyum stearyl-2-laktilat (SSL) ilavesi yapılarak, katkı maddelerinin ekmeğin kalitesi üzerine etkileri belirlenmiştir. Ekmeğin formülasyonuna lüpen unu+DN ilavesiyle azalan hacim ve spesifik hacim değerleri, katkı maddelerinin kullanımı ile yükselmiştir. Ultrason uygulamasıyla acılığı giderilmiş lüpen unu kullanımı; geleneksel yöntemle acılığı giderilmiş lüpen unu içeren ekmeklere göre daha yüksek hacim ve spesifik hacim ile daha düşük sıklık ve sertlik değerleri sağlamıştır. Vital gluten+SSL kombinasyonu ile üretilen ekmeklerin sertlik, elastikiyet, kohezivite ve esneklik değerleri istatistiksel açıdan buğday unu ekmeğine benzer bulunmuştur ( $P > 0.05$ ). Ekmeğin örneklerinin genel beğeni puanları %10 lüpen unu+%10 DN kullanımı ile azalmış, vital gluten ve vital gluten+SSL ilavesi genel beğeni puanlarının buğday unu ekmeğine yakın olmasını sağlamıştır.

**Anahtar kelimeler:** Vital gluten, sodyum stearyl-2-laktilat (SSL), lüpen, dirençli nişasta, ekmeğin

## EFFECT OF VITAL GLUTEN AND EMULGATOR ON QUALITY PROPERTIES OF BREAD CONTAINING LUPIN FLOUR DEBITTERED BY DIFFERENT METHODS AND RESISTANT STARCH

### ABSTRACT

In this study, wheat flour used in bread was replaced by flour (10%) obtained from lupin debittered by different methods (traditional and ultrasound application) and resistant starch type4 (RS-10%) to improve nutritional properties of bread. The effects of vital gluten and/or sodium stearyl-2-lactylate (SSL) on quality characteristics of bread were investigated. While volume and specific volume decreased with addition of lupin flour+RS to bread formulation, it increased with additives. Use of lupin flour debittered by ultrasound provided higher volume and specific volume, lower firmness and hardness compared to breads containing lupin flour debittered by traditional method. Firmness, springiness, cohesiveness and resilience of breads produced with vital gluten+SSL were found

\* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author

✉: nerminbil2003@hotmail.com,

☎: (+90) 332 323 7926

☎: (+90) 332 236 2141

Elif Yaver; ORCID no: 0000-0002-2651-9922

Nermin Bilgiçli; ORCID no: 0000-0001-5490-9824

statistically similar to wheat flour bread ( $P > 0.05$ ). Overall acceptability scores of breads decreased with use of 10% lupin flour+10% RS, addition of vital gluten or vital gluten+SSL provided overall acceptability scores close to wheat flour bread.

**Keywords:** Vital gluten, Sodium stearoyl-2-lactylate (SSL), lupin, resistant starch, bread

## GİRİŞ

Antik bir baklagil tanesi olarak bilinen lüpen (*Lupinus albus* L.), Akdeniz çevresinde, Balkanlar, Asya, Avrupa ve Güney Amerika'da yetiştirilmektedir. Proteince zengin (%33-47) bir bileşime sahip olan lüpen aynı zamanda; diyet lifi, yağ,  $\alpha$ -tokoferol, tiamin, riboflavin, C vitamini ve çeşitli mineraller içermektedir (Dervas vd., 1999; Mohammed vd., 2017). Bununla birlikte, lüpen yüksek oranda antioksidan aktiviteye ve fenolik madde içeriğine sahiptir (Oomah vd., 2006). Lüpenin insan sağlığı üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda; düşük yoğunluklu lipoprotein seviyesi, plazma kolesterolü ve trigliseritler ile kan basıncında azalma sağladığı, kardiyovasküler hastalık riskini düşürdüğü bildirilmiştir (Sirtori vd., 2004; Lee vd., 2009; Belski vd., 2011). Lüpen içeriği yüksek olan gıdalar, glisemik indeksinin düşük olması sebebiyle diyabet ve obezitenin kontrolünde kullanılabilir (Johnson vd., 2003).

Dirençli nişasta (DN), üst gastrointestinal sistemde 120 dakika boyunca hidrolize direnç gösteren nişastadır. DN, postprandiyal hiperglisemiye etkilememektedir. Kalın bağırsakta mikroorganizmalar tarafından fermente edilen DN, kısa zincirli yağ asitlerine (bütirat, propiyonat ve asetat gibi) ve çeşitli gazlara ( $CO_2$ ,  $CH_4$  ve  $H_2$ ) dönüştürülmektedir (Englyst vd., 1992). Kalın bağırsaktaki kısa zincirli yağ asitleri; kardiyovasküler hastalıklar, inflamatuvar bağırsak hastalığı ile bazı kanser türlerinin riskinin azaltılmasında ve kolon sağlığı üzerinde olumlu etkiler gösterebilmektedir (Wong vd., 2006). Sindirilmeden kalın bağırsağa ulaşan DN, AACC (2000) tarafından verilen diyet lifi tanımına uymakta ve bir lif bileşeni olarak sınıflandırılmaktadır. DN'nin insan sağlığı üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda; kolon kanserini önleyebildiği (Asp ve Bjorck, 1992), prebiyotik etkilerinin bulunduğu (Brown vd., 1996), tip 2 diyabet riskini düşürdüğü (Meyer vd., 2000), safra taşı oluşumunu azaltabildiği (Birkett vd., 2000), postprandiyal lipit oksidasyonunu

artırarak uzun dönemde yağ birikimini önleyebildiği (Higgins vd., 2004), kalsiyum ve demir emilimini artırabildiği (Morais vd., 1996) bildirilmektedir.

Buğday ununda bulunan gluten proteininin mükemmel visko-elastik özellikleri; ortamdaki havanın ve maya faaliyeti sonucu oluşan karbondioksitin hamur içinde tutulmasına, böylece kabaran, hacimli ve gözenekli yapıda ekmek oluşumuna imkan vermektedir (Pomeranz, 1987; Dizlek vd., 2013). Buğday ununun lüpen unu ve DN ile ikamesi; gluten oranında seyrelmeye, hamurun visko-elastik özelliklerinde ve pişme performansında azalmaya sebep olarak, ekmeğin teknolojik kalitesinin düşmesine neden olabilmektedir (Dervas vd., 1999; Sanchez vd., 2014). Vital gluten, genellikle tahıl ve baklagil unları ilavesiyle bozulan teknolojik özelliklerin buğday ununa geri kazandırılmasını sağlamakta; hamur mukavemetini, yoğurma toleransını ve elle işleme özelliklerini geliştirmektedir (Day vd., 2006).

Bir emülgatör olan sodyum stearol-2-laktilat (SSL); hamur yoğurma esnasında gluten ile etkileşime girerek hamur mukavemetinin artmasını, bayatlamının gecikmesini ve yapışkanlığın azalmasını sağlamaktadır (van Steertegem vd., 2013). Gomes-Ruffi vd. (2012), ekmek yapımında SSL kullanımı ile ekmek için yumuşadığını, gözenek yapısının iyileştiğini, ekmek hacminin arttığını ve daha uzun raf ömrüne sahip ekmek elde ettiklerini raporlamışlardır.

Bu çalışmada; buğday unu, farklı metotlarla (geleneksel ve ultrason uygulamalı) acılığı giderilmiş lüpen unu (%10) ve DN (%10) ile ikame edilerek ekmek üretimi gerçekleştirilmiştir. Lüpen unu ve DN ilavesiyle bozulan ekmek kalitesinin iyileştirilmesi için çeşitli katkı maddeleri (vital gluten, SSL ya da vital gluten+SSL) kullanılarak kalite üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

### MATERYAL VE YÖNTEM

#### Materyal

Buğday unu (%0.62 kül ve %11.34 protein; Hekimoğlu, Konya, Türkiye), yaş maya (Pakmaya, Kocaeli, Türkiye), tuz ve DN (tip4) Konya (Türkiye) piyasasından tedarik edilmiştir. Vital gluten ve SSL Vatan Enzim A.Ş.'den (İstanbul, Türkiye) alınmıştır.

Bu çalışmada kullanılan lüpen unları (geleneksel yöntemle acılığı giderilmiş lüpen unu (GALU)/ultrason uygulamasıyla acılığı giderilmiş lüpen unu (UALU)), 119O071 no'lu proje ile TÜBİTAK tarafından desteklenen daha önceki çalışmamızda elde edilmiştir. Bu amaçla, acı lüpen tohumları geleneksel yöntem (144 saat) ve ultrason uygulamalı yöntem (25 °C - her 4 saatte bir 25 dk ultrasonikasyon - toplam 60 saat) olmak üzere iki farklı metot kullanılarak acılık giderme işlemine tabi tutulmuştur. Her iki acılık giderme yönteminde de lüpen tohumlarına 1:3 (lüpen:su, w/v) oranında saf su eklenmiş ve 75 dk süre ile ısıtma işlemi uygulanmıştır. Ardından örnekler 1:10 (lüpen:su, w/v) oranında saf su eklenmiş; geleneksel yöntemde her 4 saatte bir su değiştirilerek, 144 saat boyunca örnekler ıslatma işlemine tabi tutulmuş, ultrason uygulamalı yöntemde ise 60 saat boyunca her 4 saatte bir örneklerin ıslatma suyu (25 °C) değiştirilmiş ve 25 dk süre ile ultrason uygulanmıştır. Acılığı giderilmiş lüpen tohumları (toplam alkaloit miktarı < 0.02 g/100 g) öğütülerek un haline getirilmiş, daha sonra kuru kavurma yöntemi (160 °C - 30 dk) ile stabilize edilmiştir (Yaver, 2021).

#### Yöntem

##### Ekmek Üretimi

Kontrol-1 %100 buğday unu ekmeği üretimi için; 100 g un esasına göre 3 g yaş maya, 1.5 g tuz ve su, mikser (Hobart N50, Offenburger, Almanya) içerisinde karıştırıldıktan sonra düşük hızda 5 dk ve yüksek hızda 2 dk süre ile homojen bir hamur elde edilene kadar yoğrulmuştur. Elde edilen hamurlar, 30 °C'de ve %80-90 nispi nemde kitle fermentasyonuna (30+30 dk) bırakılmış, 30 dk'da bir katlanarak havalandırılmış, daha sonra şekillendirilerek 60 dk dinlendirilmiştir. Fermentasyon süresi sonunda hamurlar, 230

°C'deki fırında (Fimak Rokon Classic FRN10 G, Konya, Türkiye) 9 dk süreyle pişirilmiştir.

Kontrol-2 ekmek örneğinin üretiminde; buğday unu %10 lüpen unu (GALU/UALU) + %10 DN ile ikame edilmiş, Kontrol-1 ekmeğinin üretiminde uygulanan prosedür aynı şekilde uygulanmıştır. Lüpen unu ve DN kullanım oranı, önceki çalışmamızda farklı lüpen unu (%0, 10, 15 ve 20) ve DN (%0, 5 ve 10) ikame oranları arasında teknolojik kalite açısından en ümitvar bulunan örneğin %10 lüpen unu + %10 DN kullanılarak üretilen ekmek örneği olması ile belirlenmiş ve katkı maddelerinin ilave edilmesi üzerine yapılan denemeler bu ekmek formülasyonu (Kontrol-2) üzerinde gerçekleştirilmiştir (Yaver, 2021). Katkı maddeleri ilave edilmiş ekmek denemeleri için; Kontrol-2 ekmek formülasyonuna (%10 lüpen unu + %10 DN) seyrelen miktarda vital gluten, %0.5 SSL ve aynı oranlarda vital gluten:SSL kombinasyonu ilave edilmiş ve yukarıda bahsedilen ekmek üretim prosedürünün aynısı uygulanmıştır.

##### Renk Ölçümü

Ekmek örneklerine ait renk değerleri ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ) Minolta CR-400 (Konica Minolta, Inc., Osaka, Japonya) cihazı kullanılarak Francis (1998)'e göre belirlenmiştir. Renk değerleri, hem ekmek kabuğu hem de ekmek içinde beş farklı noktadan ölçüm yapılması ile bulunmuştur.

##### Ağırlık, Hacim ve Spesifik Hacim

Ağırlık ve hacim değerleri, ekmek örneklerinin fırından çıkmasını takiben 60 dk sonra ölçülmüştür. Hacim ölçümü kolza tohumu ile yer değiştirme esasına göre, AACC 10-05 metoduna uygun olarak yapılmıştır (AACC, 1990). Ekmek örneklerine ait hacim değerinin ağırlık değerine oranlanması ile spesifik hacim değeri bulunmuştur (Elgün vd., 2001).

##### Tekstür Analizleri

Ekmek örneklerine ait 1. ve 3. günlerde ölçülen sıklık, sertlik, elastikiyet, koheziflik, çignenebilirlik ve esneklik değerleri tekstür analiz cihazı (Stable Microsystems TA-Xt.Plus, Surrey, Birleşik Krallık) kullanılarak ve AACC 74-09 metoduna uygun olarak belirlenmiştir (AACC, 2000).

### Duyusal Analizler

Duyusal analizler 12 panelist tarafından, ekmeğin örneklerinin tat, koku, görünüş, simetri, gözenek yapısı ve genel beğeni özelliklerinin değerlendirilmesi ile gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme, 1-9 arasındaki skala (1: aşırı kötü, 5: orta, 9: aşırı iyi) kullanılarak yapılmıştır (Hooda ve Jood, 2005).

### İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizlerde TARIST 4.01 (Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye) programı kullanılarak sonuçlara varyans analizi (ANOVA) uygulanmış, ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları arasındaki farklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir ( $P < 0.05$ ). Analiz sonuçları ortalama  $\pm$  standart sapma şeklinde verilmiştir (Düzgüneş vd., 1987).

### SONUÇ VE TARTIŞMA

Ekmek örneklerine ait kabuk  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri Çizelge 1’de gösterilmiştir. Ekmeklerin üretiminde kullanılan lüpen ununun çeşidi (GALU ve UALU), örneklerin ortalama kabuk  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri üzerinde istatistiki açıdan bir farklılık oluşturmamıştır ( $P > 0.05$ ). Sonuçlar katkı

çeşidi faktörü açısından değerlendirildiğinde; Kontrol-2 (%10 lüpen unu + %10 DN) örneğinin kabuk  $L^*$  değerinin, Kontrol-1 (%100 buğday unu) örneğine göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Kontrol-2 ekmeği formülasyonuna ilave edilen katkı maddelerine (vital gluten, SSL ve vital gluten+SSL) ait kabuk  $L^*$  değerinin, Kontrol-2 ekmeğine istatistiki açıdan benzer olduğu belirlenmiştir ( $P > 0.05$ ). En yüksek ortalama kabuk  $a^*$  değeri (10.61) Kontrol-1 örneğinde bulunurken, en düşük ortalama kabuk  $a^*$  değeri Kontrol-2 (7.23) ekmeği ile “%10 lüpen unu + %10 DN + SSL” katkılı ekmeğin örneğinde (7.15) elde edilmiştir. Ekmeğin formülasyonuna beyaz renkli DN ilavesinin, %10 lüpen unu + %10 DN içeren ekmeğin örneklerinin Kontrol-1 ekmeğine göre daha yüksek  $L^*$  ve daha düşük  $a^*$  değerlerine sahip olmasında etkili olduğu tahmin edilmektedir. Ekmeğin örneklerinin ortalama kabuk  $b^*$  değeri üzerinde katkı çeşidinin önemli ( $P > 0.05$ ) bir etkisinin bulunmadığı görülmüştür. Benzer sonuçlar Yıldız (2009) tarafından da elde edilmiş, “%20 karabuğday unu + vital gluten + SSL” içeren ekmeğin kabuk  $L^*$  ve  $b^*$  değerlerinin katkısız ekmeğe yakın olduğu bildirilmiştir.

Çizelge 1. Ekmeğin örneklerine ait kabuk renk değerleri<sup>1</sup>

Table 1. Crust color values of bread samples<sup>1</sup>

Faktör/ Factor	n	$L^*$	$a^*$	$b^*$
<i>Lüpen unu çeşidi/ Lupin flour type</i>				
GALU <sup>2</sup>	10	61.45 $\pm$ 1.96 <sup>a</sup>	8.34 $\pm$ 1.41 <sup>a</sup>	32.01 $\pm$ 0.49 <sup>a</sup>
UALU <sup>3</sup>	10	61.38 $\pm$ 1.86 <sup>a</sup>	8.29 $\pm$ 1.45 <sup>a</sup>	31.94 $\pm$ 0.34 <sup>a</sup>
<i>Katkı çeşidi/ Additives</i>				
Kontrol-1 <sup>4</sup> / Control-1 <sup>4</sup>	4	58.16 $\pm$ 0.13 <sup>b</sup>	10.61 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup>	31.78 $\pm$ 0.10 <sup>a</sup>
Kontrol-2 <sup>5</sup> / Control-2 <sup>5</sup>	4	62.45 $\pm$ 0.53 <sup>a</sup>	7.23 $\pm$ 0.25 <sup>d</sup>	32.41 $\pm$ 0.39 <sup>a</sup>
VG <sup>6</sup>	4	61.31 $\pm$ 0.18 <sup>a</sup>	8.70 $\pm$ 0.10 <sup>b</sup>	32.32 $\pm$ 0.10 <sup>a</sup>
SSL <sup>7</sup>	4	62.60 $\pm$ 0.11 <sup>a</sup>	7.15 $\pm$ 0.00 <sup>d</sup>	31.66 $\pm$ 0.39 <sup>a</sup>
VG+SSL	4	62.54 $\pm$ 0.25 <sup>a</sup>	7.87 $\pm$ 0.03 <sup>c</sup>	31.69 $\pm$ 0.23 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Sonuçlar iki tekrarin ortalamasıdır. Farklı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ( $P < 0.05$ )./<sup>1</sup>Values are the average of duplicate samples. Means followed by the different letter within a column are statistically different from each other ( $P < 0.05$ ).

<sup>2</sup>Geleneksel yöntemle açılığın giderilmiş lüpen unu./<sup>2</sup>Lupin flour debittered by traditional method.

<sup>3</sup>Ultrason uygulamasıyla açılığın giderilmiş lüpen unu./<sup>3</sup>Lupin flour debittered by ultrasound application.

<sup>4</sup>%100 buğday unu./<sup>4</sup>100% wheat flour.

<sup>5</sup>%10 lüpen unu+%10 dirençli nişasta./<sup>5</sup>10% lupin flour+10% resistant starch.

<sup>6</sup>Vital gluten.

<sup>7</sup>Sodyum stearol-2-laktilat./<sup>7</sup>Sodium stearoyl-2-lactylate.

Ekmek örneklerine ait iç  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri Çizelge 2’de verilmiştir. GALU ve UALU kullanılarak üretilen ekmeklerin ortalama iç  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin birbirine yakın olduğu, aralarında anlamlı bir fark oluşmadığı belirlenmiştir ( $P > 0.05$ ). Katkısız Kontrol-2 örneği ile katkı maddeleri ilave edilerek üretilen ekmek örneklerine ait ortalama iç  $L^*$  değerleri birbirine yakın ( $P > 0.05$ ) ve Kontrol-1 ekmeğinin ortalama iç  $L^*$  değerine göre daha düşük bulunmuştur. Katkı maddelerinin ilavesi, Kontrol-2 ekmeğinin ortalama iç  $a^*$  değerini sayısal olarak azaltmış, ancak bu farkın istatistiki

açıdan önemsiz ( $P > 0.05$ ) olduğu görülmüştür. Kontrol-2 ekmeğinde, Kontrol-1 ekmeğine göre daha yüksek ortalama iç  $b^*$  değeri elde edilmiştir. Kontrol-2 formülasyonunda yer alan lüpen ununun bileşiminde bulunan pigmentler, muhtemelen bu artış üzerinde etkili olmuştur. Vital gluten ve vital gluten+SSL katkıları, katkısız Kontrol-2 ekmeğinin ortalama iç  $b^*$  değerini azaltmıştır. Kim vd. (2013); vital gluten katkısının, ekmek örneklerine ait iç  $a^*$  değerinin katkısız kontrol örneğine yakın olmasını sağladığını, iç  $b^*$  değerini ise azalttığını ifade etmişlerdir.

Çizelge 2. Ekmek örneklerine ait ekmek içi renk değerleri<sup>1</sup>Table 2. Crumb color values of bread samples<sup>1</sup>

Faktör/ Factor	n	$L^*$	$a^*$	$b^*$
<i>Lüpen unu çeşidi/ Lupin flour type</i>				
GALU <sup>2</sup>	10	70.45±1.26 <sup>a</sup>	-1.78±0.15 <sup>a</sup>	20.81±3.48 <sup>a</sup>
UALU <sup>3</sup>	10	70.35±1.35 <sup>a</sup>	-1.77±0.21 <sup>a</sup>	20.78±3.52 <sup>a</sup>
<i>Katkı çeşidi/ Additives</i>				
Kontrol-1 <sup>4</sup> / Control-1 <sup>4</sup>	4	72.61±0.02 <sup>a</sup>	-1.55±0.05 <sup>a</sup>	14.67±0.11 <sup>c</sup>
Kontrol-2 <sup>5</sup> / Control-2 <sup>5</sup>	4	70.53±0.06 <sup>b</sup>	-1.61±0.06 <sup>a</sup>	23.21±0.10 <sup>a</sup>
VG <sup>6</sup>	4	69.53±0.32 <sup>b</sup>	-1.85±0.03 <sup>a</sup>	21.66±0.21 <sup>b</sup>
SSL <sup>7</sup>	4	69.60±0.07 <sup>b</sup>	-1.93±0.02 <sup>a</sup>	22.87±0.01 <sup>ab</sup>
VG+SSL	4	69.72±0.08 <sup>b</sup>	-1.92±0.01 <sup>a</sup>	21.58±0.10 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. Farklı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ( $P < 0.05$ ). / <sup>1</sup>Values are the average of duplicate samples. Means followed by the different letter within a column are statistically different from each other ( $P < 0.05$ ).

<sup>2</sup>Geleneksel yöntemle acılığı giderilmiş lüpen unu. / <sup>2</sup>Lupin flour debittered by traditional method.

<sup>3</sup>Ultrason uygulamasıyla acılığı giderilmiş lüpen unu. / <sup>3</sup>Lupin flour debittered by ultrasound application.

<sup>4</sup>%100 buğday unu. / <sup>4</sup>100% wheat flour.

<sup>5</sup>%10 lüpen unu+%10 dirençli nişasta. / <sup>5</sup>10% lupin flour+10% resistant starch.

<sup>6</sup>Vital gluten.

<sup>7</sup>Sodyum stearol-2-laktat. / <sup>7</sup>Sodium stearoyl-2-lactylate.

Ekmek örneklerine ait ağırlık, hacim ve spesifik hacim sonuçları Çizelge 3’te verilmiştir. Ekmek örneklerinin üretiminde lüpen unu çeşidi olarak UALU kullanımı, GALU kullanılarak üretilen ekmeklere göre daha düşük ağırlık değerleri ile daha yüksek hacim ve spesifik hacim değerleri sağlamıştır. UALU örneklerinin elde edilmesinde kullanılan ultrason uygulamasının oksidasyona ve bunun sonucunda da hidroperoksitlerin oluşumuna neden olduğu bilinmektedir (Jiang vd., 2014). UALU örneklerinde bulunan

hidroperoksitler, UALU içeren ekmeklerde hamur oksidasyonu ile serbest sülfidril (-SH) gruplarının disülfid (S-S) gruplarına dönüşümünü sağlayarak gluten ağını güçlendirmiş ve ekmek hacminin artmasını sağlamış olabilir (Yang vd., 2018; Li vd., 2019). Katkı çeşidi faktörü açısından yapılan değerlendirmede; katkısız Kontrol-2 ekmeğinin ortalama ağırlık değeri 155.32 g olarak bulunmuş; vital gluten, SSL ve vital gluten+SSL ilavesi ile ekmek örneklerinin ortalama ağırlık değerlerinin sırasıyla 151.22 g, 153.31 g ve 148.62

g'a düştüğü görülmüştür. %10 lüpen unu + %10 DN formülasyonuna ilave edilen katkı maddelerinin üçü de (vital gluten, SSL ve vital gluten+SSL) hacim ve spesifik hacim değerlerinin katkısız Kontrol-2 ekmeğine göre artmasını sağlamış, istatistiki açıdan en yüksek hacim ve spesifik hacim değerleri ise Kontrol-1 örneğinde bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Şekil 1a'da gösterildiği gibi, hem GALU hem de UALU ilave edilerek üretilen ekmeğin arasında Kontrol-1 örneğine en yakın hacim değeri vital gluten+SSL katkısı ile elde edilmiştir. Vital glutenin; hamur elastikiyetini, mukavemetini ve gaz tutma kapasitesini artıran

visko-elastik özellikleri ve lüpen unu+DN ilavesi ile seyrelen gluten miktarını tamamlayıcı olması, hacim artışı üzerinde etkili olmaktadır (Dizlek vd., 2013; Ortolan ve Steel, 2017). SSL ise; gluten ve nişasta arasındaki arayüzde sıvı filmler oluşturarak gaz tutma kapasitesinin artmasını sağlamakta, bu da hacim ve spesifik hacim değerleri üzerinde olumlu etki oluşturmaktadır (Krog, 1981; Gomes-Ruffi vd., 2012). Özkaya ve Özkaya (1992); %20 oranında mısır unu içeren ekmeğin formülasyonuna vital gluten+SSL katkısı ilavesinin, ekmeğin örneklerinin hacim ve spesifik hacim değerlerini iyileştirdiğini raporlamışlardır.

Çizelge 3. Ekmeğin örneklerine ait ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerleri<sup>1</sup>

Table 3. Weight, volume and specific volume values of bread samples<sup>1</sup>

Faktör/ Factor	n	Ağırlık (g)/ Weight (g)	Hacim (ml)/ Volume (ml)	Spesifik hacim (ml/g)/ Specific volume (ml/g)
<i>Lüpen unu çeşidi/ Lupin flour type</i>				
GALU <sup>2</sup>	10	152.24±4.29 <sup>a</sup>	517.39±82.61 <sup>b</sup>	3.41±0.64 <sup>b</sup>
UALU <sup>3</sup>	10	149.60±3.12 <sup>b</sup>	551.79±62.59 <sup>a</sup>	3.70±0.49 <sup>a</sup>
<i>Katkı çeşidi/ Additives</i>				
Kontrol-1 <sup>4</sup> / Control-1 <sup>4</sup>	4	146.10±0.67 <sup>c</sup>	626.93±2.20 <sup>a</sup>	4.29±0.03 <sup>a</sup>
Kontrol-2 <sup>5</sup> / Control-2 <sup>5</sup>	4	155.32±3.73 <sup>a</sup>	432.48±50.01 <sup>e</sup>	2.79±0.39 <sup>d</sup>
VG <sup>6</sup>	4	151.22±1.39 <sup>c</sup>	543.19±25.41 <sup>c</sup>	3.59±0.20 <sup>bc</sup>
SSL <sup>7</sup>	4	153.31±1.46 <sup>b</sup>	505.25±12.83 <sup>d</sup>	3.29±0.12 <sup>c</sup>
VG+SSL	4	148.62±2.08 <sup>d</sup>	565.11±31.16 <sup>b</sup>	3.81±0.26 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. Farklı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ( $P < 0.05$ ).<sup>1</sup>Values are the average of duplicate samples. Means followed by the different letter within a column are statistically different from each other ( $P < 0.05$ ).

<sup>2</sup>Geleneksel yöntemle acılığı giderilmiş lüpen unu.<sup>2</sup>Lupin flour debittered by traditional method.

<sup>3</sup>Ultrason uygulamasıyla acılığı giderilmiş lüpen unu.<sup>3</sup>Lupin flour debittered by ultrasound application.

<sup>4</sup>%100 buğday unu.<sup>4</sup>100% wheat flour.

<sup>5</sup>%10 lüpen unu+%10 dirençli nişasta.<sup>5</sup>10% lupin flour+10% resistant starch.

<sup>6</sup>Vital gluten.

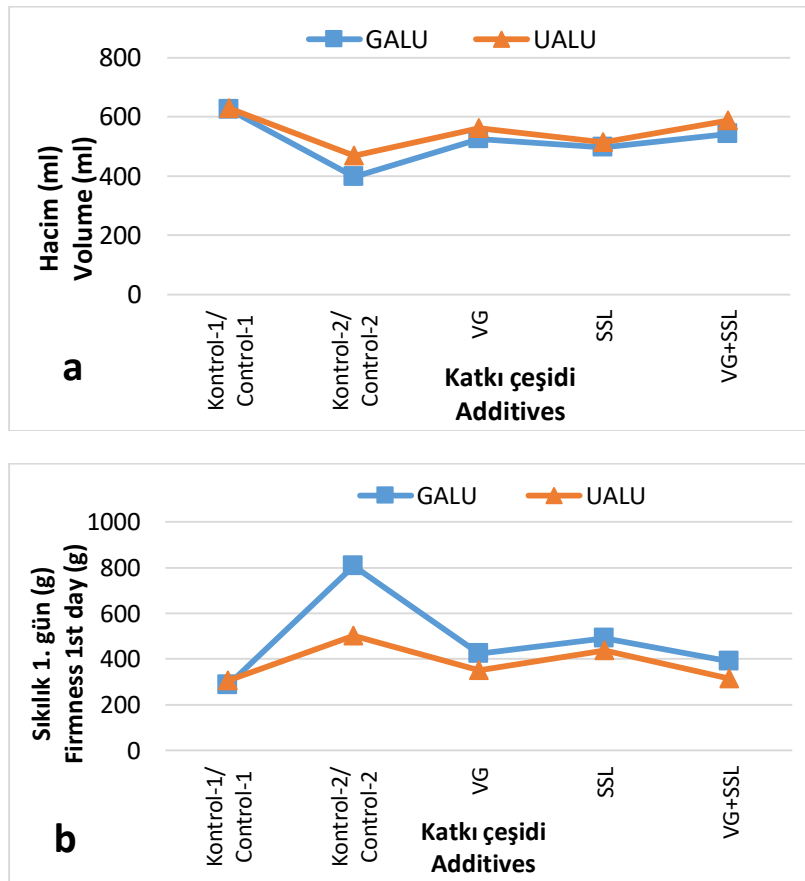
<sup>7</sup>Sodyum stearol-2-laktat.<sup>7</sup>Sodium stearoyl-2-lactylate.

Ekmeğin örneklerine ait 1. gün tekstür analiz sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir. Ortalama 1. gün sıklık, sertlik ve çignenebilirlik değerleri; GALU kullanılarak üretilen ekmeğin örneklerinde sırasıyla 474 g, 712 g ve 401 g, UALU ile hazırlanan örneklerde ise sırasıyla 376 g, 626 g ve 371 g olarak bulunmuştur. Ekmeğin hacmindeki artışın sıklık, sertlik ve çignenebilirlik değerleri üzerinde olumlu etki gösterdiği belirtilmektedir (Güdük, 2016). UALU içeren ekmeğin GALU içeren ekmeğe göre daha yüksek hacim değerlerine

sahip olmasının tekstürel özelliklere de yansıdığı düşünülmektedir (Çizelge 3 ve 4). Lüpen unu çeşidinin, ekmeğin 1. gün elastikiyet, koheziflik ve esneklik değerleri üzerinde önemli ( $P > 0.05$ ) bir etki oluşturmadığı belirlenmiştir. Kontrol-1 örneği ile karşılaştırıldığında, ekmeğin üretiminde %10 lüpen unu + %10 DN kullanımının (Kontrol-2) ortalama 1. gün sıklık, sertlik ve çignenebilirlik değerlerinin artmasına neden olduğu görülmüştür. Lüpen unu ve DN ilavesi ile gluten miktarında meydana gelen seyrelmenin gaz

tutma kapasitesinin azalmasına neden olması, gözenek yapısı gelişimini olumsuz etkilemekte; sıklık, sertlik ve çignenebilirlik değerlerinin artışı ile sonuçlanabilmektedir (Coda vd., 2017; Liu vd., 2017). Villarino vd. (2015); %20 oranında lüpen unu kullanımının, ekmeç örneklerinin sertlik ve çignenebilirlik değerlerini kontrol buğday unu ekmeğine göre artırdığını raporlamışlardır. Sanz-Penella vd. (2010) ise; %10 oranında DN içeren ekmeçlerin, buğday unu ekmeğine göre daha yüksek sertlik ve çignenebilirlik değerlerine sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Kontrol-2 formülasyonuna ilave edilen katkı maddelerinin üçü de Kontrol-2 ekmeğinin ortalama 1. gün sıklık değerini azaltmış, en etkili sonuç vital gluten+SSL kombinasyonunun kullanımı ile elde edilmiştir (Şekil 1b). Vital gluten+SSL katkısı aynı

zamanda; ortalama 1. gün sertlik değerinin Kontrol-1 ekmeğine yakın olmasını sağlamış ( $P > 0.05$ ), ortalama 1. gün çignenebilirlik değerini ise Kontrol-1'e göre düşürmüştür ( $P < 0.05$ ). Curti vd. (2014), vital gluten ilavesinin gluten ağı gelişimini iyileştirerek gaz tutma kapasitesini artırması ile ekmeç içi tekstürel özelliklerinin gelişimini desteklediğini raporlamışlardır. Ekmeç üretiminde SSL kullanılan çalışmalarda ise, SSL'in daha yumuşak bir ekmeç içi sağladığı ve gözenek yapısı gelişimini iyileştirerek ekmeç içi tekstürü üzerinde olumlu sonuçlar verdiği belirtilmektedir (Sluimer, 2005; Khaleel vd., 2018). Katkı çeşidi faktörü açısından; ekmeç örneklerinin 1. gün elastikiyet, koheziflik ve esneklik değerleri arasında istatistiki açıdan bir farklılık oluşmadığı gözlenmiştir ( $P > 0.05$ ).



Şekil 1. Ekmeç örneklerine ait hacim (a) ve 1. gün sıklık (b) değerleri  
Figure 1. Volume (a) and 1<sup>st</sup> day firmness (b) values of bread samples

Çizelge 4. Ekmek örneklerine ait 1. gün tekstür analiz değerleri<sup>1</sup>  
 Table 4. The 1<sup>st</sup> day texture analysis values of bread samples<sup>1</sup>

Faktör/ Factor	n	Sıklık (g)/ Firmness (g)	Sertlik (g)/ Hardness (g)	Elastikiyet/ Springiness	Koheziflik/ Cohesiveness	Çiğnenabilirlik(g)/ Chewiness (g)	Esneklik/ Resilience
<i>Lüpen unu çeşidi/ Lupin flour type</i>							
GALU <sup>2</sup>	10	474±197.41 <sup>a</sup>	712±254.62 <sup>a</sup>	0.877±0.04 <sup>a</sup>	0.664±0.06 <sup>a</sup>	401±81.81 <sup>a</sup>	0.304±0.05 <sup>a</sup>
UALU <sup>3</sup>	10	376±84.15 <sup>b</sup>	626±155.89 <sup>b</sup>	0.885±0.03 <sup>a</sup>	0.681±0.04 <sup>a</sup>	371±55.67 <sup>b</sup>	0.328±0.04 <sup>a</sup>
<i>Katkı çeşidi/ Additives</i>							
Kontrol-1 <sup>4</sup> / Control-1 <sup>4</sup>	4	296±13.44 <sup>c</sup>	530±5.66 <sup>d</sup>	0.928±0.01 <sup>a</sup>	0.728±0.01 <sup>a</sup>	356±4.24 <sup>c</sup>	0.356±0.00 <sup>a</sup>
Kontrol-2 <sup>5</sup> / Control-2 <sup>5</sup>	4	655±217.08 <sup>a</sup>	1021±185.26 <sup>a</sup>	0.831±0.01 <sup>a</sup>	0.598±0.04 <sup>a</sup>	503±53.74 <sup>a</sup>	0.245±0.03 <sup>a</sup>
VG <sup>6</sup>	4	389±51.62 <sup>c</sup>	580±26.16 <sup>c</sup>	0.880±0.00 <sup>a</sup>	0.680±0.01 <sup>a</sup>	347±10.05 <sup>cd</sup>	0.330±0.02 <sup>a</sup>
SSL <sup>7</sup>	4	464±36.77 <sup>b</sup>	675±45.96 <sup>b</sup>	0.872±0.00 <sup>a</sup>	0.658±0.00 <sup>a</sup>	388±26.71 <sup>b</sup>	0.312±0.01 <sup>a</sup>
VG+SSL	4	354±53.03 <sup>d</sup>	540±38.89 <sup>d</sup>	0.893±0.00 <sup>a</sup>	0.697±0.01 <sup>a</sup>	336±19.94 <sup>d</sup>	0.336±0.02 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Sonuçlar iki tekrerrün ortalamasıdır. Farklı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ( $P < 0.05$ ). / <sup>1</sup>Values are the average of duplicate samples. Means followed by the different letter within a column are statistically different from each other ( $P < 0.05$ ).

<sup>2</sup>Geleneksel yöntemle acılığı giderilmiş lüpen unu. / <sup>2</sup>Lupin flour debittered by traditional method.

<sup>3</sup>Ultrason uygulamasıyla acılığı giderilmiş lüpen unu. / <sup>3</sup>Lupin flour debittered by ultrasound application.

<sup>4</sup>%100 buğday unu. / <sup>4</sup>100% wheat flour.

<sup>5</sup>%10 lüpen unu+%10 dirençli nişasta. / <sup>5</sup>10% lupin flour+10% resistant starch.

<sup>6</sup>Vital gluten.

<sup>7</sup>Sodyum stearol-2-laktat. / <sup>7</sup>Sodium stearoyl-2-lactylate.

Ekmek örneklerine ait 3. gün tekstür analiz değerleri Çizelge 5'te gösterilmiştir. Ekmek üretiminde UALU kullanımı, GALU içeren ekmeklere göre daha düşük ortalama 3. gün sıklık ve sertlik değerleri sağlamıştır. Ekmeğin bayatlaması, depolama boyunca ekmek içinde kabuğa su transferi ve nişastanın yeniden kristalleşmesi ile gerçekleşmektedir (Martin vd., 1991). Lüpen unu çeşidi olarak UALU kullanımının, bayatlama üzerinde daha fazla avantaj sağladığı görülmektedir. Bunun yanında, GALU ve UALU ilave edilerek üretilen ekmek örneklerinin ortalama 3. gün elastikiyet, koheziflik, çiğnenabilirlik ve esneklik değerleri istatistiki açıdan birbirine benzer bulunmuştur ( $P > 0.05$ ). Katkı çeşidi faktörüne göre yapılan karşılaştırmada; en yüksek ortalama 3. gün sıklık, sertlik ve çiğnenabilirlik değerleri katkısız Kontrol-2 ekmeğinde belirlenmiş, Kontrol-2 formülasyonuna (%10 lüpen unu + %10 DN) ilave edilen bütün katkı maddeleri, bu değerlerin katkısız Kontrol-2 ekmeğine göre düşmesine neden olmuştur. Katkı maddeleri kendi aralarında karşılaştırıldığında, en düşük ortalama 3. gün sıklık ve sertlik değerleri vital gluten+SSL katkısı ile elde edilmiş, vital gluten ve vital gluten+SSL

içeren ekmeklerin ortalama 3. gün çiğnenabilirlik değeri birbirine yakın bulunmuştur ( $P > 0.05$ ). Willhoft (1973), vital gluten ilavesi ile ekmek hacminin artması ve nişasta miktarının seyrelmesi sonucu ekmek içi tekstürünün iyileştiğini bildirmiş; SSL'in bayatlama üzerindeki etkilerinin amilozla kompleks oluşturabilmesi, hamur kuvvetlendirici etki göstermesi ve su tutma kapasitesini artırmasından kaynaklandığını ifade etmiştir. Boz (2008), vital gluten ilavesinin ekmek örneklerinin 1. ve 3. gün sertlik değerinin katkısız örneğe göre daha düşük olmasını sağladığını raporlamıştır. Khaleel vd. (2018) tarafından, SSL ilave edilerek üretilen ekmeklerin 0. ve 4. gün sertlik ve çiğnenabilirlik değerlerinin katkısız ekmek örneklerine göre daha düşük olduğu bulunmuştur. Katkılı (vital gluten, SSL ve vital gluten+SSL) ekmek örnekleri kendi aralarında değerlendirildiğinde, 3. gün elastikiyet, koheziflik ve esneklik değerlerinde istatistiki açıdan bir farklılık oluşmadığı görülmüştür ( $P > 0.05$ ).

GALU (a) ve UALU (b) kullanılarak üretilen ekmek örneklerine ait duyu analiz sonuçları Şekil 2'de gösterilmiştir. Hem GALU hem de UALU ilave edilerek üretilen ekmeklerin tat, koku



ve simetri puanlarının birbirine yakın olduğu belirlenmiştir ( $P > 0.05$ ). Vital gluten, SSL ve vital gluten+SSL içeren ekmekeklerin görünüş ve gözenek yapısı puanları, Kontrol-1 ekmeğine yakın bulunmuştur. GALU ve UALU ihtiva eden örneklerde vital gluten ve vital gluten+SSL

kullanımı, katkısız Kontrol-2 örneğinin genel beğeni puanının Kontrol-1 ekmeğine yakınlaşmasını sağlamıştır. Kim vd. (2013), vital gluten katkılı ekmekek örneğinin genel beğeni puanının katkısız ekmekek örneğinden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 5. Ekmekek örneklerine ait 3. gün tekstür analiz değerleri<sup>1</sup>

Table 5. The 3<sup>rd</sup> day texture analysis values of bread samples<sup>1</sup>

Faktör/ Factor	n	Sıklık (g)/ Firmness (g)	Sertlik (g)/ Hardness (g)	Elastikiyet/ Springiness	Koheziylik/ Cohesiveness	Çiğnenebilirlik(g)/ Chewiness (g)	Esneklik/ Resilience
<i>Lüpen unu çeşidi/ Lupin flour type</i>							
GALU <sup>2</sup>	10	748±254.56 <sup>a</sup>	971±273.46 <sup>a</sup>	0.852±0.04 <sup>a</sup>	0.524±0.07 <sup>a</sup>	422±69.89 <sup>a</sup>	0.203±0.04 <sup>a</sup>
UALU <sup>3</sup>	10	598±164.52 <sup>b</sup>	915±226.09 <sup>b</sup>	0.857±0.04 <sup>a</sup>	0.561±0.08 <sup>a</sup>	427±32.59 <sup>a</sup>	0.225±0.03 <sup>a</sup>
<i>Katkı çeşidi/ Additives</i>							
Kontrol-1 <sup>4</sup> / Control-1 <sup>4</sup>	4	435±5.66 <sup>e</sup>	783±6.36 <sup>d</sup>	0.924±0.00 <sup>a</sup>	0.627±0.00 <sup>a</sup>	455±3.54 <sup>b</sup>	0.264±0.00 <sup>a</sup>
Kontrol-2 <sup>5</sup> / Control-2 <sup>5</sup>	4	970±205.06 <sup>a</sup>	1380±96.17 <sup>a</sup>	0.823±0.01 <sup>a</sup>	0.443±0.01 <sup>b</sup>	500±41.01 <sup>a</sup>	0.173±0.03 <sup>a</sup>
VG <sup>6</sup>	4	650±94.75 <sup>c</sup>	851±20.51 <sup>c</sup>	0.841±0.00 <sup>a</sup>	0.545±0.04 <sup>ab</sup>	390±21.59 <sup>cd</sup>	0.220±0.02 <sup>a</sup>
SSL <sup>7</sup>	4	769±108.19 <sup>b</sup>	910±50.91 <sup>b</sup>	0.835±0.00 <sup>a</sup>	0.521±0.05 <sup>ab</sup>	395±13.96 <sup>c</sup>	0.187±0.00 <sup>a</sup>
VG+SSL	4	541±129.40 <sup>d</sup>	791±26.16 <sup>d</sup>	0.846±0.00 <sup>a</sup>	0.574±0.05 <sup>ab</sup>	383±25.18 <sup>d</sup>	0.226±0.03 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. Farklı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır ( $P < 0.05$ ). / <sup>1</sup>Values are the average of duplicate samples. Means followed by the different letter within a column are statistically different from each other ( $P < 0.05$ ).

<sup>2</sup>Geleneksel yöntemle acılığı giderilmiş lüpen unu. / <sup>2</sup>Lupin flour debittered by traditional method.

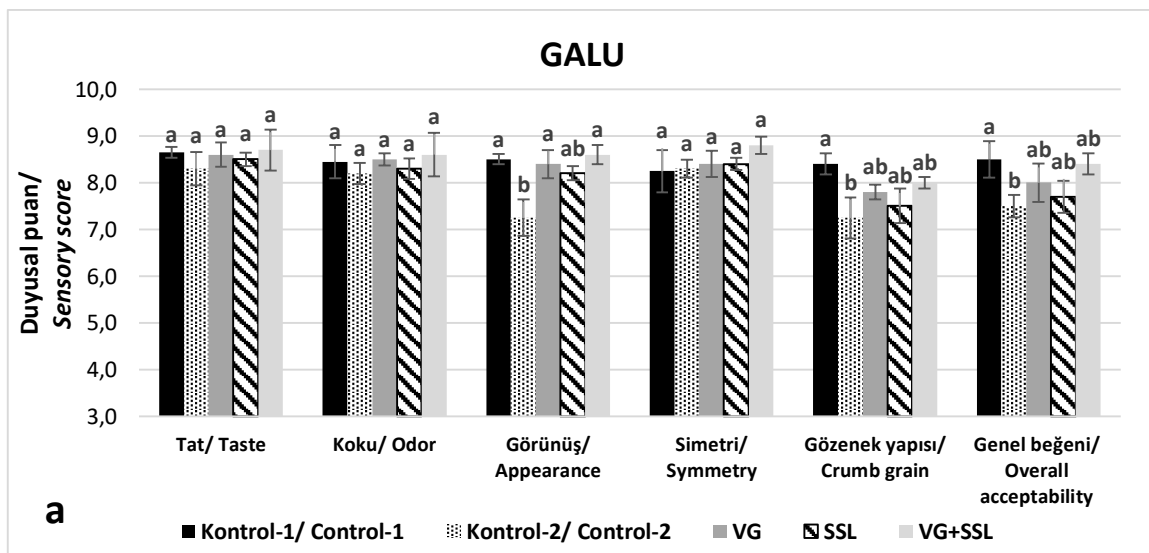
<sup>3</sup>Ultrason uygulamasıyla acılığı giderilmiş lüpen unu. / <sup>3</sup>Lupin flour debittered by ultrasound application.

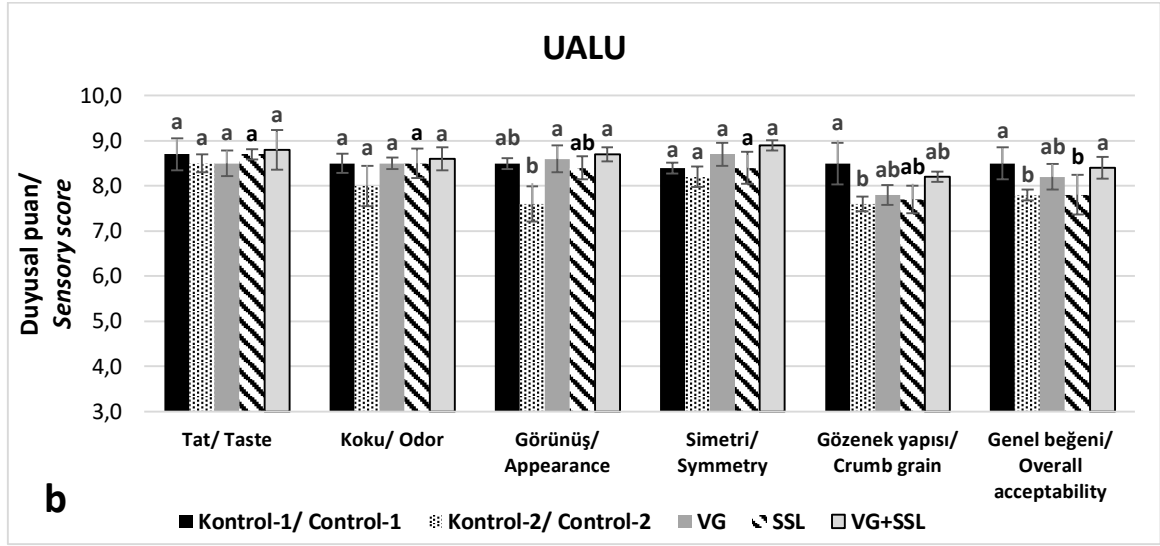
<sup>4</sup>%100 buğday unu. / <sup>4</sup>100% wheat flour.

<sup>5</sup>%10 lüpen unu+%10 dirençli nişasta. / <sup>5</sup>10% lupin flour+10% resistant starch.

<sup>6</sup>Vital gluten.

<sup>7</sup>Sodyum stearol-2-laktilat. / <sup>7</sup>Sodium stearoyl-2-lactylate.





Şekil 2. GALU (a) ve UALU (b) içeren ekmeğe ait duyu analiz sonuçları  
Figure 2. Sensory analysis results of bread samples containing GALU (a) and UALU (b)

## SONUÇ

Bu çalışmada; vital gluten, SSL ve vital gluten+SSL kullanımının lüpen unu ve DN içeren ekmeğin fiziksel, tekstürel ve duyu özellikleri üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. %10 lüpen unu+%10 DN içeren ekmeğe formülasyonuna (Kontrol-2) ilave edilen katkı maddelerinin (vital gluten, SSL ve vital gluten+SSL), Kontrol-2 ekmeğinin kabuk  $L^*$  ve  $b^*$  değerleri ile iç  $L^*$  ve  $a^*$  değerlerinde önemli ( $P > 0.05$ ) bir değişikliğe sebep olmadığı görülmüştür. Lüpen unu çeşidi olarak UALU ve katkı çeşidi olarak vital gluten+SSL kombinasyonunun kullanımı, ekmeğinin hacim, spesifik hacim, sıklık ve sertlik değerlerinde daha olumlu sonuç vermiştir. Hem GALU hem de UALU ile hazırlanan ekmeğinin, vital gluten ve vital gluten+SSL katkılarının %100 buğday unu ekmeğine (Kontrol-1) yakın tat, koku, görünüş, simetri gözenek yapısı ve genel beğeni puanları sağladığı belirlenmiştir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Elif Yaver tarafından hazırlanan doktora tezinin bir kısmından üretilmiştir. Çalışmada kullanılan lüpen unlarının elde edilmesinde uygulanan acılık giderme ve

stabilizasyon prosesleri, 119O071 no'lu TÜBİTAK projesi kapsamında desteklenmiştir.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## YAZAR KATKILARI

NB, danışman olarak; araştırmanın planlanması, metodolojisi, makalenin incelenmesi ve düzenlenmesinde katkı sağlamıştır. EY; laboratuvar çalışmalarının yürütülmesini ve makalenin yazımını gerçekleştirmiştir. Yazarlar makalenin son halini okumuş ve onaylamışlardır.

## KAYNAKLAR

AACC (1990). *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists*, (8<sup>th</sup> ed.). St. Paul, MN, USA: AACC.

AACC (2000). *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists*, (10<sup>th</sup> ed.). St. Paul, MN, USA: AACC.

Asp, N.G., Bjorck, I. (1992). Resistant starch. *Trends Food Sci Technol*, 3, 111-114, doi: 10.1016/0924-2244(92)90153-N.

Belski, R., Mori, T.A., Puddey, I.B., Sipsas, S., Woodman, R.J., Ackland, T.R., Beilin, L.J., Dove, N.B., Jayasena, V., Hodgson, J.M. (2011). Effects

- of lupin-enriched foods on body composition and cardiovascular disease risk factors: A 12 month randomized controlled weight loss trial. *Int J Obes*, 35, 810-819, doi: 10.1038/ijo.2010.213.
- Birkett, A.M., Mathers, J.C., Jones, G.P., Walker, K.Z., Roth, M.J., Muir, J.G. (2000). Changes to the quality and processing of starchy foods in a Western diet can increase polysaccharides escaping digestion and improve *in vitro* fermentation variables. *Br J Nutr*, 84, 63-72, doi: 10.1017/S0007114500001240.
- Boz, H. (2008). Farklı doğal bitkisel katkıların organik ekmek üretiminde kullanılması ve kalite üzerine etkileri. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, Türkiye, 93 s.
- Brown, I.L., McNaught, K.J., Ganly, R.N., Conway, P.L., Evans, A.J., Topping, D.L., Wang, X. (1996). Probiotic compositions. Intl. Patent WO 96/ 08261/ A1. Issued Mar 21, 1996.
- Coda, R., Varis, J., Verni, M., Rizzello, C.G., Katina, K. (2017). Improvement of the protein quality of wheat bread through faba bean sourdough addition. *LWT - Food Sci Technol*, 82, 296-302, doi: 10.1016/j.lwt.2017.04.062.
- Curti, E., Carini, E., Tribuzio, G., Vittadini, E. (2014). Bread staling: Effect of gluten on physico-chemical properties and molecular mobility. *LWT - Food Sci Technol*, 59, 418-425, doi: 10.1016/j.lwt.2014.04.057.
- Day, L., Augustin, M.A., Batey, I.L., Wrigley, C.W. (2006). Wheat-gluten uses and industry needs. *Trends Food Sci Technol*, 17, 82-90, doi: 10.1016/j.tifs.2005.10.003.
- Dervas, G., Doxastakis, G., Hadjisavva-Zinoviadi, S., Triantafillakos, N. (1999). Lupine flour addition to wheat flour doughs and effect on rheological properties. *Food Chem*, 66, 67-73, doi: 10.1016/S0308-8146(98)00234-9.
- Dizlek, H., Çimer, H., Altan, A. (2013). Vital buğday gluteninin ve L-askorbik asidin buğday kepekli ekmeklerin bazı nitelikleri üzerine etkileri. *Gıda*, 38(2), 87-94.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F. (1987). *Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistiksel Metodları-II)*, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1021, Ankara.
- Elgün, A., Türker, S., Bilgiçli, N. (2001). *Tabıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü*, Konya Ticaret Borsası Yayınları, Yayın No: 2, Konya.
- Englyst, H.N., Kingman, S.M., Cummings, J.H. (1992). Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *Eur J Clin Nutr*, 46, 33-50.
- Francis, F.J. (1998). Colour analysis, in: Food Analysis, S.S. Nielsen (Ed.), An Aspen Publishers, Maryland, Gaithersburg, USA, pp. 599-612.
- Gomes-Ruffi, C.R., Cunha, R.H., Almeida, E.L., Chang, Y.K., Steel, C.J. (2012). Effect of the emulsifier sodium stearyl lactylate and of the enzyme maltogenic amylase on the quality of pan bread during storage. *LWT-Food Sci Technol*, 49, 96-101, doi: 10.1016/j.lwt.2012.04.014.
- Güdük, H. (2016). Mısırlı ekmeklerde mısır unu seviyesi ve katkı kullanımının kalite üzerine etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 104 s.
- Higgins, J.A., Dana, H.R., Donahoo, W.T., Brown, I.L., Bell, M.L., Bessesen, D.H. (2004). Resistant starch consumption promotes lipid oxidation. *Nutr Metab*, 1, 1-8, doi: 10.1186/1743-7075-1-8.
- Hooda, S., Jood, S. (2005). Organoleptic and nutritional evaluation of wheat biscuits supplemented with untreated and treated fenugreek flour. *Food Chem*, 90(3), 427-435, doi: 10.1016/j.foodchem.2004.05.006.
- Jiang, X., Chang, M., Wang, X., Jin, Q., Wang, X. (2014). Effect of ultrasound treatment on oil recovery from soybean gum by using phospholipase C. *J Clean Prod*, 69, 237-242, doi: 10.1016/j.jclepro.2014.01.060.
- Johnson, S.K., Mcquillan, P.L., Sin, J.H., Ball, M.J. (2003). Sensory acceptability of white bread with added Australian sweet lupin (*Lupinus angustifolius*) kernel fibre and its glycaemic and insulinaemic responses when eaten as a breakfast. *J Sci Food Agric*, 83, 1366-1372, doi: 10.1002/jsfa.1552.

- Khaleel, M.L., Sharoba, A.M., El-Desouky, A.I., Mohamed, M.H. (2018). Use of some emulsifiers to improve the quality of pan bread product. *Tikrit Journal for Agricultural Sciences*, 18, 150-161.
- Kim, Y.-J., Lee, J.-H., Choi, M.-J., Choi, D.-R., Lee, S.-K. (2013). Effects of vital wheat gluten on quality characteristics of white pan bread containing resistant starch. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 42(1), 76-82, doi: 10.3746/jkfn.2013.42.1.076.
- Krog, N. (1981). Theoretical aspects of surfactants in relation to their use in breadmaking. *Cereal Chem*, 58, 158-164.
- Lee, Y.P., Mori, T.A., Puddey, I.B., Sipsas, S., Ackland, T.R., Beilin, L.J., Hodgson, J.M. (2009). Effects of lupin kernel flour-enriched bread on blood pressure: A controlled intervention study. *Am J Clin Nutr*, 89, 766-772, doi: 10.3945/ajcn.2008.26708.
- Li, H., Wang, J., Pan, L., Lu, Q. (2019). Effect of amino and thiol groups of wheat gluten on the quality characteristics of Chinese noodles. *J Food Sci Technol*, 56(6), 2825-2835, doi: 10.1007/s13197-019-03688-8.
- Liu, W., Brennan, M., Serventi, L., Brennan, C. (2017). Buckwheat flour inclusion in Chinese steamed bread: Potential reduction in glycemic response and effects on dough quality. *Eur Food Res Technol*, 243, 727-734, doi: 10.1007/s00217-016-2786-x.
- Martin, M.L., Zeleznak, K.J., Hosney, R.C. (1991). A mechanism of bread firming, I. Role of starch swelling. *Cereal Chem*, 68, 498-503.
- Meyer, K.A., Kushi, L.H., Jacobs, D.R., Slavin, J., Sellers, T.A., Folsom, A.R. (2000). Carbohydrates, dietary fiber, and incident type 2 diabetes in older women. *Am J Clin Nutr*, 71, 921-930, doi: 10.1093/ajcn/71.4.921.
- Mohammed, M.A., Mohamed, E.A., Yagoub, A.E.A., Mohamed, A.R., Babiker, E.E. (2017). Effect of processing methods on alkaloids, phytate, phenolics, antioxidants activity and minerals of newly developed lupin (*Lupinus albus* L.) cultivar. *J Food Process Preserv*, 41, 1-9, doi: 10.1111/jfpp.12960.
- Morais, M.B., Feste, A., Miller, R.G., Lifichitz, C.H. (1996). Effect of resistant starch and digestible starch on intestinal absorption of calcium, iron and zinc in infant pigs. *Pediatr Res*, 39, 872-876, doi: 10.1203/00006450-199605000-00022.
- Oomah, B.D., Tiger, N., Olson, M., Balasubramanian, P. (2006). Phenolics and antioxidative activities in narrow-leafed lupins (*Lupinus angustifolius* L.). *Plant Foods Hum Nutr*, 61, 91-97, doi: 10.1007/s11130-006-0021-9.
- Ortolan, F., Steel, C.J. (2017). Protein characteristics that affect the quality of vital wheat gluten to be used in baking: A review. *Compr Rev Food Sci Food Saf*, 16, 369-381, doi: 10.1111/1541-4337.12259.
- Özkaya, B., Özkaya, H. (1992). Mısır katkılı unların teknolojik özelliklerine vital gluten ve SSL'in (Na-Stearoyl-2-Lactilate) etkileri. *Gıda*, 17(6), 419-426.
- Pomeranz, Y. (1987). *Modern Cereal Science and Technology*. VCH Publishers, Washington.
- Sanchez, D.B.O., Puppo, M.C., Anon, M.C., Ribotta, P.D., Leon, A.E., Tadini, C.C. (2014). Effect of maize resistant starch and transglutaminase: A study of fundamental and empirical rheology properties of pan bread dough. *Food Bioproc Tech*, 7, 2865-2876, doi: 10.1007/s11947-013-1246-x.
- Sanz-Penella, J.M., Wronkowska, M., Soral-Smietana, M., Collar, C., Haros, M. (2010). Impact of the addition of resistant starch from modified pea starch on dough and bread performance. *Eur Food Res Technol*, 231, 499-508, doi: 10.1007/s00217-010-1294-7.
- Sirtori, C.R., Lovati, M.R., Manzoni, C., Castiglioni, S., Duranti, M., Magni, C., Morandi, S., D'agostina, A., Arnoldi, A. (2004). Proteins of white lupin seed, a naturally isoflavone-poor legume, reduce cholesterolemia in rats and increase LDL receptor activity in HepG2 cells. *J Nutr*, 134, 18-23, doi: 10.1093/jn/134.1.18.
- Sluimer, P. (2005). Principles of breadmaking: Functionality of raw materials and process steps,

- St. Paul: The American Association of Cereal Chemists, Inc.
- van Steertegem, B., Pareyt, B., Brijs, K., Delcour, J.A. (2013). Impact of mixing time and sodium stearoyl lactylate on gluten polymerization during baking of wheat flour dough. *Food Chem*, 141, 4179-4185, doi: 10.1016/j.foodchem.2013.07.017.
- Villarino, C.B.J., Jayasena, V., Coorey, R., Chakrabarti-Bell, S., Foley, R., Fanning, K., Johnson, S.K. (2015). The effects of lupin (*Lupinus angustifolius*) addition to wheat bread on its nutritional, phytochemical and bioactive composition and protein quality. *Food Res Int*, 76, 58-65, doi: 10.1016/j.foodres.2014.11.046.
- Willhoft, E.M.A. (1973). Mechanism and theory of staling of bread and baked goods and associated changes in textural properties. *J Texture Stud*, 4, 292-322, doi: 10.1111/j.1745-4603.1973.tb00844.x.
- Wong, J.M., de Souza, R., Kendall, C.W., Emam, A., Jenkins, D.J. (2006). Colonic health: Fermentation and short chain fatty acids. *J Clin Gastroenterol*, 40, 235-243.
- Yang, F., Liu, X., Ren, X.E., Huang, Y., Huang, C., Zhang, K. (2018). Swirling cavitation improves the emulsifying properties of commercial soy protein isolate. *Ultrason Sonochem*, 42, 471-481, doi: 10.1016/j.ultsonch.2017.12.014.
- Yaver, E. (2021). Raf ömrü uzun lüpen unu üretimi ve besinsel-fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş makarna ve ekmeğin üretiminde kullanımı. Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yayımlanmamış Doktora Tezi, Konya, Türkiye, 314 s.
- Yıldız, G. (2009). Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) ununun geleneksel Türk ekmeklerinde kullanılma imkanları üzerine araştırmalar. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Konya, Türkiye, 124 s.