

Farklı Unların Ekmeğin Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi

Safiye Nur Dirim, Kadriye Ergün, Gülşah Çalışkan ✉, Hazal Özalp, Neşe Balkesen

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir

Geliş Tarihi (Received): 08.10.2014, Kabul Tarihi (Accepted): 15.12.2014

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): gulsah.caliskan@ege.edu.tr (G. Çalışkan)

☎ 0 232 311 30 10 📠 0 232 342 75 92

ÖZET

Bu çalışmada, farklı meyve ve sebze unlarının (nohut, soya, barbunya, mercimek, keçiyoynuzu ve bezelye) ekme formülasyonlarına ilavesi ile üretilen ekmeklerin kalite özellikleri belirlenmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında farklı ön işlenmiş meyve ve sebze unları, ekme formülasyonundaki un miktarının ağırlıkça %20'si ile yer değiştirilerek ekme formülasyonuna ilave edilmiştir. Pişirilen ekme örnekleri için nem, su aktivitesi, renk (CIE L*, a* ve b*) ve boyut ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca, yarı eğitilmiş panelistler tarafından ekmeklerin renk, koku, lezzet, gözeneklilik ve genel beğeni özellikleri değerlendirilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında ise yapılan duyuusal değerlendirme paneli sonucunda en çok beğenilen ekmeğin barbunya unu katkılı ekme olduğunu belirlenmesi nedeniyle, farklı oranlarda (%5, 10, 15, 20 ve 25) barbunya unu katkısının ekmeklerin fiziksel ve duyuusal özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Sonuç olarak en çok beğenilen ekmeklerin %10 oranında barbunya unu katkılı ekmekler olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ekme, Meyve ve sebze unu, Barbunya unu, Kalite özellikleri, Duyusal değerlendirme

Effect of Different Flour Types on Bread Quality

ABSTRACT

In this study, the quality properties of breads which were produced by the addition of different fruit and vegetable flours (chickpea, soybean, pinto bean, lentil, carob and pea) were determined. In the first part of the study, different fruit and vegetable flours were added to bread formulation by replacement of wheat flour (20% by weight). Moisture content, water activity, color values (CIE L*, a* and b*) and dimensions of baked breads were determined. In addition, color, odor, flavor, porosity and overall acceptance of breads were evaluated by semi-trained panelists. According to results of sensory evaluation panel, the highest sensory scores were obtained from breads with pinto bean flour. For this reason, in the second part of the study, the effect of different amounts of pinto bean flour addition (5%, 10%, 15%, 20% and 25%) on the physical and quality properties of breads were studied. As a result, the highest sensory scores were obtained from breads containing 10% pinto bean flour.

Keywords: Bread, Fruit and vegetable flour, Pinto bean flour, Quality properties, Sensory evaluation

GİRİŞ

Günümüzde ortaya çıkan pek çok hastalığın beslenme kaynaklı olduğunun ortaya konulmasıyla birlikte; tüketiciler daha sağlıklı ve kaliteli bir yaşama sahip olmak amacı ile beslenme konusunda önlemler almaktadırlar. Vücudun temel besin ihtiyaçlarını karşılamanın ötesinde, insan fizyolojisi ve metabolik

fonksiyonları üzerinde ek faydalar sağlayarak; daha sağlıklı bir yaşama ulaşmayı sağlayan fonksiyonel gıdaların tüketimi alınan önlemlerden biri olarak ortaya çıkmaktadır. Tüketicilerin fonksiyonel gıdalar ile ilgili farkındalığı, kabulü ve tutumlarının gün geçtikçe artması pek çok üreticiyi ve araştırmacıyı bu alana yönlentmektedir [1]. Tüketicilerin besleyici özellikte ekme talebinin artmasıyla, ekmeğin duyuusal özelliklerini

geliştirmek ve biyoyararlılığını artırmak amacıyla fonksiyonel ekmeğin üretimi ile ilgili çalışmalar da hızla artış göstermektedir [2-7]. Ekmeğin gibi geleneksel ürünleri zenginleştirmenin amacı hem arzu edilen lezzet ve tekstürü sağlamak hem de ürünün besleyiciliğini arttırmaktır.

Ekmeğin esas olarak; buğday unu, maya, tuz ve suyun belli oranlarda karıştırılıp yoğrulması ve oluşan hamurun fermantasyon sonrası pişirilmesi ile elde edilen bir gıdadır. Kendine has nötr bir aromaya sahip olması nedeni ile diğer gıdalar için iyi bir taşıyıcı özellik göstermektedir. Bu nedenle asırlardır beslenmemizin temelini oluşturmaktadır. Ekmeğin besleyici, doyurucu, ucuz ve enerji kaynağı olmasına rağmen iyi bir protein kaynağı değildir [4]. Gelişmekte olan birçok ülkede ekmeğin ve fırıncılık ürünlerine olan talep artmaktadır. Bu nedenle özellikle az gelişmiş ülkelerde çocuk ve gençlerin günlük diyetlerinde protein alımını arttırmak amacıyla ekmeğin proteinlerce zenginleştirilmeye uygun bir üründür.

Önemli bir protein, vitamin ve mineral kaynağı olan baklagiller özellikle etlerin pahalı olduğu az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde yaygın olarak tüketilmektedir [8]. Kuru baklagiller; yüksek protein, karbonhidrat ve lif içeriğiyle önemli bir besin kaynağıdır. Ayrıca bazı vitamin ve mineraller [9, 10] ve esansiyel amino asitleri içermektedirler [11, 12]. Kuru baklagiller tahıllara oranla iki-üç kat daha fazla (%18 – 31.6) protein içermektedir, bu nedenle insan beslenmesinde önemli bir yeri vardır. Literatürde ekmeğin baklagiller ile zenginleştirildiği pek çok çalışma mevcuttur [2-5, 13-15]. Baklagil un ve proteinlerinin formülasyonlara eklenmesi; genel olarak görünüş, tekstür, viskozite, emülsifiye etme ve köpük oluşturma gibi özellikleri iyileştirmekte ve besin değerini arttırmaktadır [16]. Soya unu, ekmeğin besin değerinin (protein içeriği) ve kalitesinin (su tutma kapasitesi) artırılması amacıyla günümüzde yaygın kullanılan alternatif katkı maddelerinden birisidir. [17, 18]. Ayrıca literatürde ekmeğe; tavuk ve tavuk unu [6], soğan tozu [19], ayçiçeği tohumu [19], balkabağı çekirdeği [20], badem, fındık, fıstık ve ceviz ezmesi [21] ve mantar unu [7] gibi katkıların eklendiği çalışmalar da mevcuttur.

Bu çalışmada, Tip 550 buğday unu ve buğday ununa yer değiştirme esasına göre %20 oranında nohut, soya, barbunya, mercimek, keçiyoynuzu ve bezelye unları kullanılarak hazırlanan ekmeğin kalite ve duysal özelliklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca duysal panel sonucunda en iyi fiziksel özelliklere sahip ve en çok beğenilen ekmeğin belirlenerek çalışmanın ikinci kısmında bu katkı maddesinin farklı oranları (%5, 10, 15, 20 ve 25) kullanılarak üretilen ekmeğin fiziksel ve duysal özelliklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Bu çalışmada aşağıda verilen malzemeler kullanılmıştır. Buğday unu; Söke Değirmencilik San. ve Tic. A.Ş.; sebze unları (nohut, soya, barbunya, mercimek,

keçiyoynuzu ve bezelye); Değirmen bakliyat A.Ş.; şeker; Keskinlik Gıda San. ve Tic. A.Ş.; yağ; Küçükbaş Yağ ve Deterjan Sanayi A.Ş.; su; Pınar Su San. ve Tic. A.Ş.; maya; Özmaya San A.Ş. markalarının ürünleri kullanılmıştır.

Metot

Ekmeğin formülasyonu ve pişirilmesi

Kontrol ekmeği ve meyve ve sebze unu katkılı ekmeğin Tablo 1'de verilen formülasyona göre hazırlanması; bu amaçla, su geniş bir karıştırma kabına ilave edilip üzerine sırasıyla tuz, şeker, yağ, un ve maya eklenmiştir. Sebze ve meyve unlu ekmeğin üretiminde ise Tablo 1'de verilen formülasyondaki buğday unu ağırlığının %20'sine ikame edecek şekilde sebze ve meyve unları ilave edilmiştir. Hazırlanan formülasyon, çalışmada kullanılan ekmeğin yapma makinesine (Sinbo, SBM-4705, Türkiye) konulup sırasıyla karıştırma, fermantasyon gibi ön işlemleri tamamlandıktan sonra pişirme işlemiyle ekmeğin hazırlanmıştır. Hazırlanan ekmeğin oda sıcaklığına soğutulduktan sonra aşağıda belirtilen analizler yapılmıştır.

Tablo 1. Ekmeğin formülasyonunda kullanılan malzemeler ve miktarları

Malzemeler	Miktar (g)
Su	202.4
Tuz	10
Şeker	20
Yağ	18.8
Un	377
Maya	5.4

Analiz Yöntemleri

Kullanılan unların ve ekmeğin örneklerinin nem içeriğinin belirlenmesi amacıyla unlar 5 g olacak şekilde; ekmeğin ise 1x1x1 cm boyutlarında kesilerek nem kaplarına konulup 150°C'de 2 saat boyunca etüvde bekletilmiş ve nem içeriği belirlenmiştir [22]. Unların ve ekmeğin su aktivitesi ise; ± 0.001 hassasiyete sahip su aktivitesi ölçüm cihazı (Testo AG 400, Almanya) kullanılarak belirlenmiştir. Unların ve ekmeğin renk değerleri renk ölçüm (Konica Minolta Kromametre CR- 400, Japonya) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Cihazın kalibrasyonu kalibrasyon tablası kullanılarak yapılmıştır. Ekmeğin içi, kabuğu, alt ve yan kısımlarının rengi ayrı ayrı belirlenmiş ve ölçümler iki paralel ve altı tekrar olacak şekilde yapılarak değerlerin ortalamaları alınmıştır. Örneklerde L* (parlaklık), a* (+ kırmızı, - yeşil) ve b* (+ sarı, - mavi) renk değerleri ölçülmüştür. Pişirme işleminden sonra oda sıcaklığına gelen ekmeğin boyutları ekmeğin en geniş yerinden (boy, merkez yükseklik, yan yükseklik ve en) cetvel yardımı ile ölçülmüştür. Ekmeğin pişirme makinesinin kalıbının en, boy ve yüksekliği sırasıyla 13.5, 17.5 ve 15cm olarak ölçülmüştür. Duyusal değerlendirme için; farklı meyve ve sebze unları kullanılarak üretilen ekmeğin dilimlenerek, daha önce yapılan panellerde bu konuda bilgilendirilen, yarı eğitilmiş 10 panelistle puanlama testi yapılarak gerçekleştirilmiştir [23]. Puanlama testinde; renk, koku,

lezzet, gözeneklilik, genel beğeni özellikleri sorgulanmıştır.

İki tekrar iki paralel olarak gerçekleştirilen üretim ve analizlerin sonuçları ortalama \pm standart sapma olacak şekilde kaydedilerek SPSS 16.0 paket programı (SPSS Inc., ABD) ile %95 güven aralığında varyans analizi (ANOVA) ile test edilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Un çeşitlerinin nem içeriği ve su aktivitesi değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2 incelendiğinde en düşük nem içeriğine sahip unun soya unu, en yüksek nem içeriğine sahip olan unun ise buğday unu olduğu görülmektedir. Buğday ununa alternatif olarak kullanılan meyve ve sebze unları buğday ununa göre daha düşük

nem içeriğine sahipken, en düşük su aktivitesine buğday ununun sahip olduğu gözlenmiştir. Barbunya, mercimek ve bezelye unu hariç diğer unların nem içeriği arasında istatistiksel bir fark saptanmıştır ($P < 0.05$). Nohut, soya ve barbunya ununun su aktivitesi değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($P > 0.05$). Yapılan çalışmalar incelendiğinde buğday ununun nem içeriğinin %11.94 ile %13.5 arasında [4, 6, 7, 14, 21] olduğu belirtilmiştir. Yapılan diğer çalışmalarda belirtilen nem içerikleri mercimek unu için %7.97 [14], keçiyoynuzu unu için %9.35 [24], soya unu için %3.53 ile %11.11 [25], ve barbunya unu için %9.9 ile 10.4 [26] arasındadır. Çalışmada kullanılan unların nem içeriklerinin buğday ununun nem içeriğine yakın olması hamur formülasyonunun etkilenmediğini böylece ekmeğin özelliklerinin doğrudan eklenen unların karakteristik özelliklerine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Tablo 2. Un çeşitlerinin nem içeriği ve su aktivitesi değerleri.

Un Çeşitleri	Nem İçeriği % (yaş bazlı)	Su Aktivitesi
Buğday Unu	10.88 \pm 0.05 ^d	0.4735 \pm 0.0035 ^a
Nohut Unu	9.31 \pm 0.28 ^b	0.5090 \pm 0.0014 ^{bc}
Soya Unu	8.43 \pm 0.38 ^a	0.5105 \pm 0.0035 ^{bc}
Barbunya Unu	9.85 \pm 0.17 ^c	0.5065 \pm 0.0007 ^{bc}
Mercimek Unu	9.84 \pm 0.12 ^c	0.5165 \pm 0.0050 ^c
Keçiyoynuzu Unu	9.07 \pm 0.09 ^b	0.4965 \pm 0.0007 ^b
Bezelye Unu	9.98 \pm 0.72 ^c	0.5645 \pm 0.0148 ^d

a-d Farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunmaktadır ($P < 0.05$)

Tüm ekmeğin çeşitleriyle ilgili nem tayini ve su aktivitesi sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. Ekmelerde yapılan nem analizleri sonucu buğday ekmeğinin nem değeri %36.43 (yaş bazlı, yb) olarak bulunmuş ve nohut, mercimek, keçiyoynuzu ve bezelye unu katkılı ekmelerin nem değerlerinin kontrol ekmeğine yakın olduğu bulunmuştur. En düşük nem içerikleri ise sırasıyla barbunya ve soya unu katkılı ekmelerde görülmüştür. Barbunya ve soya unu katkılı ekmeler hariç diğer tüm ekmelerin nem içeriği arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($P > 0.05$). Çolakoğlu ve İnci [2] yaptıkları çalışmada soya unu katkılı ekmeğin nem değerinin (%35.17) buğday unu ile yapılan kontrol ekmeğinden (%36.29) daha düşük olduğunu; bunun nedeninin ise soyanın elverişli suyu bünyesinde tutması ve sıcaklıkla bu suyu, standart ekmeğe göre daha zor kaybetmesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Bhol and Bosco [15] yaptıkları çalışmada; %20 oranında barbunya içeren ekmeğin (%33.83) buğday unundan yapılan kontrol ekmeğinin nem içeriğinden (%36.82) daha düşük olduğunu gözlemlenmişlerdir.

Ekmelerin su aktivitesi değerlerinin 0.82 ile 0.89 arasında değiştiği gözlenmiştir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre sadece barbunya unu katkısı ekmeğin su aktivitesi değerini istatistiksel olarak önemli ölçüde azaltırken ($P < 0.05$), diğer meyve ve sebze katkılarının ekmeğin su aktivitesi üzerinde istatistiksel olarak önemli bir farka neden olmadığı saptanmıştır ($P > 0.05$). En yüksek su aktivitesine sahip ekmelerin bezelye unu katkılı ekmeler olduğu gözlenmiş, bunun nedeninin ise bezelye ununun diğer unlara göre yüksek su aktivitesi değerine sahip olması sonucuna varılmıştır. En düşük su aktivitesi değeri ise en düşük nem içeriğine sahip barbunya unu katkılı ekmelerde gözlenmiş ve barbunya ununun yüksek nem içeriğine rağmen düşük su aktivitesi değerinin ekmekteki su aktivitesini de etkilediği sonucuna varılmıştır. Yiğit [27] su aktivitesi değerinin ekmelerde 0.845 ile 0.92 arasında değiştiğini ve bu nedenle ekmelerde kısa sürede bozulma ve küflenme gözlenebileceğini belirtmiştir.

Tablo 3. Ekmeğin çeşitlerinin nem içeriği ve su aktivitesi değerleri

Ekmeğin Çeşitleri	Nem İçeriği % (yaş bazlı)	Su Aktivitesi
Kontrol ekmeği (buğday unu)	36.43 \pm 0.10 ^d	0.8836 \pm 0.0452 ^b
Nohut unu katkılı ekmeğin (NUKE)	35.69 \pm 1.84 ^b	0.8530 \pm 0.0195 ^{ab}
Soya unu katkılı ekmeğin (SUKU)	33.85 \pm 0.59 ^{ab}	0.8858 \pm 0.0359 ^b
Barbunya unu katkılı ekmeğin (BUKE)	30.31 \pm 1.50 ^a	0.8298 \pm 0.0251 ^a
Mercimek unu katkılı ekmeğin (MUKU)	35.08 \pm 0.88 ^b	0.8466 \pm 0.0163 ^{ab}
Keçiyoynuzu unu katkılı ekmeğin (KUKU)	36.63 \pm 1.09 ^b	0.8740 \pm 0.0187 ^{ab}
Bezelye unu katkılı ekmeğin (BEUKU)	35.06 \pm 2.56 ^b	0.8869 \pm 0.0146 ^b

a-b Farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunmaktadır ($P < 0.05$)

Farklı oranlarda barbunya unu katkılı ekmeklerin nem içeriği ve su aktivitesi değerleri Tablo 4'te verilmiştir. Barbunya unu katkısı yüzdesi arttıkça ekmeklerin nem içeriğinin azaldığı; ancak bu azalışın %25 oranında barbunya unu katkısından sonra istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmiştir ($P<0.05$). Bhol and Bosco [15] yaptıkları çalışmada buğday unundan yapılan kontrol ekmeğinin nem içeriğini %36.82, %20 oranında barbunya içeren ekmeğin nem içeriğini ise; %33.83 olarak bulmuşlardır. Bu çalışmada da benzer bir şekilde ekmeğin formülasyonuna barbunya unu ilavesi nem içeriğini düşürmüştür. Bulunan sonuçların aksine; Çakmak et al. [6] yaptıkları çalışmada farklı oranlarda (%5, 10, 15, 20, 25 ve 30) tavuk unu katkılı buğday ve tam buğday unu ekmeklerinin nem değerlerinin %35.46

ile 40.63 (yb) ve %36.24 ile 41.47 (yb) arasında değiştiğini; su aktivitesi değerlerinin ise; 0.952 ile 0.990 ve 0.960 ile 0.990 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, tavuk eti katkısı miktarı arttıkça her iki ekmeğin de nem içeriği ve su aktivitesi değerinde artış görüldüğünü gözlemlemişlerdir. Abdel-Kader [5] bakla unu yüzdesi (%5, %10, %15 ve %20) arttıkça ekmeklerin nem içeriğinin (%32.38, 32.49, 33.50 ve 33.64) arttığını gözlemlemiştir. Yapılan çalışmada barbunya unu katkı yüzdesi arttıkça ekmeklerin su aktivitesi değerinin istatistiksel olarak önemli ölçüde azaldığı ($P<0.05$); ancak bu azalışın %20 barbunya unu katkısından sonra istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($P>0.05$) gözlenmiştir.

Tablo 4. Farklı oranlarda barbunya unu katkılı ekmeklerin nem içeriği ve su aktivitesi değerleri

Ekmeğin	Nem İçeriği (%)	Su Aktivitesi
Kontrol ekmeği (buğday unu)	36.43 ± 0.10 ^b	0.8836 ± 0.045 ^e
%5 Barbunya unu katkılı ekmeğin	34.46 ± 0.59 ^b	0.8598 ± 0.025 ^d
%10 Barbunya unu katkılı ekmeğin	32.92 ± 1.32 ^{ab}	0.8354 ± 0.035 ^c
%15 Barbunya unu katkılı ekmeğin	31.72 ± 3.08 ^{ab}	0.8340 ± 0.038 ^b
%20 Barbunya unu katkılı ekmeğin	30.31 ± 1.50 ^{ab}	0.8298 ± 0.025 ^a
%25 Barbunya unu katkılı ekmeğin	29.05 ± 1.26 ^a	0.8291 ± 0.025 ^a

^{a-e} Farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunmaktadır ($P<0.05$)

Ekmeğin formülasyonlarına ilave edilen un çeşitlerinin renk değerleri Tablo 5'te verilmiştir. Ekmeklere ilave edilen unların renk değerleri incelendiğinde (Tablo 5) tüm unların parlaklık değerinin buğday unundan daha düşük olduğu; sarılık-mavilik (b^*) değerinin ise daha yüksek olduğu görülmektedir. Nohut, soya ve bezelye unlarının kırmızılık-yeşillik (a^*) değerleri buğday unundan daha düşük bulunurken diğer un çeşitlerinin ise daha yüksek bulunmuştur. Bu fark istatistiksel olarak

anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$). Bilgiçli ve Madenci [28] kullandıkları buğday ununun renk değerlerini $L^* = 94.51$ $a^* = -0.77$ $b^* = 9.59$ olduğunu belirtmişlerdir. Shin et al. [25] taze, çimlenmiş, buharla pişirilmiş ve kavrulmuş soyadan elde edilen soya ununun renk değerlerinin $L^* = 89.96-92.62$ $a^* = -0.82(-2.26)$ $b^* = 18.09-20.76$ arasında değiştiğini belirtmiştir. Wani et al. [26] barbunya ununun farklı çeşitleri için renk değerlerinin $L = 81.10-82.00$ $a^* = 1.3-1.8$ $b^* = 7.9-9.56$ arasında değiştiğini belirtmiştir.

Tablo 5. Un çeşitlerinin renk değerleri

Un Çeşitleri	Renk Değerleri		
	L^*	a^*	b^*
Buğday Unu	95.06 ± 0.12 ^f	0.10 ± 0.06 ^c	8.70 ± 0.27 ^a
Nohut Unu	90.40 ± 0.44 ^d	-0.31 ± 0.18 ^b	20.52 ± 1.27 ^d
Soya Unu	93.24 ± 0.13 ^e	-0.47 ± 0.01 ^b	11.54 ± 0.05 ^b
Barbunya Unu	80.70 ± 0.48 ^c	3.25 ± 0.19 ^d	13.41 ± 0.22 ^c
Mercimek Unu	81.21 ± 0.23 ^c	13.75 ± 0.34 ^f	23.75 ± 0.34 ^e
Keçiboynuzu Unu	56.52 ± 3.13 ^a	8.26 ± 0.32 ^e	20.67 ± 1.56 ^d
Bezelye Unu	65.98 ± 1.60 ^b	-1.15 ± 0.57 ^a	23.63 ± 0.56 ^e

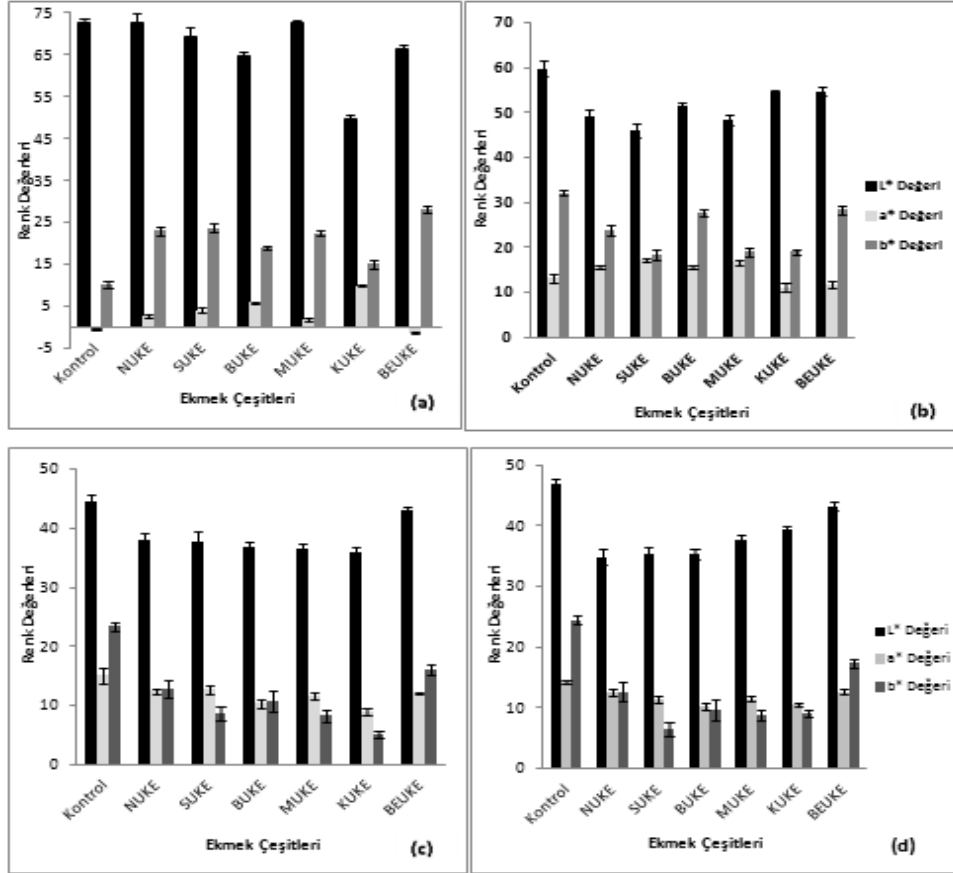
^{a-f} Farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunmaktadır ($P<0.05$)

Renk, ekmeklerin kabul edilebilirliğini etkileyen en önemli kalite parametrelerinden biridir [15]. Ekmeklerde yapılan renk analizleri sonucunda nohut, soya ve mercimek unu katkılı ekmeklerin iç parlaklık (L^*) değerleri; bezelye ve mercimek unu katkılı ekmeklerin kırmızılık-yeşillik (a^*) değerleri; keçiboynuzu unu katkılı ekmeğin ise sarılık-mavilik (b^*) değerinin kontrol grubu ekmeğinin renk değerlerine yakın olduğu saptanmıştır. Farklı meyve ve sebze unlarının ekmeğe ilavesi ekmeklerin içi sarılık-mavilik ve kırmızılık yeşillik değerlerini istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilediği gözlenmiştir ($P<0.05$). Ancak ekmeğin içi parlaklık

değerleri incelendiğinde nohut, soya ve mercimek unu katkılarının istatistiksel olarak anlamlı bir farka neden olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$). Kabuk rengi açısından değerlendirildiğinde ise; bezelye unu katkılı ekmeklerin renk değerinin kontrol ekmeğinin renk değerlerine yakın olduğu belirlenmiştir. Ancak farklı meyve ve sebze unu katkılarının ekmeklerin kabuk rengini istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilemiş ve ölçülen renk değerleri kontrol ekmeğine göre istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($P<0.05$). Ekmeğin altı, yanı ve öğütülmüş ekmeğin yapılan renk ölçümlerinde bezelye unu katkılı ekmeğin renk değerlerinin buğday ekmeğinin renk değerlerine

yakın olduğu gözlenmiştir. Ancak bezelye unu katkılı ekmeğin alt ve yan parlaklık değerleri istatistiksel olarak kontrol ekmeğinden farklı bulunmasa da ($P>0.05$), sarılık-mavilik ve kırmızılık yeşillik açısından istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($P<0.05$). Ekmeklerin iç, kabuk

alt ve yan kısımları için ölçülen renk değerleri sırasıyla Şekil 1'de gösterilmiştir. Renk değerleri incelendiğinde kontrol ekmeğine en yakın renk değerlerine sahip ekmeğin bezelye unu katkılı ekmeği olduğu gözlenmiştir.



Şekil 1. Ekmeklerde ölçülen renk değerleri ((a) iç yüzey renk değerleri; (b) üst yüzey renk değerleri; (c) yan yüzey renk değerleri; (d) alt yüzey renk değerleri)

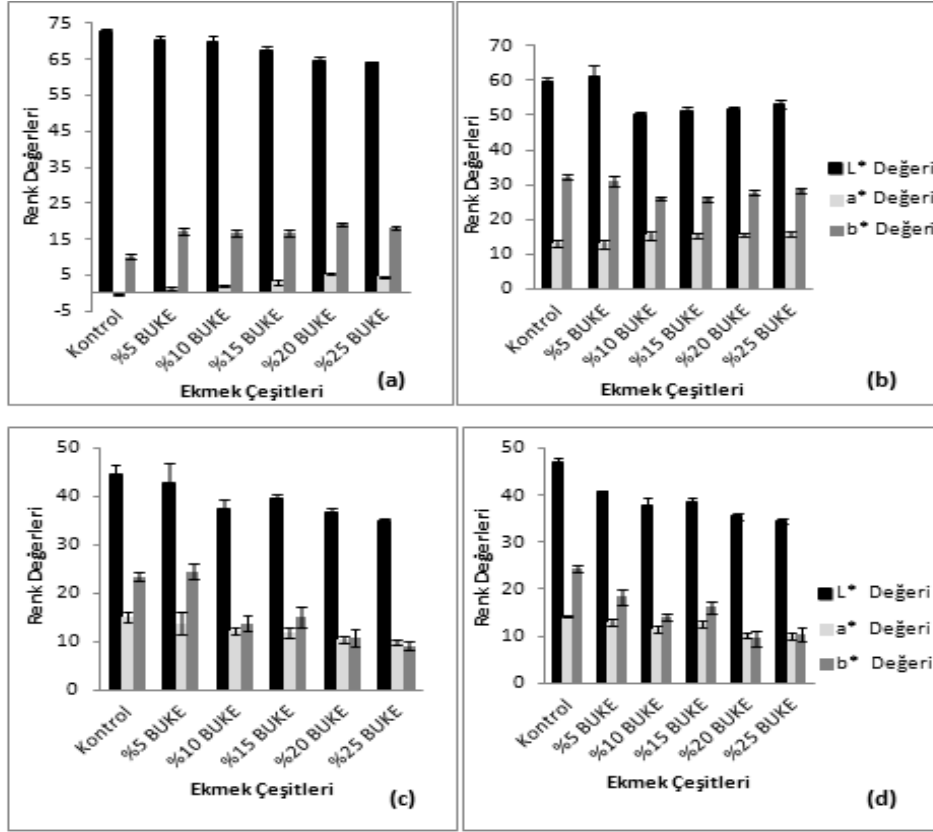
Farklı oranlarda barbunya unu katkılı ekmeklerin renk değerleri (ekmek içi, kabuğu, yanı ve altı) Şekil 2'de gösterilmiştir. Barbunya unu katkısı miktarının ekmeklerin renk değerini istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilediği gözlenmiştir ($P<0.05$). Şekil 2'a incelendiğinde barbunya unu katkı yüzdesi arttıkça ekmeğin içi parlaklık değerinin istatistiksel olarak önemli ölçüde azaldığı, sarılık-mavilik ve kırmızılık-yeşillik değerlerinin ise istatistiksel olarak önemli ölçüde arttığı görülmektedir ($P<0.05$). Benzer bir şekilde Bhol and Bosco [15] yaptıkları çalışmada farklı oranlarda (%10, 20 ve 30) barbunya unu katkılı ekmekler üretmişler ve kontrol ekmeğine oranla barbunya unu katkısının parlaklık değerinde azalmaya neden olurken, sarılık-mavilik değerini arttırdığını gözlemlemişlerdir. Buğday ($L^*= 95.06$ $a^*=0.10$ $b^*= 8.70$) unundan daha koyu renge sahip olan barbunya ununun ($L^*= 80.70$ $a^*=3.25$ $b^*= 13.41$) ekmeğe ilavesiyle barbunya unu katkılı ekmeklerde meydana gelen renk koyulaşması beklenen bir sonuçtur. Ekmeklerin yanı (Şekil 2c) ve altı için (Şekil 2d) renk değerleri incelendiğinde genellikle barbunya unu katkısı arttıkça parlaklık değerinin azaldığı

söylenilmektedir ($P<0.05$). Farklı oranlarda ayçiçeği tohumunun (% 8, 12 ve 16) ekmeğin formülasyonuna ilave edildiği bir çalışmada ise; ayçiçek tohumu ilavesinin ekmeklerin kabuk rengini önemli ölçüde etkilemediği gözlenmiştir [19].

Pişmiş ekmeğin boyutları tüketici beğenisini etkilemekte ayrıca ekmeğin hacmi-hamur verimi üretimin kabul edilebilirliğini göstermektedir. Yapılan çalışmada ekmekler, ekmeğin pişirme makinesinde hazırlandığı için bu makinenin kabında pişirilmiştir. Kabın boyutları en, boy ve yükseklik olarak sırasıyla 13.5, 17.5 ve 15 cm olarak ölçülmüştür. Pişirilen ekmeklerin kabarmalarına bağlı olarak kalıbın dışında kalan kısımları farklı büyüklükte olmuş ve bu değerler en geniş kısımlarından ölçülerek Tablo 6'da verilmiştir. Ekmeklerin boy ve en değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($P>0.05$), tepe yüksekliğinin ise eklenen unların tümünde azaldığı görülmüştür. Bu durumun; ekmeklerde yapı oluşumunu sağlayan temel madde olan glutenin diğer unların ilavesiyle miktarında meydana gelen azalmadan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Nohut unu, soya unu, mercimek unu ve bezelye unu katkıli ekmeklerin tepe yükseklikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($P>0.05$). Kontrol grubu ekmeklerin en büyük yan yükseklik değerlerine sahip olduğu; en düşük yan yükseklik değerine ise keçiyoynuzu katkıli ekmeklerin sahip olduğu gözlenmiştir. Ekmeklerin hacimleri kabaca en, boy ve tepe yükseklikleri kullanılarak hesaplandığında soya,

mercimek ve bezelye unu katkıli ekmeklerin hacminin kontrol ekmeğinin hacminin %83'ü kadar, nohut ve barbunya unu katkıli ekmeklerde %79'u kadar, keçiyoynuzu katkıli unda ise %54'ü kadar olduğu gözlenmiştir. Çolakoğlu ve İnci [2] yaptıkları çalışmada soya unu (%20 ağırlıkça) katkısının ekmeği daha sıkı hale getirdiğini ve ekmeğin hacminin kontrol ekmeğine göre daha düşük olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 2. Farklı oranlarda barbunya unu katkıli ekmeklerin renk değerleri ((a) iç yüzey renk değerleri; (b) üst yüzey renk değerleri; (c) yan yüzey renk değerleri; (d) alt yüzey renk değerleri)

Tablo 6. Ekmek çeşitlerinin boy, tepe yüksekliği, eni ve yan yükseklikleri (cm)

Ekmek Çeşitleri	Boy	Tepe yüksekliği	En	Yan yükseklik
Kontrol ekmeği (buğday unu)	17.50 ± 0.71 ^a	10.50 ± 0.35 ^c	12.00 ± 1.41 ^a	7.50 ± 0.71 ^b
Nohut unu katkıli ekmeği	16.50 ± 0.71 ^a	8.50 ± 0.71 ^{bc}	12.50 ± 0.71 ^a	7.00 ± 0.00 ^{ab}
Soya unu katkıli ekmeği	17.50 ± 0.71 ^a	8.25 ± 1.06 ^{bc}	11.50 ± 0.71 ^a	6.50 ± 0.71 ^{ab}
Barbunya unu katkıli ekmeği	16.50 ± 0.71 ^a	8.25 ± 0.35 ^b	12.85 ± 0.21 ^a	6.00 ± 0.00 ^{ab}
Mercimek unu katkıli ekmeği	16.25 ± 0.18 ^a	8.75 ± 0.18 ^{bc}	13.00 ± 0.35 ^a	6.75 ± 0.88 ^{ab}
Keçiyoynuzu unu katkıli ekmeği	16.00 ± 2.83 ^a	6.00 ± 0.71 ^a	12.50 ± 0.71 ^a	5.00 ± 0.00 ^a
Bezelye unu katkıli ekmeği	16.75 ± 0.35 ^a	9.00 ± 1.41 ^{bc}	12.00 ± 0.71 ^a	5.50 ± 0.71 ^{ab}

^{a-c} Farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunmaktadır ($P<0.05$)

Farklı oranlarda barbunya unu katılan ekmeklerin boy, tepe yüksekliği, eni ve yan yükseklikleri (cm) Tablo 7'de verilmiştir. Barbunya unu miktarı arttıkça ekmeklerin boyunun ve yan yüksekliğinin de istatistiksel olarak önemli ölçüde değişmediği gözlenmiştir ($P>0.05$). Barbunya unu miktarı arttıkça ekmeklerin boyunun ve yan yüksekliğinin, %5, 10 ve 15 oranında barbunya unu katkısıyla ise tepe yüksekliğinin istatistiksel olarak önemli ölçüde değişmediği gözlemlenmiştir ($P>0.05$).

Ekmeklerin eni incelendiğinde ise %5 ve %25 oranında barbunya unu katkıli ekmekler istatistiksel olarak birbirinden farklılık gösterirken ($P<0.05$); diğer konsantrasyonlar arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($P>0.05$). Ekmeklere %15 oranına kadar olan barbunya unu katkısı ekmeklerin yüksekliğini arttırmıştır. Ancak %15'ten fazla barbunya unu katkısı ekmeklerin yüksekliğinde azalışa neden olmuştur. Benzer bir şekilde ekmeğin formülasyonuna farklı

oranlarda soğan tozunun (%1, 2 ve 3) eklendiği bir çalışmada; %1 ve 2 oranındaki soğan tozu katkısı ekmeklerin yüksekliğini arttırmış ancak %3 oranında soğan tozu katkısı ekmeklerin yüksekliğini azaltmıştır [29]. Farklı oranlarda ayçiçeği tohumunun (% 8, 12 ve 16) [19] ve nohutunun (%10, 20 ve 30) [13] ekmek formülasyonuna ilave edildiği bir çalışmada ise; katkı

yüzdesi arttıkça ekmeklerin yüksekliğinde azalma meydana geldiği gözlenmiştir. Abdel-Kader [4] buğday ununu farklı oranlarda bakla unuyla (%5, %10, %15 ve %20) yer değiştirerek; bakla ununun ekmeklerin fiziksel ve duysal özellikleri üzerindeki etkisini incelemiş ve bakla unu miktarının arttıkça ekmeklerin çapı ve ağırlığının azaldığını gözlemlemiştir.

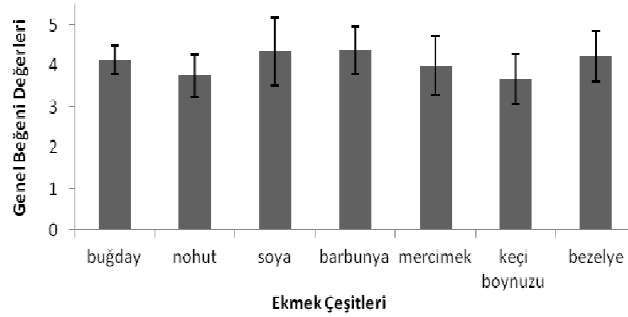
Tablo 7. Farklı oranlarda barbunya unu katkılı ekmeklerin boy, tepe yüksekliği, eni ve yan yükseklikleri (cm)

Ekmek	Boy	Tepe yüksekliği	En	Yan yükseklik
Kontrol ekmeği (buğday unu)	17.50 ± 0.71 ^a	10.50 ± 0.35 ^b	12.00 ± 1.41 ^a	7.50 ± 0.71 ^a
%5 Barbunya unu katkılı ekmek	16.25 ± 0.35 ^a	12.50 ± 0.71 ^c	13.00 ± 0.00 ^b	6.25 ± 0.35 ^a
%10 Barbunya unu katkılı ekmek	16.25 ± 0.35 ^a	12.50 ± 0.00 ^c	12.50 ± 0.00 ^{ab}	7.00 ± 1.41 ^a
%15 Barbunya unu katkılı ekmek	16.50 ± 0.00 ^a	12.25 ± 0.35 ^c	12.75 ± 0.35 ^{ab}	7.00 ± 0.00 ^a
%20 Barbunya unu katkılı ekmek	16.50 ± 0.71 ^a	8.25 ± 0.35 ^a	12.85 ± 0.21 ^{ab}	6.00 ± 0.00 ^a
%25 Barbunya unu katkılı ekmek	16.50 ± 0.00 ^a	10.20 ± 0.28 ^b	12.50 ± 0.71 ^a	7.00 ± 0.35 ^a

^{a-c} Farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunmaktadır (P<0.05)

Yapılan duysal değerlendirme ile tüketicilerin hangi meyve ve sebze unu katkısı ile pişirilen ekmeğin daha çok beğenildiği araştırılmıştır. Ekmek örneklerinin renk, koku, gözeneklilik ve lezzet özellikleri değerlendirilmiş ve buğday, mercimek, nohut, soya, bezelye, barbunya unu katkılı ekmeklerin birbirine benzer duysal analiz sonuçları verdiği görülmüştür. Ekmek örneklerinin

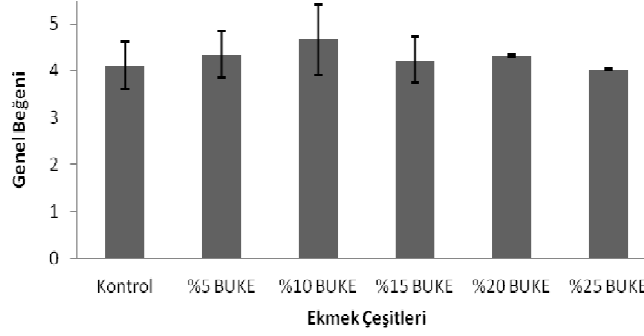
duysal değerlendirmesinde genel anlamda en beğenilen ekmekler sırasıyla; barbunya, soya ve bezelye unu katkılı ekmekler olmuştur (Şekil 3). En yüksek genel beğeni değerinin barbunya unu ekmekte olması nedeniyle çalışmanın ikinci kısmında farklı oranlarda barbunya unu katkılı ekmekler için diğer bir duysal değerlendirme paneli yapılmıştır.



Şekil 3. Farklı meyve ve sebze unu katkılı ekmeklerin genel beğeni değerleri (Duyusal Değerlendirme 5=Çok Beğendim 4=Beğendim 3=Orta Düzeyde Beğendim 2=Az Beğendim 1=Hiç Beğendim)

Barbunya unu katkılı ekmeklerin duysal analiz sonuçları incelendiğinde renk ve koku açısından en çok beğenilen ekmeklerin kontrol ekmeğine ek olarak %5 ve %10 oranında barbunya unu katkılı ekmekler olduğu gözlenmiştir. Ekmeklere barbunya unu katkı yüzdesi arttıkça; renk ve kokunun beğeni skorunun istatistiksel olarak önemli ölçüde azaldığı saptanmıştır (P<0.05). Buğday (L*= 95.06 a*=0.10 b*= 8.70) unundan daha koyu renge sahip olan barbunya ununun (L*= 80.70 a*=3.25 b*= 13.41) ekmeğe ilavesiyle barbunya unu katkılı ekmeklerde meydana gelen renk koyulaşması beklenen bir sonuç olmakla birlikte yapılan duysal analiz sonuçlarına göre tüketicilerin beğenisini olumsuz yönde etkilemiştir. Barbunya unu katkısı oranının ekmeklerin lezzet ve gözeneklilik skorunu istatistiksel olarak anlamlı ölçüde değiştirmedeği gözlenmiştir (P>0.05). Duysal analiz sonucunda genel beğeni

skorları incelendiğinde ise; en çok beğenilen ekmeklerin %10 oranında barbunya unu katkılı ekmekler olduğu gözlenmiştir (Şekil 4). Yapılan çalışmaya benzer olarak Bhol and Bosco [15] yaptıkları çalışmada farklı oranlarda (%10, 20 ve 30) barbunya unu katkılı ekmekler üretmişler ve en çok beğenilen ekmeğin %10 barbunya unu katkılı ekmek olduğunu belirtmişlerdir. Abdel-Kader [4] buğday ununu farklı oranlarda bakla unuyla (%5, %10, %15 ve %20) yer değiştirerek; bakla ununun ekmeklerin fiziksel ve duysal özellikleri üzerindeki etkisini incelediği bir çalışmada %10'a kadar bakla unu katkısının tüketiciler tarafından kabul edildiğini belirtmiştir. Batista et al. [3] duysal analiz sonuçlarına göre %10 oranında siyah fasulye unu katkılı ekmeğin buğday unu ile yapılan ekmeğe göre daha çok beğenildiğini ancak %10 oranında börülce unu katkılı ekmeğin daha az beğenildiğini belirtmiştir.



Şekil 4. Farklı oranlarda barbuonya unu katkılı ekmeklerin genel beğeni değerleri (Duyusal Değerlendirme 5=Çok Beğendim 4=Beğendim 3= Orta Düzeyde Beğendim 2= Az Beğendim 1=Hiç Beğendim)

SONUÇLAR

Bu çalışmada, besleyici değeri yüksek olan meyve ve sebze unlarının ekmek formülasyonlarına ilavesiyle tüketicilere alternatif bir lezzet kazandırmanın yanı sıra, daha yararlı bir fonksiyonel ürün geliştirilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca günlük diyetle giderek daha az yer alan kuru baklagiller, bezelye ve çok sık tüketilmeyen keçiyoynuzu için alternatif bir kullanım alanı geliştirilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre farklı meyve ve sebze unu katkılı ekmekler panalistler tarafından kontrol ekmeğiyle kıyaslanarak hemen hemen aynı düzeyde beğenilmiş; en beğenilen ekmeklerin ise sırasıyla; barbuonya, soya ve bezelye unu katkılı ekmekler olduğu gözlenmiştir. Bu değerlendirmeden yola çıkarak; Tüketiciler tarafından en çok beğenilen ekmek olan barbuonya unu katkılı ekmek için barbuonya ununun farklı oranları denenmiş ve tüketicilerin %10 oranında barbuonya unu katkısını tercih ettiği belirlenmiştir. Daha sonra yapılacak çalışmalarda ise ekmeklere farklı katkıları ile kazandırılan besinsel değerlerin incelenmesinin ve bayatlama denemelerinin yapılmasının yararlı olacağı ön görülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Dokkum, W.V., Frølich, W., Saltmarsh, M., Gee, J., 2008. The health effects of bioactive plant components in food: results and opinions of the EU COST 926 action. *Nutrition Bulletin* 33(2): 133–139.
- [2] Çolakoğlu, A.S., İnci, C., 2004. Soya unu katkılı ekmeklerin fiziko-kimyasal özellikleri. *Gıda* 29 (4): 291-296.
- [3] Batista, K.A., Prudencio, S.H., F., Fernandes, K.F., 2011. Wheat bread enrichment with hard-to-cook bean extruded flours: nutritional and acceptance evaluation. *Journal of Food Science* 76(1): 2011.
- [4] Abdel-Kader, Z.M., 2000. Enrichment of Egyptian 'Balady' bread. Part 1. Baking studies, physical and sensory evaluation of enrichment with decorticated cracked broadbeans flour (*Vicia faba* L.). *Food/Nahrung* 44 (6): 418 – 421.
- [5] Abdel-Kader, Z.M., 2000. Enrichment of Egyptian 'Balady' bread. Part 2. Nutritional values and

biological evaluation of enrichment with decorticated cracked broadbeans flour (*Vicia faba* L.). *Food/Nahrung* 45(1): 31 – 34.

- [6] Çakmak, H., Altinel, B., Kumcuoglu, S., Tavman, S., 2013. Chicken meat added bread formulation for protein enrichment. *Food and Feed Research* 40 (1): 33-41.
- [7] Seguchi, M., Morimoto, N., Abe, M., Yoshino, Y., 2001. Effect of maitake (*Grifola frondosa*) mushroom powder on bread properties. *Journal of Food Science* 66(2): 261–264
- [8] Tharanathan, R.N., Mahadevamma S., 2003. Grain legumes: a boon to human nutrition. *Trends Food Science Technology* 14: 507–518.
- [9] Alonso, R., Rubio, L.A., Muzquiz, M., Marzo, F., 2001. The effect of extrusion cooking on mineral bioavailability in pea and kidney bean seed meals. *Animal Feed Science Technology* 94: 1–13.
- [10] Ruiz-Ruiz, J., Martinez-Ayala, A., Drago, S., González, R., Batancur-Ancona, D., Chel-Guerrero, L., 2008. Extrusion of a hard-to-cook bean (*Phaseolus vulgaris*, L.) and quality protein maize (*Zeamays*, L.) flour blend. *Food Science Technology* 41: 1799–1807.
- [11] Onwuliri, V.A., Obu, J.A., 2002. Lipids and other constituents of *Vigna unguiculata* and *Phaseolus vulgaris* grown in northern Nigeria. *Food Chemistry* 78: 1–7.
- [12] Vasconcelos, I.M., Maia, F.M.M., Farias, D.F., Campello, C.C., Carvalho, A.F.U., Moreira, R.A., Oliveira, J.T.A., 2010. Protein fractions, amino acid composition and antinutritional constituents of high-yielding cowpea cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis* 23: 54–60.
- [13] Mohammed, I., Ahmed, A.R., Senge, B., 2014. Effects of chickpea flour on wheat pasting properties and bread making quality. *Journal of Food Science Technology* 51(9): 1902-1910.
- [14] Kohajdová, Z., Karovičová, J., Magala, M., 2013. Effect of lentil and bean flours on rheological and baking properties of wheat dough. *Chemical Papers* 67 (4): 398–407.
- [15] Bhol, S., Bosco, S.J.D., 2014. Influence of malted finger millet and red kidney bean flour on quality

- characteristics of developed bread. *LWT - Food Science and Technology* 55: 294-300.
- [16] Pomeranz, Y., 1991. Functional properties of Food Components, Academic Press, Inc., ISBN 0-12-561281-8., San Diego, California.
- [17] Garcia, M.C., Torreu, M., Marina, M. L., Laborda, F., 1997. Composition and characterization of soyabean and related products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 37: 361–391.
- [18] Lusas, E. W., Riaz, M.N., 1995. Soy protein products. *Processing and Use of Nutrition* 125(3): 573–580.
- [19] Skrbic, B., Filipcev, B., 2008. Nutritional and sensory evaluation of wheat breads supplemented with oleic-rich sunflower seed. *Food Chemistry* 108: 119–129.
- [20] El-Soukkary, F.A.H., 2001. Evaluation of pumpkin seed products for bread fortification. *Plant Foods for Human Nutrition* 56: 365–384.
- [21] Oliete, B., Gomez, M., Pando, V., Fernandez-Fernández, E., Caballero, P.A., Ronda, F., 2008. Effect of nut paste enrichment on physical characteristics and consumer acceptability of bread. *Food Science Technology International* 14(3): 259–269.
- [22] International Association for Cereal Science and Technology I.C.C., 1976. Determination of the Moisture Content of Cereals and Cereal Products (Basic reference method), 109(1), Vienna.
- [23] Altuğ, T., Elmacı, Y., 2005. Gıdalarda Duyusal Değerlendirme. Meta Basım. İzmir. 130s.
- [24] Tsatsaragkou, K., Gounaropoulos, G., Mandala I., 2014. Development of gluten free bread containing carob flour and resistant starch. *LWT - Food Science and Technology* 58: 124-129.
- [25] Shin, D.J., Kim, W., Kim, Y., 2013. Physicochemical and sensory properties of soy bread made with germinated, steamed, and roasted soy flour. *Food Chemistry* 141: 517–523.
- [26] Wani, I.A., Sogi, D.S., Wani, A.A., Gill, B.S., 2013. Physico-chemical and functional properties of flours from Indian kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *LWT - Food Science and Technology* 53: 278-284.
- [27] Yiğit, V., 1988. Ekmeğin su aktivitesi ve ambalajlamadaki rolü. *Gıda* 13(5): 331-335.
- [28] Madenci, A.B., Bilgiçli, N., 2014. Effect of whey protein concentrate and buttermilk powders on rheological properties of dough and bread quality. *Journal of Food Quality* 37: 117–124.
- [29] Seguchi, M., Abe, M., 2003. Effect of welsh onion (*Allium fistulosum* L.) on breadmaking properties. *Journal of Food Science* 68(5): 1810-1813.
-