



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BUĞDAY RÜŞEYMLİ KURABİYELERİN BAZI KALİTATİF ÖZELLİKLERİNİN VE RAF ÖMRÜNÜN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Gizem AVCIOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Mart-2014
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BUĞDAY RÜŞEYMLİ KURABİYELERİN BAZI KALİTATİF ÖZELLİKLERİNİN VE RAF ÖMRÜNÜN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Gizem AVCIOĞLU

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Selman TÜRKER

2014, 153 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Selman TÜRKER
Doç. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN
Doç. Dr. Mehmet AKBULUT

Bu çalışmada kurabiye üretiminde üç farklı rüşeym:un kombinasyonu (50 rüşeym:50 un, 60 rüşeym: 40 un, 70 rüşeym: 30 un), iki farklı antioksidan çeşidi (askorbik asit, BHT) ve beş farklı yağ oranı (%100 (50g), 80 (40g), 60 (30g), 40 (20g), 20 (10g)) kullanılarak kurabiye üretimi yapılmıştır. Antioksidan olarak askorbik asit un esasına göre %0.01, BHT ise yağ esasına göre %0.01 oranında ilave edilmiştir. Kurabiye üretimi (3x5x2)x2 faktöriyel deneme desenine göre yürütülmüştür. Üretilen kurabiyeler 45 gün düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) kaplarda oda koşullarında (güneş almayan ortamda) muhafaza edilmiştir. Rüşeymli kurabiyelerin bazı fiziksel (renk, çap, kalınlık, yayılma oranı), kimyasal (su, kül, ham protein, ham yağ, ham selüloz, mineral madde, serbest yağ asitliği, peroksit sayısı) ve duyusal analizleri yapılmıştır. Raf ömrü testleri için renk, su, ham yağ, serbest yağ asitliği, peroksit sayısı ve duyusal özellik analizleri uygulanmıştır.

Yağ oranındaki azalma ile birilikte çap ve yayılma oranı azalmış, kalınlık artmıştır. Artan rüşeym miktarı ile *L** değeri azalmıştır, 50 rüşeym: 50 un oranında en yüksek *L** değeri belirlenmiştir. *a** ve *b** değerleri yağ oranındaki değişimlerden istatistiki olarak önemli derecede ($p<0.05$) etkilenmiştir.

Rüşeymli kurabiyelerin kül, ham yağ, serbest yağ asitliği ve peroksit sayısı değerleri sırası ile %3.56-1.64, %33-12, %2.8-0.92 (oleik asit cinsinden), 7.6-0.96 meqO_2/kg yağ arasında bulunmuştur. Rüşeym katkısı ile kurabiyelerde mineral madde içerikleri istatistiki olarak etkilenmiştir.

Raf ömrü için yapılan testlerde *b** değeri ve duyusal özellikler hariç diğer analizler için yağ oranı faktörü $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Antioksidan çeşidi (askorbik asit, BHT) de su ile renk üzerinde etkili ($p<0.01$) çıkmıştır. Serbest yağ asitliği depolama süresi içinde artan rüşeym miktarıyla artış göstermiştir.

Duyusal değerlendirmede 0. ve 45. gün genel kabul edilebilirlik açısından 70 rüşeym: 30 un oranlı kurabiyeler daha yüksek puan almıştır. Rüşeym miktarının artması duyusal analiz sonuçlarını olumlu yönde etkilemiştir.

Teknolojik ve duyusal sonuçlar genel olarak değerlendirilirse 70 rüşeym: 30 un ve 60 rüşeym: 40 un oranlı kurabiyeler istenilen sonuçları en iyi veren gruplar olmuştur. Yağ oranı %40 (20g) ve 20 (10g) yağa sahip kurabiyelerin yapısı ve tadı beğenilmemiştir. Askorbik asit, BHT ilavesi ile 45 gün bekletilen örneklerde bayatlama duyusal analizlerde ayırt edilemiştir, sadece fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarında depolamaya dair verilere rastlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Askorbik asit, BHT, buğday rüşeymi, kurabiye, raf ömrü, yağ oranı.

ABSTRACT

MS THESIS

A RESEARCH ON SOME QUALITATIVE PROPERTIES AND SHELF LIFE DETERMINATION OF COOKIES WITH WHEAT GERM

Gizem AVCIOĞLU

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN FOOD ENGINEERING

Advisor: Prof. Dr. Selman TÜRKER

2014, 153 Pages

Jury
Advisor Prof. Dr. Selman TÜRKER
Assoc. Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN
Assoc. Prof. Dr. Mehmet AKBULUT

In this study, cookies were produced by using three different wheat germ:flour combination (50 wheat gern:50 flour, 60 wheat germ:40 flour, 70 wheat germ:30 flour), two different types of antioxidants (ascorbic acid, BHT) and five different fat rates (100%, 80, 60, 40, 20) in cookie formulations. Types of antioxidant were added 0.01% for ascorbic acid based on flour, 0.01% for BHT based on fat. Cookies production were conducted according to (3x5x2)x2 factorial design. Produced cookies were protected in LDPE boxes at room conditions (without sunlight) for 45 days. Some physical (color, diameter, thickness, spread rate), chemical (moisture, ash, crude protein, crude fat, crude fiber, mineral matter, free fatty acidity, peroxide value) and sensory analysis of cookies with wheat germ were made. For shelf life tests color, moisture, crude fat, free fatty acidity, peroxide value and sensory characteristic analysis were practiced.

Diameter and spread ratio reduced, thickness were increased together with reduced in the rate of fat. L^* value decreased with increasing wheat germ amount, the highest L^* value were determined in 50:50 combination ($p<0.05$). a^* and b^* values affected from fat rate variations.

Ash, crude fat, free fatty acid and peroxide number values of cookies with wheat germ were found 3.56-1.64%, 33-12%, 2.8-0.92% (from oleic acid type), 7.6-0.96 meqO_2/kg fat. Addition of wheat germ statistically effected mineral matter of cookies respectively.

In shelf life tests without b^* value and sensory characteristics, for other analyses fat rate factor were founded at $p<0.01$ level. Also type of antioxidant (ascorbic acid, BHT) were found effective on the moisture and colour ($p<0.01$). During storage time free fatty acidity was indicated proportional increase with wheat germ amount.

In sensory evaluation at 0 and 45th days in terms of overall acceptability 70 wheat germ:30 flour combination cookies were gave higher scores more than others. Increasing of wheat germ quantity were positive effected results of sensory analyses.

Technological and sensory results if evulate together 70 wheat germ: 30 flour and 60 wheat germ: 40 flour rate cookies were be best groups which have desire results. cookies have 40 and 20 fat rate which structure and taste are not welcomed. With the addition of ascorbic acid and BHT staling in samples incubated for 45 days could not be distinguished in sensory analysis, only the data for storage in the physical and chemical analysis were observed.

Key words: Ascorbic acid, BHT, wheat germ, cooky, shelf life, fat rate.

ÖNSÖZ

Tezimin hazırlanması sırasında, yardımlarını, desteğini ve fikirlerini esirgemeyen değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Adem ELGÜN'e ve danışmanım Prof. Dr. Selman TÜRKER'e

Çalışmamın her aşamasında destek olan, anlayış gösteren ve bilgilerini paylaşarak bana yol gösteren değerli hocam Doç. Dr. Nermin BİLGİÇLİ'ye

Labaratuvar çalışmalarımın yürütülmesinde yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ ve Arş. Gör. Kübra AKTAŞ'a

Çalışmamın kuruluş aşamasında fikirleri ile destek veren NURTAŞ TARIM SANAYİ TİC. A.Ş. MEVLANA UN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Her konuda bana destek ve yardımcı olan aileme de teşekkürü bir borç bilirim

Gizem AVCIOĞLU
KONYA-2014

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ..... **ix**

1.GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **5**

2.1. Kurabiye 5
2.2. Şorteningler 7
2.3. Buğday Rüşeymi 9
2.3.1. Buğday rüşeyminin kimyasal kompozisyonu 10
2.3.2. Buğday rüşeyminin stabilizasyonu 15
2.3.3. Buğday rüşeyminin kullanım alanları 16
2.3.4. Buğday rüşeymi ile yapılan diğer çalışmalar 18
2.4. Antioksidan 25
2.5. Kurabiye Üzerine Yapılan Çalışmalar 29

3. MATERYAL VE YÖNTEM **37**

3.1. Materyal 37
3.2. Yöntem 37
3.2.1. Deneme planı 37
3.2.2. Kurabiye örneklerinin hazırlanması 38
3.2.3. Labaratuvar analizleri 39
3.2.3.1. Fiziksel analizler 39
3.2.3.2. Kimyasal analizler 39
3.2.3.2.1. Su miktarı 40
3.2.3.2.2. Kül miktarı 40
3.2.3.2.3. Ham protein miktarı 40
3.2.3.2.4. Ham yağ miktarı 40
3.2.3.2.5. Ham selüloz miktarı 41
3.2.3.2.6. Serbest yağ asitliği miktarı 41
3.2.3.2.7. Peroksit sayısı tayini 41
3.2.3.2.8. Mineral madde miktarı 42
3.2.3.3. Duyusal analizler 42
3.2.4. İstatistiki analizler 42

4.ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **44**

4.1. Hammadde Analizi Sonuçları 44
4.2. Kurabiye Örnekleri 0. Gün Analiz Sonuçları 48

4.2.1. Çap, kalınlık ve yayılma oranı 48
4.2.2. Renk değerleri 56
4.2.2.1. L* (parlaklık) değeri 56
4.2.2.2. a* (kırmızılık) değeri 60
4.2.2.3. b* (sarılık) değeri 62
4.2.3. Kimyasal analizler 64
4.2.3.1. Su miktarı 64
4.2.3.2. Kül miktarı 69
4.2.3.3. Ham protein miktarı 70
4.2.3.4. Ham yağ miktarı 72
4.2.3.5. Ham selüloz miktarı 77
4.2.3.6. Serbest yağ asitliği miktarı 78
4.2.3.7. Peroksit sayısı tayini 80
4.2.3.8. Mineral madde miktarı 82
4.3. Kurabiye Örnekleri 45. Gün Analiz Sonuçları 96
4.3.1. Renk değerleri 96
4.3.1.1. L* (parlaklık) değeri 96
4.3.1.2. a* (kırmızılık) değeri 97
4.3.1.3. b* (sarılık) değeri 99
4.3.2. Su miktarı 101
4.3.3. Ham yağ miktarı 106
4.3.4. Serbest yağ asitliği miktarı 107
4.3.5. Peroksit sayısı tayini 110
4.4. Duyusal Analizler 111
4.4.1.Kurabiyelerin 0. gün duyusal analizleri 111
4.4.2. Kurabiyelerin 45. gün duyusal analizleri 121

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 132

5.1. Sonuçlar 132
5.2. Öneriler 134

KAYNAKLAR 135

EKLER 150

ÖZGEÇMİŞ 153

SİMGELER VE KISALTMALAR

µ	: Mikron
*a**	: (+) kırmızı, (-) yeşil renk değeri
A.A	: Askorbik asit
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ACE	: İnhibitör
AO.	: Antioksidan çeşidi
*b**	: (+) sarı, (-) mavi renk değeri
BHA	: Bütillendirilmiş hidroksianisol
BHT	: Bütillendirilmiş hidroksitoluen
BU	: Brebender ünitesi
Ca	: Kalsiyum
Cu	: Bakır
DATEM	: Monogliseritlerin diasetik tartarik asit esterleri
DLTPD	: Dilauril tiyoidipropiyonat
EDTA	: Etilendiamintetraasetik asit
F1	: 50 rüşeym: 50 un kombinasyonu
F2	: 60 rüşeym: 40 un kombinasyonu
F3	: 70 rüşeym: 30 un kombinasyonu
Fe	: Demir
g	: Gram
GMS	: Gliserol monostearat
H.R	: Ham rüşeym
HDL	: Yüksek yoğunluklu lipoprotein
HPLC	: Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
K	: Potasyum
$KBrO_3$	: Potasyum bromat
kg	: Kilogram
*L**	: Parlaklık renk değeri
LB	: *Lactobacillus*
LDL	: Düşük yoğunluklu lipoprotein
LDPE	: Düşük yoğunluklu polietilen
meq	: Miliekivalent

Mg	: Magnezyum
mg	: Miligram
MHQ	: Metilhidroksikinon
mm	: Milimetre
Mn	: Mangan
N	: Azot
NDGA	: Nordihidroguairatik asit
^{o}C	: Santigrat derece
P	: Fosfor
ppm	: part per million
RDA	: Tavsiye edilen günlük alım miktarı
S.R	: Stabilize rüşeym
SFC	: Katı yağ içeriği
SH-	: Sülfitril grubu
SMG	: Süksinil monogliserit
SS-	: Disülfit grubu
SSF	: Sodyum stearik fumarat
SSL	: Sodyum steorol 2-laktilat
TBHQ	: Tersiyer bütilhidrokinon
UV	: Ultraviyole
VLDL	: Çok düşük yoğunluklu lipoprotein
W	: Watt
YO.	: Yayılma oranı
Zn	: Çinko

1. GİRİŞ

Kurabiye, yurt dışında "cookie'' adıyla anılan kısa kesme bir bisküvi çeşididir. Genel olarak bütün kurabiyelerde yüksek oranda yağ ve şeker, düşük miktarda (%1-5) su içeriği mevcuttur (Pareyt ve Delcour, 2008). Bu bileşenlerin yanı sıra yapıyı sağlamlaştırmak için yumurta, guar gam, dekstrin, süt ürünleri gibi ilaveler yapılabilmektedir. Aromayı zenginleştirmek amacıyla meyve parçaları, kuru yemişler, tarçın gibi baharatlar; besin değerini zenginleştirmek için diğer tahıl unları, buğday kepeği, rüşeym, süt ürünleri ya da sütçülük artıkları formülasyona ilave edilmektedir (Manley, 2000).

Son yıllarda bayanların da iş hayatında daha aktif olmasıyla beraber hazır, kolay tüketilebilen, pratik yiyecekler önem kazanmaya başlamıştır. Bu yiyecekler arasında unlu mamüller büyük bir alanı kapsamaktadır. Tüketicilerin istekleri doğrultusunda geliştirilmeye, zenginleştirilmeye müsait olan unlu mamüller içinde tercih edilen bir grup olan kurabiyeler çeşit, şekil, pratiklik açısından arzulanan özelliklere sahiptir (Tsen ve ark., 1973).

Kurabiyelerin ekmekten daha fazla tercih edilmesinin sebepleri; nispeten uzun raf ömrüne ve kaliteli yeme özelliğine sahip, geniş kitlelere hitap edebilen, kolay hazırlanabilen hazır yemek formunda bir ürün olması şeklinde sıralanabilmektedir (Tsen ve ark., 1973).

Kurabiyeler proses gereği genellikle protein oranı zayıf unlardan üretilmektedir. Düşük protein içeriği ve bununla beraber bazı esansiyel aminoasitlerin eksikliği kurabiyenin başka ürünlerle veya konsantre edilmiş bileşenlerle tamamlanabilirliğini zorunlu hale getirmiştir. Besleyici değerini yükseltmek için buğday unu dışında diğer hububat unları ile birleştirilen formülasyonlarla kurabiye üretimi konusunda çalışmalar da mevcuttur (Hoojat ve Zabık, 1984).

Çocuk diyetinde kullanılması amacıyla yüksek proteinli kurabiyeler üzerine bazı çalışmalar yapılmaktadır. Bu amaçla hazırlanan ürünlere buğday unundan başka soya unu (Tsen ve ark., 1973), pamuk tohumu (Bacigalupo, 1969; Fogg ve Tinklin, 1972), yer fıstığı (Subrahmanyan, 1958) veya mısır rüşeymi unu (Blessin ve ark., 1972) gibi ilavelerle zenginleştirme yapılmıştır.

Yağlar birçok bisküvi, kraker ve kurabiyelerin temel bileşenidir (Matz,1968; Yamazaki ve Lord, 1971). Formüldeki şortening ile emülgatörün tipi ve miktarı, son ürün kalitesi ile hamurun makinelerde işlenmesini etkiler (Matz, 1968). Yağın birinci

fonksiyonu daha yumuşak yapı oluşturmak ve diğer ingredientlerin sertleştirici etkisini dengelemektir (Yamazaki ve Lord, 1971).

Yağlar son ürüne yumuşaklık, yeme kalitesi, ağızda kolay dağılma özelliği verir (Manley, 1991). Hamur meydana getirmek için gerekli olan su miktarını azaltır. Hamurun işlenmesi sırasında oluşacak yapışmayı önler. Ürün cinsine göre kullanılacak yağlarda farklıdır. Hidrojene yağların muhafazaları ve oksidasyona karşı dirençleri de tereyağına nispetle daha iyidir (Türker, 2010).

Kurabiye formülasyonu içindeki yağ bileşeni diğer bileşenlere nazaran un veya şeker de dahil olmak üzere son ürün kalitesi, tekstürel özellikleri açısından daha önemlidir (Campbell ve ark., 1994).

Süt ürünleri olarak kurabiyelere süt, tereyağı, peynir gibi mamüller besin içeriği ve verdiği aromalarından dolayı uzun zamandır geleneksel olarak ilave edilen bileşenlerdendir. Süt yerine süt tozunun daha çok tercih edilmesinin ana nedeni kolay depolaması ve raf ömrünün uzun olmasıdır (Manley, 2000).

Süt ve mamülleri arasında önemli bir yeri olan tereyağı, ekonomik değeri bakımından da önemli bir süt ürünüdür. Memleketimizde süt üretiminin yarıdan fazlasının (%55) bu mamüle işlendiği tahmin edilmektedir. Tereyağı önceleri kozmetik ve ilaç olarak kullanılmıştır. Gıda maddesi olarak taşıdığı önem 19. Yüzyılın başlarına kadar bilinememiştir. Hoş kokulu, lezzetli, kolay ve çabuk sindirilebilen tereyağı bünyesinde bazı temel yağ asitlerini ve vitaminleri de bulundurmaktadır (Anonim, 2011a).

Buğday tanesinin yaklaşık %2.5-3.5'unu oluşturan buğday rüşeymi, tanenin sırt kısmında ve başakçık eksenine yakın kısımda bulunur. Tanenin çimlenerek yeni bitkiyi oluşturacak kısmını teşkil eden rüşeym, kalkancık (skutellum) ve embriyonik eksen olmak üzere iki ana kısımdan oluşmuştur (Hoseney, 1994). Rüşeymin bileşimi; buğday çeşidine, tane büyüklüğüne, elde ediliş yöntemine ve saflık derecesine bağlı olarak değişiklikler göstermektedir (Shurpalekar ve Rao, 1977).

Buğday rüşeyminin yüksek protein içeriği ve mükemmel amino asit dengesi, una rüşeym katkısını cazip kılmaktadır (Pomeranz, 1987).

Rüşeymde bulunan proteinlerin biyolojik değeri hayvansal kaynaklı proteinlere yakındır (İbanoğlu ve ark., 1999).

Buğday rüşeymi protein, E ve B grubu vitaminleri ile hububatta sınırlı düzeyde bulunan esansiyel bir aminoasit olan lisini fazla miktarda içermesi nedeniyle buğday

ununun besin değerinin arttırılmasında kullanılabilecek ideal ve ekonomik bir kaynaktır (Nissan ve Ollins, 1958; Moran ve ark., 1968).

Rüşeymin yüksek yağ ve enzim içeriğinden dolayı, öğütmede una karışması istenmez. Ticari değirmenlerde %0.5-1.5 dolaylarında elde edilen rüşeym, bu yüzden günümüzde hayvan yemi olarak kullanılmaktadır (Çakmaklı ve ark., 1995). Bunun dışında rüşeymden; kozmetik, eczacılık, gıda ve yağ sanayisinde de faydalanılmaktadır.

Değirmencilik yan ürünü olan buğday kepeği ve rüşeymi iyi bir besinsel lif kaynağı olarak düşünülmektedir. Bir çok tahıl ürününe bu yan ürünlerle zenginleştirme yapılmaktadır (Kumar ve ark., 2011).

Antioksidanlar, gıdalarda oksidatif bozulmayı engelleyen veya geciktiren bileşikler olarak tanımlanmaktadır. Bu bileşikler oksidatif ve otooksidatif işlemlerin başlangıcında etki göstererek oksidasyonu ve buna bağlı olarak oluşan istenmeyen reaksiyon ürünlerinin (kötü koku ve lezzet) oluşumunu engelleyebilmektedirler (Altuğ ve ark., 2006).

Yağlardaki oksidatif bozulmalar kendini hidroliz, acılık, lezzet dönmesi ve polimerizasyon şeklinde göstermektedir. Antioksidanlar doğal, sentetik (yapay) ve antioksidan özelliği araştırılan maddeler olmak üzere üç ana başlık altında toplanmışlardır. Doğal antioksidanlara tokoferoller, askorbik asit ve tuzları, glukoz oksidaz; sentetik antioksidanlara gallatlar, bütillendirilmiş hidroksianisol (BHA), bütillendirilmiş hidroksitoluen (BHT); antioksidan özelliği araştırılan maddelere ise sesamol, biberiye örnek verilebilir.

BHT, yağlarda iyi çözünebilen, ancak suda çözünemeyen beyaz renkli ve kristal yapıda bir madde olup, 760 mmHg basınçta kaynama noktası 265 ºC'dir. Bu madde, BHA gibi bitkisel yağlarda düşük aktiviteye sahip olmasına karşın, diğer antioksidanlarla beraber kullanıldığında yağın ilave edildiği gıdayı koruma özelliğinden yararlanılmaktadır (Altuğ ve ark., 2006).

Askorbik asit tüm canlı dokularında mevcut olup, redoks reaksiyonlarında rol oynamaktadır. Güçlü bir indirgen madde olmasını yapısındaki edinol grubu sağlamaktadır (Demirci, 2008). Hem vitamin hem de antioksidan özelliği göstermektedir.

Askorbik asit yağ oksidasyonu sonucu oluşabilecek ransiditeyi belli ölçüde engellemektedir. Unlu mamullerde ise, hamur kalitesini ve fırınlanma özelliklerini geliştirmesi bakımından da katılabilmektedir (Anonim, 2011b).

Bu çalışmada, un sanayiinin yan ürünü olan ve yem sanayinde hammadde olarak kullanılan buğday rüşeymini kurabiye üretiminde kullanılması amaçlanmıştır. Bu amaçla kurabiye formülasyonunda ana ingredient olarak kullanılan unun bir kısmı yerine (minumum %50'sinden başlamak üzere mümkün olan en yüksek oranda) buğday rüşeymi kullanılarak; besin değeri yüksek antioksidan maddeler kullanılarak raf ömrü uzun kurabiye üretimi hedeflenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Kurabiye

Bütün kurabiyeler kısa kesme bisküvi sınıfına girmektedir, genellikle "cookies" adıyla bilinmektedir. Diğer bisküvi çeşitlerinde olduğu gibi ülkeden ülkeye, yöreden yöreye değişmekte ve farklı isimler almaktadır (Manley, 2000).

Smith (1972)'e göre, kurabiye ince ve küçük yapılmış farklı aromalara sahip, gevrek sert bir çeşit ekmek şeklinde tanımlanabilmektedir. Ekmek ve kurabiyenin farkı yağ şeker seviyelerinin ve su içeriklerinin farklı olmasıdır. Kek ile karşılaştırıldığında ise fark, kurabiyenin su içeriği ve hamur kıvamı olarak bulunmuştur (Manley, 2000).

Kurabiyeler, kolay bulunabilmesi; herkesin kabul edebileceği tat ve aromada, diğer atıştırmalık gıdalara nazaran daha uzun raf ömrüne sahip olması gibi nedenlerden dolayı en yaygın çerez tipi ürünlerden biri haline gelmiştir (Singh ve Mohamed, 2007).

Kurabiye formülasyonlarında kullanılan unların karakteristik özelliği diğer bisküvi tarzı ürünlerdeki gibi yumuşak buğdaydan elde edilen zayıf un olmasıdır (Zoulias ve ark., 2002a). Formülasyonda kullanılan miktardaki suya karşın, yüksek şortening içeriği; kurabiyelerin genel karakterini oluşturmaktadır. Çünkü bu durum kurabiyeye yumuşak bir yapı kazandırmaktadır ve yağ düzeyinde gerçekleştirilen herhangi bir azaltma girişimi kalite kaybına neden olmaktadır (Lee ve Inglett, 2006).

Yüksek şeker içerikli kurabiye gibi yumuşak buğday ürünlerinde zayıf glutenli unlar tercih edilmektedir (Hoseney, 1989; Slade ve ark., 1989).

Şekerler ve şeker şurupları birçok bisküvi çeşidinin ana bileşenlerinden biridir. Bunların tatlandırıcıları ise içeriğini zenginleştirmek, yapıyı ve aromayı modifiye etmek için kullanılabilmektedir (Manley, 2000).

Şekerin bisküvi hamur yapısına etkisi, sisteme su ve şekerin ilavesi ile ortaya çıkan yumuşatma faktörüdür (Bure, 1980). Olewnik ve Kulp (1984)'un farinograf yardımıyla yaptıkları bir araştırmada şeker konsantrasyonun yükselmesine bağlı değişen kurabiye hamur kıvamındaki ve yapıştırma özelliklerindeki azalma payını gözlemlemişlerdir.

Yağ kurabiyenin en önemli bileşenlerinden birisidir çünkü tekstüre, ağızda algılanan hoş tada ve aromaya doğrudan olumlu katkı sağlamaktadır. Kurabiyelerin çoğu ve özellikle de yumuşak tip kurabiyeler büyük oranda yağ içermektedirler.

Bununla birlikte beslenme uzmanları yağ tüketimi konusunda ölçülü davranılması gerektiğini düşünmektedir (Drewnowski ve ark., 1998).

Kurabiye formülasyonundaki yağ bileşeni diğer bileşenlere nazaran son ürün kalitesi ve tekstürel özellikler açısından daha önemlidir (Campbell ve ark., 1994).

Kurabiyedeki yağ içeriğinin azaltılması çiğnenebilme özelliğinde değişikliğe ve düşük su içeriğindeki kurabiyelerin meydana gelmesi gibi sonuçlara sebep olmuştur (Sanchez ve ark., 1995). Yüksek yağlı ürünlere benzetilmeye çalışılan unlu mamuller formülasyonlarındaki temel amaç tekstürün ve yapının geliştirilmesi olup bu durumda yağ ikame maddeleri kullanılması gerekmektedir (Carroll, 1990).

Yağ ikameleri, yağın bazı foksiyonel ve duyusal özelliklerine sahip olan fakat önemli derecede düşük kalorili ürün oluşturabilen protein veya karbonhidrat kökenli maddelerdir. Nişasta gibi karbonhidrat kaynaklı ikamelerin suyla bağ kurarak ürünün; kayganlığını, yüzey özelliğini ve ağızdaki yenme hissini geliştirdiği rapor edilmektedir (Bath ve ark., 1992; Nonaka, 1997).

Süt proteinleri oldukça fonksiyonel bileşenlerdir ve çok yönlü etkileri nedeniyle çoğu gıda ürününde kolaylıkla kullanılmaktadır. Fırıncılık ürünlerinde ise hem besleyici hem de aroma ve tekstürün zenginleştirilmesi ve depolama gelişimi gibi fonksiyonel yararları nedeniyle tercih edilmektedir (Gallagher ve ark., 2004).

Kabartıcılar, hamurun karıştırılması ve /veya fırın içinde pişirilmesi esnasında plastik haldeyken gaz oluşturan maddelerdir. Bu gaz karbondioksit (CO_2) ve amonyak (NH_3) olabilir. Kimyasal kabartıcılar; kraker, bisküvi, çörek, kek vs. tipi ürünlerin karakteristik iç yapılarının oluşması için kullanılmaktadır. Kimyasal kabartıcıların su ile reaksiyona girmesi sonucu oluşan CO_2, kullanıldığı ürünün kabarmasını sağlamaktadır. Söz konusu maddeler, hamuru kabartmak suretiyle hamurun hafif ve gözenekli bir yapıya sahip olmasını sağlar. Pişirme ile son ürüne yansıyan hamurun bu gözenekli yapısı ürünün içini yumuşatır, parlak bir iç rengi, yumuşak bir yapı gibi arzu edilen beğenilirliği arttırıcı nitelikler vererek son ürünün yeme kalitesine katkıda bulunmakta ve iyi bir hacim sağlamaktadır (Pyler, 1988).

Yumurta ve yumurta ürünleri, fırın ürünlerinin bir çoğu için önemli ingredientler arasında yer almaktadır. Bunlar fırın ürünlerinin besleyicilik değerini arttırmasının yanında diğer bileşenlerle beraber ürünün fiziksel ve organoleptik özelliklerini geliştirmektedir. Bazı fırın ürünlerindeki yumurtadan kaynaklı hoşa giden renk yüksek kalitenin bir işareti olarak kabul edilmektedir. Bunların dışında yumurta pişme prosesi

boyunca ürünün hücre yapısını geliştirmektedir, su içeriğinde bir azalmaya sebep olarak raf ömrünü de uzatmaktadır (Pyler, 1988).

2.2. Şorteningler

Şortening kelimesinin sözlük anlamı " kısaltıcı'' demektir. Söz konusu yağlara bu adın verilmesinin nedeni birbirlerinin etrafına dolanarak uzun zincirli lifler yerine kısa zincirli lifler oluşturarak ürünlere yumuşak bir yapı kazandırmasından kaynaklanmaktadır. Bu yüzden lif kısaltıcılar olarak da tanımlanabilmektedir (Kayahan, 2002).

Fırın ürünlerinde kullanılan şorteningler kalitatif özelliklerin kazandırılmasında, ürünlerin muhafaza kalitesinin ve kalori değerinin arttırılmasında, üniform ve stabil bir yapı ile birlikte arzu edilen aromanın oluşmasında etkili olmaktadır (Nas ve ark., 1998).

Üründe bulunan şortening varlığı yağın nişasta ve proteinle kurduğu bağların akıcılığını kırarak daha çok birbirine yakınlaştırmaktadır. Bu durum ise gluten partiküllerinin yağlanması sonucunda fırın ürününün daha gevrek olmasına ve hücrelerinde daha fazla hava hapsetmesine olanak sağlamaktadır (Mattil, 1964; Chrysam, 1985).

Şorteningler fırın ürünlerinde bir dizi istenilen fonksiyonlara sahiptirler (Pyler, 1952; Andersen ve William, 1965; Weiss, 1983; Chrysam, 1985). Bunlar sırasıyla şu şekildedir: Gevreklik ve tekstür sağlamak, ağız hissi vermek, yapısal bütünlük oluşturmak, hücrelerin arası yağlamak, hava hücrelerini ürüne hapsetmek, ısı transferine yardımcı olmak, raf ömrünü uzatmaktır.

Şortening bileşenleri hayvansal ve bitkisel yağların birinin veya her ikisinin veya sadece bitkisel yağların hidrojenize edilerek katılaştırılmasından oluşmaktadır. Bahsedilen birinci durumda katı yağ formu baskın olan don yağı benzeri yağlar daha yoğun durumdadır. Ortalama %35 hayvansal ve %65 bitkisel yağ (genellikle soya yağı) içermektedirler. Bu oranlarda iki yağ karıştırıldığı zaman elde edilen şortening oldukça kullanışlı ve yumuşak olmaktadır. Buna ek olarak katılığı bitkisel stearinlerin hidrojenizasyonu ile sıvı yağın %5'i kadarının yerine geçmesi veya belli belirsiz bir hidrojenizasyon vasıtasıyla arttırılabileceği varsayılmaktadır. Domuz don ve rendering yağlarından meydana gelen şortening içeriği %80 civarında bu yağlardan meydana gelmekte olup diğer hidrojenize yağlarla dengelenmesi yapılmaktadır. Modifiye kristal

yapısıyla domuz don yağının kullanıma uygunluğunun artırılması için yapılan çalışmalar şortening üretiminde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Pyler, 1988).

Şorteningler kullanıldıkları alanlara veya %100 yağ içerip içermediklerine göre sınıflandırılabilmektedir. Birçok şorteningin fonksiyonu katı yağ içeriğine (SFC) göre endüstriyel olarak tanımlanabilmektedir. Sonuç olarak çok amaçlı şorteningler, sıvı şorteningler, kek şorteningleri, kremleştirme şorteningleri, dolgu yapıcı şorteningler, ekmekçilik şorteningleri, kızartma şorteningleri, pastada kabuk yapıcı şorteningler, pasta şorteningleri, şekerleme yağları, kuru şorteningler şeklinde bir sınıflandırma yapılmaktadır (Ghotra ve ark., 2002).

Tereyağının kabul edilebilir bir şortening kapasitesi olmasına karşın fırın ürünlerindeki öncelikli kullanım amacı verdiği tat ve aromadır. Bu ayırt edici aroma sadece tereyağında bulunmaktadır ve diğer hiçbir yağ çeşidinde aroması halen yakalanamamıştır. Diğer plastik şorteninglerle bazı önemli reolojik özellikleri karşılaştırıldığında taze tereyağının sahip olduğu eşsiz aroması sebebiyle çoğu zaman yüksek kaliteli şekerlemelerde ve keklerde ticari olarak tercih edildiği bilinmektedir (Pyler, 1988).

Başka bir açıdan tereyağının tanımı mevzuat kaynaklarında " Tereyağı olarak bilinen ürün yalnızca süt veya kremadan veya her ikisinin karışımından elde edilmiş, yaygın olarak tuzsuz, ek olarak renk maddesi ilaveli veya ilavesiz, %80 süt yağından daha az yağ içermeyen bazı toleranslara sahip olmalıdır'' şeklinde ifade edilmektedir (Anonymous, 2012a).

Lampert (1947) yaptığı bir çalışmada çoğunlukla tereyağının kimyasal kompozisyonu yağ, su, tuz ve kazein oranları biçiminde yazılabileceğini bununla birlikte ortalama analiz sonuçlarının hacim esasına göre %80.47 yağ, %16.34 su, %2.5 tuz, %0.84 süt yağının içinde bulunan laktozu, mineral maddeleri, proteini kapsayan kazein veya pıhtıdan oluştuğunu belirtmektedir. Ayrıca lesitin şeklinde hesaplanmış %0.2 fosfatidler, %1-5 kadar içerisine hapsolan hava da bulunmaktadır (Mattil, 1964).

Bisküvi üretim aşamalarında şeker ve vanilya ile birbirini tamamlayan tereyağı aroması şekerlemelerin ve karamellerin yumuşaklık derecesine göre değişmektedir. Fırında minimum yüksek sıcaklıkta pişirilerek ortaya çıkan tereyağı aroma ve koku bir anlamda zenginleştirilmiş olarak sayılabilmektedir (Manley, 2000).

2.3. Buğday Rüşeymi

Buğday tanesi endosperm, kepek ve embriyodan (rüşeymden) oluşmaktadır, bu tabakalar sırasıyla tanenin %81-84'ünü, %14-16'sını ve %2-3'ünü oluşturmaktadır. Rüşeymin bileşimi; buğday çeşidine, tane büyüklüğüne, elde ediliş yöntemine ve saflık derecesine bağlı olarak değişiklikler göstermektedir (Shurpalekar ve Rao, 1977). Ticari değirmenlerde %0.5-1.5 dolaylarında elde edilmektedir (Çakmaklı ve ark., 1995).

Tanenin çimlenerek yeni bitkiyi oluşturacak kısmını teşkil eden rüşeym, kalkancık (skutellum) ve embriyonik eksen olmak üzere iki ana kısımdan oluşmuştur (Hoseney, 1994).

Kalkancık, tanenin besin deposu olup, tanenin çimlenmesi sırasında gerekli besin maddelerini endospermden temin eden organeldir. Embriyonik eksen ise, kök taslağı ve gövde taslağı olmak üzere iki kısımdan meydana gelmiştir (Mac Masters ve ark., 1978). Rüşeym öğütme sırasında iki basit yöntem kullanılarak kepekten ayrılabilmektedir (Sümbül ve Tanju, 1982). Ticari değirmenlerde rüşeymi kepekten ve undan ayırmak amacıyla rüşeym seperatörü kullanıldığı gibi bu seperatör kullanılmadan da ayırmak mümkündür (Shurpalekar ve Rao, 1977).

Rüşeym seperatörü farklı hızda hava akımı sağlayan bir alet olup değirmende kırma sisteminde özellikle dördüncü kırma valsinin girişinde kullanılmakta ve rüşeym parçacıklarının endosperm ve kepek parçalarından ayrılmasını sağlamaktadır. Kullanılmasındaki amaç verimi arttırmaktır. Rüşeym seperatörü kullanıldığında rüşeym parçalanmadan tek bir parça olarak elde edilebilmektedir. Ayrıca entoleter, elek, aspiratör ve valslerden oluşan kombine alet birinci kırma valsinden önce kullanırak da rüşeym bütün halde ayrılabilmektedir. Rüşeym seperatöru kullanılan değirmenlerden elde edilen rüşeymin miktarı, birim buğday miktarına bağlı olarak daha yüksek olmaktadır. Bu tip değirmenlerde rüşeymin una karışma ihtimali daha düşük olduğundan elde edilen unların kalitesi de daha yüksek olmaktadır (Shurpalekar ve Rao, 1977).

Seperatöre yer verilmeden de rüşeymin ayrılması mümkündür. Rüşeymce zengin pasajlar, yüzeyi düz ve dişsiz olan redüksiyon valslerinden geçirildiğinde iri ara materyalde daha yoğun olmak üzere kepek parçacıkları özellikle rüşeym ezilerek pulcuk oluşturmaktadır. Rüşeymin kolayca ezilip pulcuk haline gelmesinde içerdiği yağ miktarının önemli rolü bulunmaktadır. İlk redüksiyon grubuna ait kaba elek üstünün yani pulcuklaşan materyalin tamamı bir araya getirilerek kuyruk redüksiyonuna

işlenmektedir. Söz konusu kuyruk redüksiyonunda kaba elek üstü materyal 20 W numaralı tel elekten geçirilerek pulcuk halinde taşınan rüşeym elek üstünden ayrılmaktadır (Elgün ve Ertugay, 2000).

Rüşeym ezilmesi sırasında bazı rüşeym parçacıkları pulverize olarak una karışabilmektedir ve bu da unun rengini ve raf ömrünü olumsuz yönde etkilemektedir. Ticari değirmenlerde elde edilen rüşeymlerde belli oranda un ve kepek bulunabileceği gibi unun içinde de rüşeymin bulunması beklenen bir durumu oluşturmaktadır (Bass, 1988).

2.3.1. Buğday rüşeyminin kimyasal kompozisyonu

Buğday rüşeyminin kimyasal bileşimi buğday çeşidine, hasat edilen bölge koşullarına, öğütme sırasında rüşeyme karışan endosperm ve kepek miktarına göre de değişmektedir. Buğday tanesindeki protein dağılımı %72 endospermde, %15 alöronda, %8 rüşeymde, %4 perikarp ve testadadır (Pomeranz, 1970).

Buğday rüşeymi buğday unuyla karşılaştırıldığında rüşeymin yaklaşık 3 kat protein, 6 kat mineral madde, 7 kat yağ, 15 kat şekeri daha fazla bulundurduğu rapor edilmiştir. Ayrıca bitkisel kökenli proteinlere bakıldığı zaman mükemmel bir protein deposu sayılan yumurtaya en yakın ürün olduğu düşünülmektedir (Shurpalekar ve Rao, 1977).

Rüşeymin kimyasal bileşimi Shurpalekar ve Rao (1977)'nun yaptığı bir araştırmada protein (N×5.7) % 28.5, şeker % 16.6, nişasta % 14.0, nem % 11.7, yağ % 10.4, selüloz % 7.5, hemiselüloz % 6.8, kül % 4.5 olarak belirtilmiştir.

Rüşeym proteinlerinin büyük bir kısmını seyreltik tuz çözeltisinde çözünen albümin ve globülin oluşturur. Protein yapısında olmayan azotlu maddelerin miktarı %11.3-15.3 olup, bunlar asparagin, alatoin, betain, kolin, lesitin ve de glutatyon gibi maddelerdir (Mac Masters ve ark., 1978). Kjeldahl yöntemiyle tespit edilen azot miktarını proteine çevirmek için genellikle, buğday ve buğday ürünlerinde faktör olarak 5.7 kullanılmaktadır (Kasarda ve ark., 1978) . Ancak rüşeymin aminoasit kompozisyonu ve protein yapısında olmayan azotlu maddelerin miktarı göz önüne alındığında faktör olarak 5.45 kullanılması önerilmektedir (Thachuk, 1969).

Rüşeymde bulunan proteinlerin biyolojik değeri hayvansal kaynaklı proteinlere yakındır (İbanoğlu ve ark., 1999).

Nissan ve Ollins (1958) yaptıkları bir çalışmada buğday ve diğer hububatlarda sınırlı düzeyde bulunan esansiyel bir aminoasit olan lisinin buğday rüşeyminde fazla miktarda bulunduğunu belirtmişlerdir. Kent (1983) de buna ek olarak arginin, aspartik asit ve alanince de zengin olduğunu söylemektedir.

Rüşeym, soya fasulyesindeki gibi antitripsin aktivitesine benzer bir aktiviteye sahip olup suda çözünen termolabil bir faktör içermektedir. Bu faktör proteinlerin vücuttaki kullanımını azaltmakta ve böylece rüşeymin beslenme değerini düşürmektedir. Bununla birlikte hemaglutinasyon aktivitesine de sahip olduğu bilinmektedir (Creek ve Vasaitis, 1962; Attia ve Creek, 1965). Isıl işlem uygulaması her iki olumsuz etkiyi inhibe etmektedir.

Rüşeymin içinde bulunan glutatyon, indirgen maddesi bir tripeptit olup glutamik asit, sistein ve glisin aminoasitlerinden meydana gelmektedir, ilave edildiği ürünlerde de olumsuz etkilere sebep olmaktadır. Glutationun olumsuz etkisinin; sıcaklık muamelesi, uzun süre fermentasyon ve oksidan seviyesinin artırması ile giderilebileceği kaydedilmektedir (Pomeranz, l987).

Glutatyonun bahsedilen olumsuz etkileri iki farklı mekanizma ile açıklanabilmektedir. Bunlardan birincisi proteolitik enzimleri aktive ettiği ve proteinlerin peptit bağlarını kırarak aminoasitlere kadar parçaladığı ikincisi doğrudan SS bağını SH gruplara indirgeyerek gluten yapısını zayıflattığı mekanizmalar olduğu sanılmaktadır (Shurpalerkar ve Rao, 1977).

Rüşeym, buğday tanesinin yağ bakımından en zengin kısmı olup, %10 civarında yağ içermektedir. Rüşeym yağı, özellikle iki veya üç çift bağ içeren doymamış yağ asitleri bakımından zengin olup, %42-62 oranında linoleik asit (18:2) ve %12-28 oranında oleik asit (18:1) içermektedir (Mecham, 1978; Barnes, 1983; Kahlon, 1989). Toplam doymuş yağ asitlerinin %73.5'ini ise palmitik asit oluşturmaktadır (İbanoğlu ve ark., 1999).

Buğday rüşeymi esansiyel yağ asitleri bakımından oldukça zengindir (Türker ve ark., 1996). İnsanda üreme ve laktasyon fizyolojisini düzenleyici görev yapan linoleik asit, damar sertliğinde kolesterol dağıtıcı katalizör olarak görev almaktadır (Elgün ve Ertugay, 2000).

Rüşeym yağı ekstrakte edilmiş buğday rüşeymi besleyici protein değerleri bakımından oldukça zengin hale gelmektedir, özellikle diğer hububatlarda yetersiz olan lisin, metionin ve treonin gibi esansiyel amino asitler daha yüksek seviyede olmaktadır

(Ge ve ark., 2000; Zhu ve ark., 2006). Bu nedenle buğday rüşeymi yağı ve yağsız rüşeym başka gıdaların tamamlayıcısı olabilmektedir (Ge ve ark., 2001; Matteuzzi ve ark., 2004; Arshad ve ark., 2007).

Hemiselüloz, selüloz, nişasta ve şekerler rüşeymin karbonhidrat fraksiyonları olarak bilinmektedir. Endospermde nişasta ve kepekte hemiselüloz açısından zengin iken rüşeym kısmında şekerler yoğunlaşmıştır. Rüşeymde tespit edilen nişasta endospermle, selüloz veya hemiselüloz bileşeni de kepekle karışmış olduğu neredeyse kesin bir düşünceyi oluşturmaktadır. Rüşeym hemiselülozu %52.1 ksilozdan, %40.9 arabinozdan, %7 üronik asitten meydana gelmektedir. Ayrıca %3.7 pentozan içerdiği de bilinmektedir (Shurpalerkar ve Rao, 1977).

İbanoğlu ve ark. (1999) yaptıkları bir çalışmada rüşeymde bulunan şekerlerin yaklaşık %80-85'inin sakkarozdan %15-20'sinin ise fermente olamayan şekerlerden oluştuğunu belirtmektedir.

Buğday rüşeymi tanenin canlı kısmı olup yeni bitkinin gelişmesini sağlaması nedeniyle de pek çok oksidatif ve hidrolitik enzim içermektedir (Barnes,1983).

Özellikle lipaz, proteaz, lipoksidaz ve lipoksigenaz gibi enzimlerin aktivitelerinin yüksek olması ayrıca doymamış yağ asitlerini fazla içermesi nedeniyle rüşeymin muhafazası güç olup raf ömrü kısadır (Rothe ve Stöckel, 1962; Haridas ve ark., 1980; Shiiba ve ark., 1991).

Buğday ve özellikle rüşeymde bulunan oksidoredüktazlar arasında lipoksigenaz hamurun yoğrulması sırasında oksijen yardımıyla serbest ve monogliserid formundaki çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunu katalize etmektedir (Tait ve Galliard, 1988; Castello ve ark., 1998). Bu bir taraftan hamurun ağarmasına yol açarken diğer taraftan da yoğurma toleransında ve ekmek hacminde artışa neden olmaktadır (Frazier ve ark., 1977; Hoseney ve ark., 1980; Cumbee ve ark., 1997). Lipoksigenazın çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunu dengeleme, ekmeğin aromasını geliştiren heksanal ve heksanol gibi uçucu bileşiklerin pişirme süresince oluşmasını sağlama görevleri de bulunmaktadır (Addo ve ark., 1993).

Rüşeymde bulunan enzimlerden en önemlisi, yol açtığı hidrolitik ransidite dolayısıyla lipaz enzimidir. Lipaz enziminin inaktivasyonu rüşeym ve rüşeym içeren ürünlerin raf ömürlerinin uzatılması açısından çok önemlidir. Rüşeymde amilolitik aktivite kayda değer bulunmazken proteolitik aktivite yüksektir. Ayrıca lipoksidaz ve

katalaz aktiviteleri de belirlenmiştir (Shurpalerkar ve Rao, 1977). Öğütülmüş un fraksiyonları arasında buğday rüşeymi katalaz aktivitesi bakımından en fazla değere sahip olanıdır (Garcia ve ark., 2000).

Lipoksidaz aktivitesinin yüksek olması rüşeym içeren unların oksijen tüketimini de arttırmaktadır (Creek ve Vasaitis, 1962; Moran ve ark., 1968b). Buğday rüşeymi lipazı için 36-40 ^{o}C optimum sıcaklıktır ve yüksek molekül ağırlıklı asitlere sahip olan tereyağına ve monobütirine oldukça benzeyen düşük esterlere göre optimum pH değeri 7.2-7.9 arasında değişmektedir (Shurpalerkar ve Rao, 1977).

Rüşeym bileşiminde karotenleri bulundurmasının yanı sıra temel pigmenti ksantofil olarak bilinmektedir. Flavon tipi pigmentlerin ise rüşeymde diğer değirmen fraksiyonlarından daha fazla oranlarda bulunduğu rapor edilmektedir. Glikoflavonların yaklaşık %0.2-0.3 kadarı buğday rüşeyminden izole edilmiştir (Shurpalerkar ve Rao, 1977).

Ticari rüşeymde fenolik, ferulik ve vanilik asit gibi bazı fenolik bileşenler tespit edilmiştir. Bununla birlikte buğday rüşeymi yağının antioksidan özelliği de rapor edilmektedir ve durumun üstlenici bileşenleri kafein ve ferulik asittir. Rüşeymdeki metoksihidrokinon glikozitleri de belirlenmiş olup genellikle rüşeymden konsantre edilmektedir. %0.1 oksalik asit ve her gramda 36.59-41.04 µ moleküllü tioktik asit içeriğine sahip olduğu da rapor edilmektedir (Shurpalerkar ve Rao, 1977).

Rüşeym protein, mineral madde, yağ, enzim, özellikle B grubu vitaminleri (tiamin, niasin, riboflavin) ve E vitamini bakımından buğdayın birinci derecede zengin kısmını oluşturmaktadır (Elgün ve Ertugay, 2000).

Buğday rüşeymi tiamin, riboflavin, niasin ve zengin tokoferol (E vitamini) kaynağı sayılmaktadır (Ritter, 1967; Bauernfeind, 1977). Bu nedenlerle buğday rüşeymi katıldığı tahıl ürünlerini tamamlayıcı nitelikte görülmektedir (Shurpalerkar ve Rao, 1977).

Kalkancık ve embriyonik eksen farklı kimyasal biçimde olup, kalkancık, daha yüksek miktarda mangan, fosfor, tiamin (B_1 vitamini) ve riboflovin (B_2 vitamini) içermektedir (Mac Masters ve ark., 1978) .

Pomeranz (1971) de yaptığı bir çalışmada tiaminin %62 kalkancıkta, %32 alöronda, %3 endospermde, %2 embriyonik eksende, %1 perkarp ve testada; riboflavinin %37 alöronda, %32 endospermde, %14 kalkancıkta, %12 embriyonik

eksende, %5 perikarp ve testada; niasinin %82 alöronda, %12 endospermde, %4 perikarp ve testada, %1 kalkancıkta, %1 embriyonik eksende; pridoksinin %61 alöronda, %12 perikarp ve testada, %12 kalkancıkta, %9 embriyonik eksende, %6 endospermde; pentotenik asitin ise %43 endospermde, %41 alöronda, %9 perikarp ve testada, %4 kalkancıkta, %3 embriyonik eksende bulunduğuna dair ortalama rakamları bu şekilde belgelemiştir.

Buğday rüşeymi diğer hububat rüşeymlerinden daha fazla tokoferol (E vitamini) içermektedir, tokoferol miktarı 250-500 ppm ile değişmekle beraber ortalama 300 ppm dolaylarındadır. Yine buğday rüşeymi bütün tane buğdaydan 5 kat, patent undan ise 25 kat daha fazla miktarda tiamin içermektedir. Aynı şekilde riboflavin miktarı da bütün tane buğdaydan yaklaşık 4 kat ve patent undan 7 kat daha yüksek seviyede bulunmaktadır. Yapılan araştırmalara göre niasinin, pantotenik asitin, pridoksinin de varlığına rastlanmaktadır (Shurpalerkar ve Rao, 1977).

Mineral maddelerin tanedeki dağılımları %61 alöron tabakasında, %20 endospermde, %8 kalkancıkta, %7 perikarp ve testada, %4 embriyonik eksende bulunmaktadır. Rüşeymde bulunan K, P, Mg, Ca, Na gibi minerallerin büyük bir kısmı alöron tabakasında yoğunlaşmış durumdadır (Pomeranz, 1971).

Buğday rüşeymi için Pomeranz (1987) 100 gram mineral maddenin 5 mg'ı sodyum, 837 mg'ı potasyum, 69 mg'ı kalsiyum, 8 mg'ı demir ve 1100 mg'ı fosfor olduğunu belirtmektedir.

Diyet lif veya besinsel lif, selüloz, lignin, hemiselüloz, pektik maddeler, zamk (gum) ve diğer karbohidratlardan meydana gelmektedir. Besinsel lifler, insan vücudunda sindirilemedikleri halde sağlık üzerine olan olumlu etkileriyle pek çok araştırmaya konu olmuşlardır (Kay, 1982; Özkaya ve Özkaya, 1996; Thebauidin ve ark., 1997; Prosky 2000).

Hububatların öğütme ile besinsel lif içerikleri azalmaktadır. Çünkü besinsel lif içeriği dış tabakalardan içeriye doğru oransal olarak azalma göstermektedir. Rüşeym, kepek, alöron besinsel lif olarak zengin olup yeterince faydalanılmayan tabakalardandır (Kumar ve ark., 2011).

Birer değirmencilik yan ürünü olan buğday kepeği ve rüşeymi iyi bir besinsel lif kaynağı olarak düşünülmektedir, bir çok tahıl ürününe bu yan ürünlerle zenginleştirme yapılmaktadır (Kumar ve ark., 2011).

Buğday rüşeymi toplam %9.3 besinsel lif, %1.1 çözünebilir lif içermektedir. Buna rağmen beyaz buğday ununun içerdiği toplam besinsel lif oranı oldukça az; çözünebilir lif oranı ise nispeten toplam besinsel life göre fazladır. Çözünebilir lifler kan şeker ve kolesterol seviyesini düzenlemeye yardım ederken çözünemeyen lifler çoğu bağırsak problemlerinin düzelmesine veya bu problemlerden korunmaya yardımcı olabilmektedir (Bushunk ve Rasper, 1996).

Ticari olarak piyasada bulunan yağı alınmış rüşeymde yaklaşık olarak %30 protein, %1 yağ, %50 toplam karbonhidrat ve %20 diyet lif bulunduğu belirtilmiştir (Anonim, 1999).

2.3.2. Buğday rüşeyminin stabilizasyonu

Buğday rüşeymi birçok üstün özelliğe sahip olmasına rağmen yüksek oranda doymamış yağ asidi, hidrolitik ve oksidatif enzimleri ve protein yapılı bazı bileşenlerinden dolayı depolama süresinin kısa olduğu bilinmektedir. Fakat ısı veya bazı kimyasal maddelerle muamele edilmesi bu sorunu ortadan mümkün olduğunca çok kaldırarak depolama süresini uzatmaktadır yani rüşeymi stabilize etmektedir. Ayrıca buğday rüşeymi bağırsaklarda protein sindirimini sağlayan tripsin enziminin çalışmasını engelleyen bir faktörü (tripsin inhibitörü) ve hemaglutinasyon etkisini içerdiği de saptanmıştır. Bununla birlikte kavurma ve otoklavlama gibi ısı muamelesi ile söz edilen olumsuz faktörler yok olmaktadır (Shurpalerkar ve Rao, 1977).

Stabilizasyon işlemlerini üç grupta toplamak mümkündür. Bu grupları yağı alınarak piyasaya sunma, una katılmadan önce ısıl işlem uygulama ve kimyasal madde yardımıyla stabil hale getirme olarak sıralayabiliriz (İbanoğlu ve ark., 1999).

Buğday rüşeymi una katılmadan önce ısıl işleme tabi tutularak da stabilite sağlanabilmektedir. Bünyesinde bulunan ve insan vücudunda kazeinin sindirilmesini inhibe eden termolabil bileşikleri giderilmektedir (Creek ve Vasaitis, 1962; Creek ve ark., 1962; Shurpalerkar ve Rao, 1977), antitripsin ve hemaglutinasyon aktivitesi yanında enzim aktivitelerini inhibe edilmektedir (Attia ve Creek, 1965; Moran ve ark., 1968; Rao ve ark., 1977), değişik aromalı rüşeym elde edilmektedir (İbanoğlu ve ark., 1999). Önceki cümlede sadece rüşeym una katılmadan önce ısıl işlem uygulamalarına birkaç örnek verilmiş olup halen bütün tahıl ürünleri için çalışmalar devam etmektedir.

Rüşeyme uygulanan diğer ısıl işlemler arasında; 120-130 ^{o}C'de kavurma, fırınlama, sıcak hava akımı uygulaması veya 6-10 dakika buharla muamele, mikrodalga,

infrared ısı muamelesi sayılabilmektedir. Isıl işlemler ham halinde yapılabildiği gibi yağı alınmış haline de uygulanabilmektedir. Bu yolla rüşeymin raf ömrü 1 yıla kadar çıkabilmektedir. Rüşeymin depolama sırasındaki su miktarı stabilizasyon açısından çok önemli bir faktörü oluşturmaktadır. Depolama ve ısıl işlem sırasında B_2 vitamini önemli derecede etkilenmektedir (İbanoğlu ve ark., 1999). Özellikle etüvde uygulanan kuru ısıl işlem beslenme açısından, otoklavda uygulanan nemli ısıl işlem ise enzimin inaktivasyonu açısından olumlu sonuç vermektedir (Attia ve Creek, 1965; Moran ve ark., 1968; Rao ve ark., 1980).

Kahveci ve Özkaya (1990) yaptıkları bir çalışmada buğday rüşeyminin mümkün olduğunca kısa sürelerle ısıya maruz bırakılması gerektiğini aksi taktirde şeker ve proteinlerin gerçekleştirdiği maillard reaksiyonu sonucu bir takım sindirilemeyen kompleks bileşiklerin oluşacağını ve rüşeymin besin değerinin düşeceğini belirtmektedirler. Yine bu nedenle ısıl işlemde sıcaklık ve sürenin, sıcaklığa oldukça hassas olan lisin ve arginin tahribatını önleyecek, proteinlerin sindirimini kolaylaştıracak kadar olmasına dikkat edilmesini de vurgulamaktadırlar.

Rüşeymin beslenme ve teknolojik kalite üzerine olumsuz etkileri nedeniyle kimyasal katkı maddeleri ile stablizasyon da yapılabilmektedir. Kahveci ve Özkaya (1991) ısıl işlem görmüş örneklere SSL (Sodyum stearol 2-laktitat) ilave etmişlerdir. Uzun fermantasyon süreli ekşi hamur metodu uygulaması (Pomeranz, 1970; Türker ve ark., 1996) ve oksidan (askorbik asit, $KBrO_3$) ilavesi (Pomeranz, 1970; Sivri ve ark., 1992) bu olumsuzlukları gidererek daha etkili sonuç alınabilen kimyasal madde uygulamalarına birer örnektir.

Ticari olarak üretilen buğday rüşeymi genellikle yağı alınarak piyasaya sunulmakta böylece stabilite sağlanmaktadır (İbanoğlu ve ark., 1999).

2.3.3. Buğday rüşeymin kullanım alanları

Yapılan bütün araştırmalar göz önüne alındığında rüşeymin kullanım alanlarından çıkarılacak genel sonuç hayvan yemi, rüşeym yağı, bazı fermente gıdalar, vitamin konsantreleri, çoğu tahıl ürünleri (ekmek, kek, bisküvi, makarna, kahvaltılık tahıl gibi), eczacılık ve kozmetik sanayi olarak basitçe yazılabilmektedir.

Yağı alınmış veya alınmamış olarak üretilmiş buğday rüşeymi Amerika Birleşik Devletleri'nde ve Avrupa'da sağlık ve diyet ürünleri satan dükkanlarda plastik poşetlerde veya kavanozlarda pazarlanmaktadır. Bu ürünler çorbaların içine

eklenebilmekte, süte veya yoğurda karıştırılmakta ve çeşitli tatlandırıcılar kullanılarak kahvaltılık tahıllar ile birlikte tüketilebilmektedir (İbanoğlu ve ark., 1999).

Buğday rüşeymi protein, E ve B grubu vitaminleri ile hububatta sınırlı düzeyde bulunan esansiyel amino asitlerden lisini fazlasıyla içerdiği için stabilizasyonu gerçekleştirilip olumsuzlukları giderildikten sonra buğday ununun besin değerinin arttırılmasında kullanılmaktadır (Nissan ve Ollins, 1958; Moran ve ark., 1968a).

Pomeranz ve ark. (1970a) rüşeymin dolgu ve zenginleştirici madde olarak ekmeğe, makarnaya, bisküviye ve keke katkı maddesi olarak kullanımı üzerine bilimsel bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma sonucuna göre rüşeymin olumsuzlukları çeşitli yöntemlerle giderildikten sonra %20'ye kadar kullanımını tavsiye etmektedirler.

Mısır özü yağı kadar yaygın olmasa da özellikle Avrupa'da ve Amerika Birleşik Devletleri'nde rüşeym yağı doğrudan tüketime sunulabilmektedir. Ayrıca rüşeym yağının margarin türü doymuş yağ formunda üretilmesi konusunda da çalışmalar yapılmaktadır. Bu tip hidrojenize edilmiş yağların fırın ürünlerinde kullanım alanları yaygındır (İbanoğlu ve ark., 1999).

Rüşeym yağında E vitamini aktivitesi yüksek α tokoferol fazla miktarda bulunduğundan zengin bir E vitamini ve doymuş bir alkol olan oktakosanol kaynağıdır. Bu nedenle rüşeym yağı eczacılıkta, kozmetik sanayinde ve gıdaların zenginleştirilmesinde kullanılmaktadır (Mecham, 1978; Barnes, 1983; Kahlon, 1989).

Fareler üzerinde yapılan denemelerde, rüşeym yağının, kolesterolü azaltıcı etkide bulunduğu saptanmıştır (Lairon et al., 1987).

Rüşeym yağı pasta ve şekerleme sanayinde kullanılan yer fıstığı yağının yerine geçebilecek bir yağdır. Bununla birlikte yağı alındıktan sonra basınç uygulanan buğday rüşeyminin direkt yer fıstığı yerine kullanıldığında kaloride %40 azalma olduğu belirtilmektedir (Andres, 1979).

Farklı metotlarla buğday rüşeyminden E ve B grubu vitaminleri konsantre edilmektedir. Rüşeymdeki vitaminlerin yüksek orandaki varlığı özellikle E vitamini, tiamin, riboflavin ve pridoksin vitaminleriyle zenginleştirilmek istenen ürünlere vitamin konsantresi kullanımı için uygun bir hammadde olmasını sağlamaktadır. Rüşeymin çok amaçlı kullanımı B vitamini grubu konsantresi, pridoksin konsantresi, suda çözünebilir fraksiyonlarından tiamin konsantresi, E vitamini konsantresi, sitosterol konsantresi, yenilebilir yağ üretimi, yağda çözünebilir fraksiyonlarından ise ham yağ yapımlarını kapsamaktadır (Chichester ve ark., 1977).

Basınç altında kurutulmasıyla istenilen açık, orta ve koyu kakao tonlarında elde edilen yağı alınmış buğday rüşeyminin gıda formülasyonlarında kullanılan kakao tozunun %50'sinin yerine ikame edilebileceği ve tadının çikolata tadını tamamlayıcı nitelikte olduğu, işleme şartlarını değiştirmekle tadın da kontrol altına alınabildiği ifade edilmektedir (Andres, 1979).

Buğday rüşeyminden ekstraksiyonla elde edilen proteolitik preparatlar etlerin olgunlaşmasında kullanılabilmektedir. Böylelikle eti yumuşatmasının yanı sıra tadını da geliştirmektedir (Flaczyk ve Kaminski, 1978).

Birer fermente ürün olan miso ve koji yapımında buğday rüşeyminden faydalanılabilmektedir. Soya fasulyesi ve pirinç rüşeymi yerine buğday rüşeymi kullanılarak da miso üretilebilmektedir. Bu şekilde hazırlanan misoların organoleptik ve kimyasal özellikleri soya fasulyesinden hazırlanan misolarınkine benzemektedir. Koji de *Aspergillus oryzae* ile inokule edilerek rüşeymden hazırlanan bir fermente gıdadır (Chichester ve ark., 1977).

Sümbül ve Tanju (1982) yaptıkları bir proje kapsamında rüşeymin evlerde çorba ve salata üzerine serpmek amacıyla veya omlet, köfte ve değişik formlarda direkt olarak da kullanılmak üzere tüketime sunulabileceğini belirtmişlerdir.

Hindistan'da, ticari olarak elde edilmiş buğday rüşeymi (direkt olarak ve kavrularak, buharlanarak, yağı alınarak stabil hale getirilmiş) ekmek ve bisküvilere katılmıştır (Shurpalerkar ve ark., 1979).

2.3.4. Buğday rüşeymi ile yapılan diğer çalışmalar

Rüşeymin zengin bileşimine karşılık yüksek oranlardaki katkısı, ekmek kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir (Pomeranz, l978; Kahveci ve Özkaya, l990; Çakmaklı ve ark., l995). Bu olumsuz etkinin glutatyondan kaynaklandığı bilinmektedir. Glutatyonun olumsuz etkisinin; sıcaklık muamelesi, uzun süre fermantasyon ve oksidan seviyesini artırma ile giderilebileceği kaydedilmektedir (Pomeranz, l987).

Kahveci ve Özkaya (l990), ısıl işlem görmüş rüşeym katkılı unlarla yaptıkları çalışmada, ısıl işlemin, unların reolojik özelliklerinde az da olsa artış sağladığını belirtmişlerdir. Aynı çalışmanın devamında rüşeym katkısının, ekmeklerde hacim verimi ile Dalman değerini düşürdüğü, gözenek yapısını olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiş ve SSL katkısıyla ekmek özelliklerinde önemli ölçüde iyileşme sağlandığı belirtilmiştir (Kahveci ve Özkaya, l99l).

Çakmaklı ve ark. (l995), buğday rüşeymi ile ekmeği zenginleştirmenin, ekmek özelliklerindeki etkisini araştırmışlardır. Rüşeym katkısının ekmek özelliklerini olumsuz etkilediğini ve en fazla %5 rüşeym katkısıyla kabul edilebilir düzeyde ekmek kalitesinin elde edildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca daha etkin katkı kombinasyonları ilavesi, glutatyonu inaktifleştirme işlemi ve diğer tedbirlerle; %l0 ve hatta daha fazla düzeydeki rüşeym katkısının, ekmeğin kalitesini bozmayacağını da ifade etmişlerdir.

Buğday unu polar lipitlerinin, hem ekstrakte rüşeym proteini, hem de ısıl işlem görmüş rüşeym ile besin değeri artırılmış ekmeklerin hacimlerini ve gözenek değerini artırdığı belirtilmiştir (Pomeranz, l978).

Ekmeğin besin değerini artırmada, buğday rüşeyminin %20 oranında kullanılabileceğini, rüşeymden gelen ve ekmeğin kalitesini bozan unsurların; rüşeymin otoklavlanmasıyla büyük oranda, uzun fermantasyon süreli sponge hamur metoduyla da kısmen giderildiği sonuçlarına varılmıştır (Türker ve ark., 1996).

Rüşeymin ekmek formülasyonlarında kullanılmasına ek olarak, bisküvi ve keklerde %15 oranına kadar güvenle kullanılabileceği de belirtilmiştir (Shurpalerkar ve ark., 1979).

Vitti ve ark. (1979)'nın %5, 10, 15 buğday rüşeymi, %5 121 ^{o}C'de ısıl işlem görmüş buğday rüşeymi ve %5 yağı alınmış ve ısıl işlem görmüş buğday rüşeymi katarak yaptıkları ekmek denemeleri sonuçlarına göre, buğday rüşeymi ekmek hacmini olumsuz yönde etkilemektedir. Ancak ısıl işlemle muamele edilen rüşeymler hacmi daha az etkilemektedir. Ayrıca buğday rüşeyminin ekmeğin protein ve B vitamini içeriğini yükselttiği de saptanmıştır.

%15 rüşeym katıldığında ekmeklerin protein içeriklerini %3 arttırmış fakat ekmek hacmini azalmıştır. En fazla hacim düşüşü rüşeym stabil hale getirilmeden direkt olarak katıldığında izlenmiş, fakat ekmeğe katılan potasyum bromat miktarı 60 ppm'e yükseltildiğinde ve %0.6 SSL katıldığında hacim düşüşünün önlendiği saptanmıştır (Shurpalekar ve ark., 1979).

Bisküvilere %20 oranında rüşeym katıldığında ise bisküvilerin protein miktarının %4.5 oranında arttığı ve buharla muamele edilerek stabil hale getirilmiş rüşeym katılmış olan bisküvilerin yapı ve tat bakımından diğerlerinden üstün oldukları saptanmıştır (Shurpalekar ve ark., 1979).

Yaşlılar için yeni buğday ürünleri geliştirme çalışmalarında; besin değerinin dengede tutulmasını sağlama amacıyla yağ, şeker, nişasta içeriği azaltılmış protein, selüloz, vitamin ve mineral içeriği arttırılmış ekmek ve çörekler hazırlanmıştır. Buğday

rüşeymi, buğday kepeği, tam un, soya unu zenginleştirme amacıyla katılmıştır. Bu ingrediyentlerin farklı kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmek ve çörekler; yüksek hamur hacmi, iyi ufalanma kalitesi ve raf ömrü ile karakterize edilmiştir. Böylece protein içeriği %15-30 oranında arttırılmıştır. Bir porsiyon çörek veya 2 dilim ekmek, günlük alınması gereken vitamin B_1 ve niasinin yarısını, B_2 vitamininin yaklaşık 2/3'ünü, Fe ve Ca'nın %30-80'ini karşılamaktadır (Vukobratovic ve Beleslin, 1991).

Rao ve ark. (1980) rüşeymi, yağını uzaklaştırmak ve çeşitli ısıl işlemler uygulamak suretiyle stabil hale getirmeye çalışmışlardır. Bu amaçla rüşeyme etüvde 150 ^oC'de 25 dakika ve kahve kavurma makinesinde 130 ^oC'de 5 dakika kuru ısıl işlem uygulanmış ve bu işlemler sonucunda rüşeymin lipaz aktivitesinin etüvde yapılan işlemde %76.4, kahve kavurma makinesinde ise %45.9 oranında kaldığı tespit edilmiştir.

Mostafa (1982) yağsız rüşeymin ve rüşeym yağının ekmeğin reolojik ve teknolojik özelliklerine etkisini incelemiş ve etkilerin birbirinden farklı olduğunu göstermiştir. Yağsız rüşeymin %3-4 gibi düşük oranlarda kullanıldığında bile olumsuz etkide bulunduğunu buna karşılık rüşeym yağının %0.24 ve %0.32 gibi oranlarda kullanılması durumunda ise unun reolojik ve ekmeklik özelliklerini geliştirdiğini belirtmektedir. Reolojik özelliklerine olumsuz etkisi nedeniyle özellikle yağsız buğday rüşeyminin düşük enerji değerine sahip unlardan yapılan ürünlerde (bisküvi gibi) kullanımını tavsiye etmiştir.

Buğday kepeği, rüşeym, alöron ve perikarp tabakalarından meydana gelen "shorts" üzerine yapılan bir araştırmada, ekmek hacmi üzerine olumsuz etkilerin birbirinden farklı olduğu gösterilmiştir. Bu farklılığın glutatyon, lipoksigenaz ve metilhidroksikinon (MHQ) gibi bileşenler arasındaki reaksiyonlardan kaynaklandığı sanılmaktadır. Shorts içinde bulunan ancak kepekte bulunmayan bir maddenin rüşeym ile reaksiyona girerek rüşeymin olumsuz etkisini azalttığı ileri sürülmüştür (Lai ve ark., 1989).

Pomeranz ve ark. (1970a) buğday rüşeymi proteinlerinin büyük bir kısmının globülin olması nedeniyle sodyum klorür çözeltisi ile rüşeym proteinlerinin %86.3 kadarı ekstrakte edilebilmiştir. Ancak ekstraksiyonda kullanılan diyaliz, kurutma gibi metotların pahalı olması bu protein ekstraktının büyük çapta ekmek üretiminde kullanımını engellemiştir.

Moss ve ark. (1984) unun su absorpsiyonunun rüşeym miktarının artması ile değişmediğini ancak farinogram değerlerinden gelişme süresi ve stabilite değerinin

azaldığını, yumuşama değerinin arttığını tespit etmişlerdir. Rüşeym oranının artması ile birlikte hamurun uzamaya karşı gösterdiği direnç azalmış ancak uzama kabiliyetinde fazla bir değişiklik gözlenmemiştir. Yapılan çalışmada una ilave edilen rüşeym miktarı arttıkça ve fermantasyon süresi kısaldıkça unun oksidan madde ihtiyacının arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca oksidan madde olarak kullanılan $KBrO_3$ ve askorbik asidin hamurun gelişme süresini etkilemediği tespit edilmiştir.

Isıl işlem görmüş rüşeym veya protein ekstraktı ile birlikte serbest polar un lipidleri ilave edildiğinde ekmek hacminde artış gözlenmiştir. Fazla miktarda sakkaroz monomiristat ilavesinin ekmeğin gaz tutabilme kapasitesini azalttığı, fosfoditil kolinin (lesitinin) ise %30 rüşeym veya %9 oranında protein ekstraktı ile birlikte kullanıldığında ekmek hacminde artış meydana getirdiği saptanmıştır. En iyi sonuçlar 1:10 ve 1.5:10 oranında lesitin:rüşeym kullanıldığında elde edilmiştir. 80 ºC'de 8 saat kuru ısıl işlem görmüş rüşeym veya eşdeğer protein içeriğine sahip protein ekstraktı %15 oranında ekmeğe ilave edildiğinde ham rüşeymin ekmek hacminde meydana getirdiği azalma görülmemiştir. Ayrıca protein ekstraktı kullanıldığında ekmek hacminde meydana gelen artışın eşdeğer protein içeriğine sahip ısıl işlem görmüş rüşeyme göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Pomeranz ve ark., 1970b).

Ugarcic ve Snezana (1990) ekmeğin teknolojik kalitesini etkilemeksizin unlara %5 oranına kadar rüşeym ilavesinin mümkün olduğunu ve böylece beslenme değerinin arttığını, organoleptik özelliklerinin geliştiğini bildirmektedirler.

Andres (1979) yağı alındıktan sonra basınç altında pişirilen buğday rüşeyminin pasta ve şekerleme sanayinde yer fıstığının yerine kullanılabileceğini ve böylece kaloride %40 azalma sağlanabildiğini bir çalışmasında belirtmektedir.

Zaitsev ve Sashkina (1974) yaptıkları alveograf denemelerinde rüşeym ilavesinin öz kuvvetini azalttığı sonucuna varmışlardır.

Rüşeym katkılı ekmeklerin yapımında şortening kullanılmadan sentetik glukogliserin ilavesinin belirgin bir iyileşme sağlamadığı belirtilmektedir. Ancak glutatyonu etkisizleştirilmiş rüşeym katıldığında kısmen saf lesitinin olumlu etkisi kaydedilmiştir (Pomeranz ve Wherli, 1969).

Sümbül ve Tanju (1982) yaptıkları bir çalışmada etil ve metil alkol karışımıyla ekstrakte edilen rüşeymden %1.6 tokoferol içeren E vitamini konsantresi elde etmişlerdir. Direk tüketime sunulmak üzere 125 ºC'de 2.5 saat süreyle ısıl işleme tabi tutularak stabilize edilen rüşeym örneklerinin 3 ay süreyle yapılan denemelerde asiditelerinde artış saptamamışlardır. Una %15 ve 30 oranlarında katılan rüşeym ile

yapılan zenginleştirilmiş bisküvi denemelerinde ise bisküvilerin besleyici değerleri arttırmasının yanı sıra bisküvilerin tat ve yapısında herhangi bir olumsuz etkisi olmadığını belirtmişlerdir.

Sivri ve ark. (1992) buğday rüşeymini iki farklı kalitedeki una tam yağlı ve yağı petrol eteri ile uzaklaştırıldıktan sonra doğrudan veya ısıl işlem uygulayarak %2.5, 5, 7.5 oranında katmışlardır. Rüşeym örnekleri etüvde 150 ^{o}C'de 50 dakika ve otoklavda 100 ^{o}C'de 10 dakika olmak üzere iki farklı yöntemle ısıl işlem uygulaması yapmışlardır. Bununla beraber örneklere 50 ppm ve 100 ppm düzeyinde $KBrO_3$ katılarak unların ekmeklik kaliteleri üzerine etkileri incelenmiştir. Katılan rüşeym miktarı arttıkça ekmek içi gözenekleri büyümüş ve %7.5 oranlı ekmekte ise en düşük gözenek değerleri elde edilmiştir. $KBrO_3$'ın 50 ppm seviyesinde ilavesi ile ekmek içi yumuşaklığının ve gözenek durumunun iyileştiği, 100 ppm de ise ekmek içi renginin beyazlaştığı görülmüştür.

Buğday rüşeyminin mineral madde ve vitamin içerikleri hakkında yapılan bir araştırmada mineral maddeler için AOAC'ye göre atomik absorpsiyon spektrofotometresi, E vitamini için vitamin kimyasının ortak metotlarına göre, suda eriyen vitaminler (B_1, B_2, B_6, niasin ve folik asit) için Wehling ve Wetzel metoduna göre HPLC yardımıyla belirlenmiştir (Hışıl ve Ötleş, 1991).

Garcia ve ark. (1972) yaptıkları bir çalışmada ticari mısır ve buğday rüşeymini hava sınıflandırma metoduyla beş ayrı fraksiyona ayırmışlardır. Böylece elde edilen fraksiyonlardan farklı özelliklere sahip mineral madde, karbonhidrat ve amino asit içeriği gibi kimyasal özellikler tespit edilmiştir. Hava ile sınıflandırılan ilk iki fraksiyonda mineral madde içeriği zenginken fosfor, potasyum, magnezyum, kalsiyum, sodyum, demir, bakır, çinko dikkate alınan minerallerdir. Diğer taraftan sınıflandırılan üçüncü, dördüncü ve beşinci fraksiyonlar ise karbonhidratça yoğunlaşma göstermektedir. Özellikle de ilk olarak nişasta ikinci olarak da pentozanlar önemli bulunmuştur. Mısır rüşeymi ile buğday rüşeymi karbonhidrat bakımından karşılaştırıldığında buğday rüşeyminin daha fazla şekere sahip olduğu görülmüştür. Aslında iki tipin de protein kalitesi birbirine yakın olmakla birlikte mısır rüşeymi daha az protein içeriğine sahiptir. Amino asit içerikleri her fraksiyonda benzerlik göstermiş olup birinci ve beşinci rüşeym farksiyonlarında önemli minor farklıklar ortaya çıkmıştır.

Sağlıklı yetişkin bireylerde yemek sonrası lipemisi üzerine yulaf kepeğinin, pirinç kepeğinin, buğday lifinin ve buğday rüşeyminin diyet lifi özelliği esas alınarak etkileri de araştırılan konulardan birisidir. Tahıl liflerinin içerdikleri toplam diyet lif

miktarına göre farklı boyutlarda ve aralıklarda yemek sonrası lipemiyi azalttığı sonucuna genel olarak varılmıştır (Cara ve ark., 1992a).

Konya ve civarından rastgele temin edilen buğday ve öğütme ürünleri (kepek, razmol, rüşeym, un), kepekli ekmek ve ticari kepekte ağır metal, aflatoksin, pestisit kalıntısı ve mikrobiyal yük açısından incelenmiştir. Bulunan değerler limitlerin üzerinde bulunmamıştır. Besinsel açıdan rüşeymin önemli bir Zn kaynağı olduğu tespit edilmiştir (Gül, 2007).

Uzun vadeli alınan buğday rüşeyminin hiperkolesterolemik bireylerde plazma lipitleri ve lipoproteinleri üzerine yararlı etkilerinin bulunmuştur. Ham buğday rüşeymi veya kısmen yağı alınmış buğday rüşeymi ile tamamlanmış diyetler birbirinden bağımsız ayrı yaşayan 9 ve 10 kişilik gruplarda test edilmiştir. Ham buğday rüşeymi alımı özellikle plazmada 4 haftalık bir periyottan sonra VLDL kolesterolün azalmasına bağlı olarak kolesterolde azalmaya sebep olmuştur (Cara ve ark., 1992b).

Buğday ununa %0-25 oranlarında yağı alınmış buğday rüşeymi ilavesiyle elde edilen kurabiyelerin fonksiyonel ve beslenme özellikleri üzerine etkilerini anlatan bir araştırma Arshad ve ark. (2007) tarafından yapılmıştır. Bu araştırmada fizikokimyasal ve duyusal özellikleri bakımından %0 kontrol kurabiyesine benzer özelliklere sahip olan kurabiye %15 yağı uzaklaştırılmış kurabiyeden alınmıştır. Yağı alınmış buğday rüşeymi unu katkılı kurabiyelerde genellikle çap ve kalınlık azalma göstermiş olup ağırlıkları artmıştır. Bu durumun ortaya çıkmasının sebebi formülasyonda una tamamlayıcı olarak ilave edilen yağı alınmış rüşeym ununun katılmasıdır. Duyusal analiz panelistleri %15 yağı alınmış rüşeym unu ilavesinden daha yüksek olan oranlarda ağızlarında fasulyemsi bir tat bıraktıklarını belirtmişlerdir.

Hettiarachchy ve ark. (1996) buğday rüşeyminden %90'lık protein izolatını, pH 4 değerinde izoelektrik düşüşü ve pH 9.5'te alkali ektraksiyonu vasıtasıyla elde etmişlerdir. Buğday rüşeymi protein izolatının nitrojen çözünürlüğü pH 6.2 da %72 olarak bulunmuştur. Elde edilen bu izolat büyükbaş hayvanlarının serumundaki albümin ile karşılaştırıldığında oldukça iyi bir emülsifiyer olduğu görülmüştür. Köpük stabilitesi yumurta beyazı standartına göre daha düşük olmakla beraber köpük kapasitesi ise standarta benzer biçimde tespit edilmiştir. Sonuç olarak buğday rüşeyminden gıdalarda kullanılmak üzere fonksiyonel bir protein kaynağı olabileceğine kanaat getirilmiştir.

Yağı uzaklaştırılmış buğday rüşeyminin çok yüksek oranda protein içerdiği ve dengeli bir amino asit profili sergilediği bildirilmiştir. Bu niteliği ile tahıl yoğunluklu diyetlerde iyi bir bitkisel protein kaynağı olduğu savunulmuştur. Yine aynı sebeplerden

temelde globülini ve albümini kapsayan protein izolatları da elde edilmiştir. Yağı alınmış buğday rüşeymi proteininin ve protein izolatının esansiyel amino asitleri mükemmel derecede bir dengede bulunmuştur ve beslenme kalitesi açısından iyi bir kaynak olduğu tespit edilmiştir (Zhu ve ark., 2006).

Jia ve ark. (2010) yağı uzaklaştırılmış buğday rüşeymi proteininin, hidroliz kinetik karakteristiği ve hidrolizatın ACE inhibitör aktivitesi üzerine proteoliz süresince ultrason uygulamasının etkilerini araştırmışlardır. Ön işlem olarak ultrason uygulanması ile açığa çıkan hidrofobikliğin, mikro yapının ve amino asit komopozisyonunun analizleri yapılmıştır. Enzimatik hidroliz boyunca yağı alınmış buğday rüşeymi proteinden elde edilen hidrofobik amino asitlerin serbest kalmasını hızlandırabileceği sonucu elde edilmiştir.

Beyaz ekmeğin besleyicilik, tekstürel ve duyusal özelliklerinin geliştirilmesinde fermente buğday rüşeymi kullanılması ile ekşi hamur metodu uygulanması konusunda bir çalışma yapılmıştır. Rizelllo ve ark. (2010) tarafından yapılan bu çalışmada buğday rüşeyminden izole edilen ve asidifikasyon kinetikleri üzerine seçim yapılmış *Lactobacillus plantarum* LB1 ve *Lactobacillus rossiae* LB5, ekşi hamurla fermente edilen buğday rüşeyminden yapılan proseslerde kullanmışlardır. Bir bileşen olarak kabul edilen ekşi hamurla fermente edilen buğday rüşeymli ekmek, ham rüşeymle ve rüşeymsiz sadece buğday unla yapılan ekmeklerle karşılaştırılmıştır. Daha yüksek konsantrasyonlu serbest amino asitler ekşi hamurla fermente edilen buğday rüşeymli ekmeklerde büyük ölçüde farklılaşmıştır. Buğday rüşeyminin ekşi hamurla fermantasyonu bazı değerleri azaltmasına rağmen laboratuar ortamında test edilen protein sindirilebilirliği, buğday unuyla yapılan ekmekte; fitaz ve antioksidan aktivitesi ise ekşi hamurla fermantasyon sonucunda yapılan ekmekte daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca spesifik hacim ve iç gözenek yapısı da değerlendirildiğinde yüksek çıkan ekmek çeşidi yine ekşi hamur fermantasyonu ile yapılan ekmek olmuştur. Duyusal test sonuçlarında buğday rüşeymini ekşi hamur metoduyla fermantasyonu ile yapılan ekmekte asit tadı ve aromanın algılandığı, tuzlu olduğu panelistlerce ifade edilmektedir.

Mısır'da okul çağındaki çocuklar için bisküviyi mineralce ve proteince zenginleştirme amacıyla formülasyonda buğday ununa tamamlayıcı nitelikte %5, 10, 15, 20 ve 25 oranlarında yağı uzaklaştırılmış buğday rüşeymi unu ilave edilmiştir. %25 yağı alınmış buğday rüşeymi unu ikamesine kadar duyusal özellikler kabul edilebilir nitelikte olup protein ve mineral madde açısından en yüksek değerlere sahiptir. Bu

şekilde yapılan bisküvilerin okul çağındaki çocuklara ucuz ve iyi bir atıştırmalık olarak kullanılabileceği rapor edilmiştir (El-Hady, 2012).

Tost ekmeğine farklı tipte buğday kepeği ve buğday rüşeymi ilavesine, katkı oranına, partikül büyüklüğüne yönelik yüksek diyet lifine sahip ürün geliştirmesi yapılmıştır. Yüksek diyet lifli tost ekmeklerinin kimyasal kompozisyonu mineral maddeleri, proteinleri, yağı ve diyet lifi tam buğday unu ile yapılmış kontrol ekmekten üstün bulunmuştur. Bu sonuçlara göre ekmek içi rengi daha açık renkte, duyusal ve besleyicilik özellikleri bakımından kontrol ekmeğine nazaran daha yüksek değerler elde edilmiş olup değerleri aynı oranlarda yani %20 ince ve kaba kepekte, %7.5 rüşeymde, %0.5 SSL seviyelerinden alınmıştır (Sidhu ve ark., 1999).

2.4. Antioksidan

Antioksidanlar, gıdalarda oksidatif bozulmayı engelleyen veya geciktiren bileşikler olarak tanımlanmaktadır. Bu bileşikler oksidatif ve otooksidatif işlemlerin başlangıcında etki göstererek oksidasyonu ve buna bağlı olarak meydana gelen istenmeyen reaksiyon ürünlerinin (kötü koku ve lezzet) oluşumunu engelleyebilmektedirler (Altuğ ve ark., 2006).

Yağ ve yağ içeren gıdalar hava oksijeninin etkisiyle oksidasyona uğramaktadır. Oksijen gıdanın yağ, karbonhidrat ve proteinlerine etki ederek az veya çok hissedilebilen oranlarda kalitede azalmalara sebep olmaktadır. Gıda bileşenleri ile hava oksijeni arasında meydana gelen bu olaya otooksidasyon adı verilmektedir. Oksidasyonla bozulma sonucu meydana gelen bazı değişiklikler şöyle sıralanabilmektedir (Riemenschneider, 1955; Dziezak, 1986; Özdalyan, 1991): katı ve sıvı yağlar ile yağ içeren gıdalarda ransit tat ve aroma oluşumu, pigmentlerde renk açılması, toksik oksidasyon ürünleri oluşumu, üründe tat ve koku kaybı ve bozuklukları, tekstürde değişmeler, vitaminler ve esansiyel yağ asitlerinde (özellikle linoleik asit) tahribatından dolayı besleyicilik değerinin azalmasıdır.

Oksidasyon doymamış yağ oranı fazla olan ürünlerde daha hızlı meydana gelmektedir. Doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sırasında meydana gelen ilk ürünlerin doymamış hidroperoksitler olduğu bilinmektedir. Yağların oksidasyonu sonucunda oluşan ikinci parçalanma ürünlerinin ise peroksitler, aldehitler, ketonlar, etilen oksitler, asitler ve alkoller olduğu ifade edilmektedir. Atmosferik oksijen ile yağların oksidasyon reaksiyonunu açıklayan en uygun teorinin serbest radikal

mekanizması ile oluşan zincir reaksiyonu olduğu bilinmektedir. Reaksiyonda serbest radikal oluşumunun başlangıcı, çoğalması ve zincirin son bulması (ikinci dereceden oksidasyon ürünlerinin oluşumu) olarak üç aşama bulunmaktadır (Altuğ ve ark., 2006).

Gıdalarda oksidasyon olayı karbonhidrat, protein ve yağ oksidasyonu şeklinde incelenmektedir.

Doğal antioksidanların gıda sanayinde kullanımı çok eskilere dayanmaktadır; yapay antioksidanların gıdalarda kullanılması ise daha sonra gerçekleşmiştir. Örneğin, ABD'de yağ içeren gıdaları muhafaza etmek için kullanılan antioksidanların geçmişi 1947 yılına kadar uzanmaktadır ve bu amaçla kullanılan ilk antioksidan BHA olup bu dönemde çok başarılı uygulamalar yapılmıştır (Dziezak, 1986).

Bu maddeler gıdalarda oksidatif yağ bozulmasını yavaşlatmakta ve böylece yağlar, karotenoidler, A ve E vitaminleri ile diğer bazı besin öğelerini hava oksijeninin bozucu etkisine karşı korumaktadır (Saldamlı, 1985).

Antioksidanlar özellikle yağ ve yağlı gıdalarda kullanılmalıdır. Etkili olabilmeleri için yağ ve yağlı gıdaların üretimi sırasında veya üretiminden hemen sonra eklenmeli ve gerek bitkisel ve gerekse hayvansal gıdalarda çok iyi karıştırılmalı, ürünün içine homejen dağıtılmalıdır (Sonntag, 1979; Dinçer, 1987).

Bazı durumlarda oksidasyonu önlemek için sadece tek bir antioksidan yeterli olmayabilir. Böyle durumlarda birbirleriyle uyumlu antioksidanların karışımı kullanılarak etki arttırılmalıdır (Dziezak, 1986; Dinçer, 1987).

Yağlarda oksidasyonun başladığına dair tereddütler olduğunda oksidasyon stabilitesi ölçümleri aktif oksijen metodu, tiyobarbütirik asit testi, serbest yağ asitleri testi, peroksit değeri, swift testi gibi analiz yöntemleri ile belirlenebilmektedir (Riemenschneider, 1955; Stuckey, 1972; Dinçer, 1987).

Direk gıda maddesine ilave edilen antioksidanların belirli limitler içinde kullanılması zorunluluğu bulunmaktadır. Bu türdeki bir antioksidan kullanılmadan önce sağlığa zararlı olup olmadığı kesin olarak belirlenmiş olmalıdır (Keskin, 1981).

Gıda sanayinde kullanılan antioksidan çeşitleri ve sinerjistleri kimyasal özellikleri ve mekanizmalarına göre 4 gruba ayrılmaktadırlar. Bu gruplar da serbest radikallerle kompleks oluşturan antioksidanlar, indirgen özellik gösteren (bağlayıcılar) antioksidanlar, çelat ajanları, ikincil derecedeki antioksidanlardır. Serbest radikallerle kompleks oluşturan antioksidanlara BHA, BHT, TBHQ, gallik asit esterleri, tokoferoller, NDGA, amino asitler- peptitler- proteinler; indirgen özellik gösterenlere askorbik asit ve türevleri, sülfitler, glukoz oksidaz, eritorbik asit ve tuzları; çelatlara

sitrik asit ve tuzları, fosfatlar, EDTA; ikincil antioksidanlara ise TPDA ve DLTPD örnek verilebilir (Gökalp ve Çakmakçı, 1991).

Fırın ürünlerinde kullanılan bazı antioksidanlar kısmen antimikrobiyal etki de gösterebilmektedirler. BHT ve BHA bu konu üzerinde durularak son zamanlarda araştırmalara yön verilmiştir (Nanditha ve Prabhasankar, 2009).

Sentetik yolla elde edilen bütillendirilmiş hidroksianisol (BHA) ve bütillendirilmiş hidroksitoluen (BHT) önceleri petrol ürünlerinin oksidatif gelişmesini önlemek için kullanılmıştır (Dziezak, 1986; Hamama ve Nawar, 1991).

BHT, $C_{15}H_{24}O$ kimyasal formülüne sahip olup (2,6-ditersiyer butil-4-metil fenol) 1954 yılında gliseridler üzerinde etkili ve koruyucu bir antioksidan olduğunun belirlenmesi sonucunda gıda olarak tüketilen yağlarda ve diğer bazı gıdalarda kullanılmaya başlanmıştır (Altuğ ve ark., 2006).

BHA'nın gıda içinde yayılımı BHT'den daha iyidir (Dziezak, 1986; Dinçer, 1987). Genellikle gıdanın yağ içeriğinin ağırlığı üzerinden tek başına veya karışımı olarak %0.02 veya 200 ppm oranında kullanılmaktadır (Keskin, 1981; Dziezak, 1986; Hamama ve Nawar, 1991). Nanditha ve Prabhasankar (2009) fırın ürünlerinde kullanılan antioksidanlar üzerine yaptıkları bir çalışmada kendi ülkelerindeki BHT ve BHA için kullanım limitinin aynı oranda olduğunu ve maksimum yağ ağırlığı üzerinden %0.02 değerinin kullanılabileceğini belirtmektedirler.

Madhavi ve ark. (1996)'na göre BHT'nin yağ oranı üzerinden hesaplanan değerlere göre bitkisel yağlarda %0.002-0.02, fırın ürünlerinde %0.04-0.02, hububatlarda %0.005-0.02 limitleri arasında kullanımlarının uygun olduğunu rapor etmektedirler.

Uçuculuklarından dolayı hem BHT hem BHA ambalajlama materyallerine katılarak da kullanılabilmektedir. Buradan gıdaya nüfuz etmektedirler. Uygulamada vaks yapımında direk olarak veya bir emülsiyon gibi ambalaj materyaline uygulanmaktadır (Dziezak, 1986; Elgün ve Ertugay, 1990).

BHT, gıdada veya ambalajlama materyali içinde demir iyonları varsa sarı renk almaktadır fakat genellikle hiç renk veya tat değişimine rastlanmamaktadır (Nanditha ve Prabhasankar, 2008).

BHT'nin oldukça sık kullanıldığı alanlar hayvansal yağlar, kuru kahvaltılık gevrekler, gıda ambalajlama materyalleri, patates cipsi, bitkisel yağlar, atıştırmalık ürünler, fırın ürünleri gibi sıralanabilmektedir (Coulter, 1988).

Hayvansal yağların stabilizasyonunda %0.005-0.02 konsantrasyonlarında ilave edildiği taktirde BHT, BHA'dan daha etkili olmaktadır. Hamur işlerine (pastalara) ve krakerlere BHT katkısı ile raf ömrü önemli derecede uzatılmaktadır (Madhavi ve ark., 1996).

Tosi ve ark. (1996) tüm tane amarant ununu kullanarak glutensiz bisküvi geliştirme çalışmaları ile ilgilenmişlerdir. Yağ üzerinden %1 oranında BHT ilavesi yapılan bisküvi örneklerinde aromada ve tatta bir değişiklik olmaksızın raf ömründe uzama tespit edilmiştir. Protein içeriği %5.7 civarında bulunan bisküvilerin diğer glutensiz bisküvilere göre daha yüksek değerlere sahip olduğunu ifade etmektedirler.

Doğal olarak meyvelerde ve sebzelerde yer alan bir vitamin (C vitamini) olan L-askorbik asit, ($C_6H_8O_6$) beyaz veya hafif sarı renkte, kokusuz kristalimsi yapıda bir maddedir. Erime noktası 190 °C civarında olan askorbik asit, suda tamamen çözünürken, etanolde biraz, dietil eter çözeltisi içinde ise hiç çözünmemektedir. Özellikle konserve veya şişelenmiş ürünler gibi tepe boşluğu olan gıdalarda oksijen tutucu olarak kullanılmaktadır (Altuğ ve ark., 2006).

Askorbik asit tüm canlı dokularında mevcut olup redoks reaksiyonlarında rol oynamaktadır. Güçlü bir indirgen madde olmasını yapısındaki edinol grubu sağlamaktadır (Demirci, 2008).

Askorbik asitin, antioksidan etkisi indirgeyici olarak işlev yapmasındandır. İçerdiği ortodihidroksil grubu nedeniyle de antioksidan veya prooksidan özelliği göstermektedir (Deng ve ark., 1978).

Askorbik asit oksijeni absorblayarak tersinir bir tepkime ile dehidroksiaskorbik aside dönüşmektedir (Anonim, 2011c).

İşlenmiş meyve ve sebzelerde, etlerde, balıklarda, süt ürünlerinde, içeceklerde, içkilerde olduğu gibi geniş bir ürün yelpazesinde askorbik asit antioksidan olarak kullanılmaktadır. Sıvı ve katı yağlarda oksidasyonu geciktirmek amacıyla BHA ve propil galat gibi fenolik antioksidanlarla veya tokoferollerle birlikteyse sinerjist etki göstermektedir (Hung ve ark., 1987).

Askorbik asit yağ oksidasyonu sonucu oluşabilecek ransiditeyi belli ölçüde engellemektedir. Unlu mamullerde ise hamur kalitesini ve fırınlanma özelliklerini geliştirmesi bakımından da katılabilmektedir (Anonim, 2011b).

Fırın ürünleri hamurlarında oksidant etkisinden faydalanılan askorbik asit un proteinlerinin stabilitesini korumakta ve hamurlara daha elastik bir yapı kazandırmaktadır (Boz ve ark., 2008).

Yağla kaplanmış ekmek her 100 g un için 64 mg L- askorbik asit ilavesi ile zenginleştirilmiştir. Askorbik asitin RP-HPLC yardımıyla elektrokimyasal bulguları belirlenmiş olup düşük seviyelerde (100 ppm'den daha az) askorbik asit ilave edilen ekmeklerin hamur özelliklerinde ise değişim tespit edilmiştir. Fakat bu seviyelerdeki askorbik asit taze ekmekte kalmayıp uçmuştur (Park ve ark., 1997).

2.5. Kurabiye Üzerine Yapılan Çalışmalar

Artz ve ark. (1990) şekerli çıtır kurabiyelere mısır lifi ilavesinin bazı özelliklerini incelemişlerdir. Üç gruba ayrılan kurabiyelerden ilk grubu %15 preslenmiş mısır lifi, ikinci grubu %15 pres uygulanmamış mısır lifi ve son grubu lif ilavesi yapılmayan kontrol kurabiye oluşturmaktadır. Kurabiyelerin su içerikleri katılan lif ilavesine göre önemli derecede farklılık göstermiştir. Lifsiz kontrol kurabiyelerin çok fazla su değerine sahip olduğu analiz sonuçlarıyla gösterilmiş olup bunu sırasıyla lifli ve lifsiz grup takip etmiştir. Liflere pres uygulaması onların nem çekme özelliklerini oldukça etkilemiştir. Ayrıca presleme yüzeyde partiküller arası interaksiyonları da arttırabilmektedir ve protein veya nişasta gibi kurabiyenin makromoleküllü bileşenleri kayma direncinde artışlara sebep olabilmektedir. Pres uygulaması yapılmayan lifli kurabiyelerin kayma değerleri diğer iki gruba nazaran düşük seviyelere sahiptir. Renk değerlendirmelerinde lifsiz kontrol grubunun parlaklığı yüksek çıkmıştır. Bazı panelistler duyusal testte tadından kurabiyelerin farklı olduğunu ayırt edebilmiştir.

Karbonhidrat veya protein kaynaklı yağ ikame maddeleri içeren düşük yağlı kurabiyelerin tekstürel özellikleri matematiksel modelleme yardımıyla ile belirlenmeye çalışılmıştır. Yağ ikameleri formülasyondaki yağın %50'si kadar ilave edilerek çalışma yürütülmüştür. Gerilim-gerinim eğrisi parametre olarak maksimum gerilim, maksimum gerinim, viskoelastik bir üs içeren üstel denklem şeklinde modellenmiştir. Bu matematik modeli basitçe düşünüldüğünde maksimum stres kurabiyenin sertliğini, maksimum gerinim ise kurabiyenin gevrekliğini ifade etmektedir. Sertlik ve gevreklik; kullanılan yağ ikame çeşidine, kullanım oranına göre değişim göstermiştir. Genellikle yağ ikamesi ile sertlik ve gevreklik artış göstermiştir. Kullanılan yağ ikame maddelerinin hepsi aynı etkiyi yaratmamıştır ve hiçbir ikame maddesi katılmayan az yağ içeriğine sahip olarak kabul edilen kurabiyelerin daha iyi tekstürel özelliklere sahip olduğu görülmüştür. Viskoelastik üs, yağ ikamesinin çeşidine ve ilave oranına bağlı olarak yüksek değerlere ulaşmıştır (Zoulias ve ark., 2002b).

Inglett ve ark. (1994) yaptıkları bir çalışmada yulaf unundan elde edilen çözünebilir β-glukan ve amilodekstrin kullanarak kurabiye formülasyonundaki yağın %50'sini tamamlayarak elde ettikleri ürünün tam yağ kullanılarak yapılana göre çok da değişiklik göstermediğini fakat daha yüksek seviyelerdeki kullanım denemelerinde aşırı nemlilik ve tüm kalite özelliklerinde olumsuzlukları rapor etmişlerdir.

Şekerli çıtır kurabiyelerdeki başka bir çalışma da yayılması üzerine formülasyondaki su içeriğinin etkileri hakkında olup Miller ve ark. (1997) tarafından yapılmıştır. Kurabiye yapımında standart formüldeki su miktarı %25, pişmiş kurabiye çapı 186 mm olarak kabul edilmiştir. Su miktarı %30'a yükseltildiğinde pişmiş kurabiye çapı 187 mm, %20'e düşürüldüğünde ise 185 mm olarak ölçülmüştür. Formülasyondaki su miktarının yükseltilmesi yayılma oranını arttırmaktadır.

Karbonhidratça azaltılmış kurabiyelerde vital gluten soya proteini karışımı kullanılmasının farinograf özellikleri, kurabiye geometrileri, tekstür yapıları, renk değerleri gibi bazı etkileri araştırılmıştır. Vital gluten ve soya proteini sırasıyla 30:70, 50:50 ve 70:30 oranlarında karıştırılarak formülasyondaki un miktarına tamamlayıcı yüzdeleri %10, 15, 20, 25, 30 şeklinde belirlenmiştir. Çalışma sırasında %6'dan %15'e çıkan bir protein artışı, toplam karbonhidrat düzeyinde ise bir azalma tespit edilmiştir. Kurabiyelerin su absorpsiyonu ve sertliği un tamamlayıcılarının oransal artışından etkilenmemiştir. %20'den fazla protein karışımının ilavesiyle kurabiyelerin renkleri koyulaşma göstermiştir. Protein karışımın %30 seviyesine kadar una tamamlanmasıyla elde edilen kurabiyelerin tekstürü, nemi ve su aktiviteleri önemli derecede etkilenmemiştir. Çünkü farinograftaki su absorpsiyon değerlerine dayanarak gerekli ayarlamalar yapılmıştır. Yüksek proteinli karışım durumlarında çap ve kalınlık orantılı şekilde azalma göstermiştir. Çalışmanın vardığı diğer bir sonuç karbonhidratı azaltılmak istenen kurabiyeler için protein karışımları yapılarak formülasyondaki un miktarını ikame edecek biçimde tekstürünü ve muhafaza kalitesininde değişikliğe sebep olmadan kullanılabileceği olmuştur (Singh ve Mohamed 2007).

Tsen ve ark. (1975) yumuşak ve sert kışlık buğday ununa SSL, SSF ve SMG yüzey aktif maddelerini ilave ederk iki farklı metotla yapılan şekerli kurabiyelerin, kalite özelliklerinin bazı etkilerini incelemişlerdir. Farinogram sonuçlarına göre yumuşak kışlık buğday unu, sert kışlık buğday unundan daha hızlı gelişme göstermiştir. Yumuşak kışlık buğday ununun zayıf hamur ve düşük su absorpsiyonu gluten miktar ve kalitesiyle muhtemelen ilişkilendirilmiştir. Yüzey aktif maddelerinden özellikle SSL

yüksek proteinli kurabiyelerde kaliteyi oldukça geliştirmiştir ve yumuşak kışlık buğday unundan yapılan kurabiyelerde de yayılma oranını arttırmıştır.

Prentice ve ark. (1978) yüksek lif içerikli biracılık yan ürünü olan arpadan (malt) yararlanarak %5-60 oranlarında, farklı arpa türlerinden soya lesitini ilaveli kurabiye denemeleri yapmışlardır, böyle bir artık maddenin kurabiye üretiminde partikül büyüklüğü, nitrojen, lif içerikleri ayarlanarak kullanılabileceği ve geliştirici fonksiyonuna sahip olduğu kanısına varılmıştır. Uygun koşullar altında %40 biracılık yan ürünü katkısı kabul edilebilir fiziksel özelliklere sahip olmuştur.

Keten tohumu unu katkısıyla elde edilen kurabiyelerin fiziksel ve duyusal özelliklerini inceleyen başka bir çalışma Hussain ve ark. (2006) tarafından yapılmıştır. Yağlı keten tohumu unları %5-10-15-20-25-30 oranlarında buğday ununa ikame olarak kullanılmıştır. Bu oranla artış gösteren kurabiyelerin kalite puanlarında düşüş görülmüştür. Renk ve gevreklik, aroma ve tekstürle karşılaştırıldığı taktirde aynı doğrultuda azalış olduğu belirtilmiştir. Kalınlık olarak en yüksek değer %30 keten tohumu unuyla 61 mm iken en düşük değer kontrol kurabiyesinin olup 43.33 mm değeridir. Çap değerlerinde en düşük değeri kontrol kurabiyesinden hesaplanmıştır. %5 keten tohumu unu katkılı kurabiyeler kontrol grubuna çok yakın çap değerleri vermiştir, en yüksek çap değeri de kalınlıkta olduğu gibi %30 katkı oranındadır. Önceki iki cümlenin tam tersi durum tekstür puanlarında yaşanmıştır.

Kuzey Meksika'da normal ve hiperkolesterolemik erkeklerde plazma LDL kolesterolü düşürmek amacıyla karnıyarık otuyla ve yulaf kepeğiyle zenginleştirilmiş kurabiye denemeleri yapılmıştır. Kontrol grubunun plazma HDL kolesterol konsantrasyonu, hiperkolesterollü olup karnıyarık otu ve yulaf kepeği grubunda yer alanlardan daha yüksek çıkmıştır. Plazmadaki toplam kolesterol seviyesindeki azalma, karnıyarık otu ve yulaf kepeği grubu kontrol grubu ile mukayese edildiğinde belirgin düzeyde daha fazladır. Çalışmada karnıyarık otunun veya yulaf kepeğinin kullanımıyla lif içeriğinden faydalanılarak kurabiyelerin diyete dahil edilmesi, plazmadaki LDL kolesterol konsantrasyonunu azalttığı varılan yargılardan birisini oluşturmuştur (Romero ve ark., 1998).

Emülsifiyer ajanlarla ve karbonhidrat kaynaklı yağ ikame maddeleriyle yağı azaltılmış geleneksel, mayasız, şekerli kurabiye çalışmaları da yapılmıştır. Emülsifiyer ajan olarak monogliseritlerin diasetik tartarik asit esterleri (DATEM), gliserol monostearat (GMS) veya SSL kullanılmıştır. Karbonhidrat kaynaklı yağ ikame maddesi olarak bazı özel firmaların yulaf veya arpa hidrozalatından ürettiği çözünebilir β-glukan

lifi, pirinç maltodekstirini, kontrollü asit uygulaması ile üretilen mısır nişastası, yağsız süttozu–guar gam-modifiye nişasta-emülsifiyer karışımı ve dekstroz polimerleri tercih edilmiştir. Emülsifiyer ajanlar için şortening ağırlığına göre %35-45-55 dozu, yağ ikame maddeleri için un ağırlığına göre %0.125-0.25-0.50 dozu belirlenmiştir. %35 yağ ikame dozunda kurabiyelerin fiziksel özelliklerinde olumsuz etkilerle karşılaşılmıştır. Kurabiye çapları açısından en az etkiyi SSL göstermiştir (Sanchez ve ark., 1995).

Lee ve Inglett (2006) kalorisi azaltılmış kurabiyelerde hızlı pişirilen yulaf kepeğini kullanılarak fiziksel ve reolojik özelliklere kazandırdığı bazı etkileri incelemişlerdir. Farklı şortening oranlarına (%10, 20, 30) sahip kurabiyelere %20 oranında hızlı pişirilmiş yulaf kepekleri ilave edilip daha az kalorili kurabiye örnekleri elde edilmiştir. Daha fazla şortening içeren yulaf kepekli kurabiyelerin çaplarında azalma, kalınlıklarında bir artış gözlemlenmiştir. Yulaf kepeği ile artan su içeriği, kurabiye hamurundaki dinamik viskoeleastik özelliklerdeki azalmadan kaynaklanmaktadır. Tüm kurabiye hamurlarının kayma kuvveti ile incelme hareketleri baskılama akış metoduyla gösterilmiştir. Bununla birlikte hamurların uzama viskozitesi önemli ölçüde daha fazla şortening ve yulaf kepeği ilavesi ile azalma gösterdiği fark edilmiştir. Hızlı pişirilmiş yulaf kepeği yayılma, nem içeriği ve renk gibi birçok fiziksel özellikleri etkilemiştir. Kurabiyelerdeki yulaf kepeği miktarının artması yayılma özellikleriyle ilişkilendirilerek daha çok elastik özelliklerde etkisini ortaya koymuştur.

Badi ve Hoseney (1976) sorgum ve darı unlarının kurabiyelerde kullanım olanaklarını konu alan bir çalışma yapmışlardır. Sorgum veya darı unundan yapılan kurabiyeler fırında pişirme sırasında yayılma göstermemişlerdir, zayıf karakterli tahıl unları ve un yapısının sıkı, yoğun olmaları bu durumun sebebidir. Bu kurabiyeler kumlu, unlu gibi bir yapıda olmuştur. Sorgum ve darı unlarına sulandırma, kurutma ve yumuşak karakterli un elde etmek ve yayılmasını düzenlemek amacıyla %0.6 rafine edilmemiş soya lesitini ilave işlemleri uygulanmıştır. Sorgum ve darı unundan elde edilen kurabiyelerin kumlu yapılarının hamur pH değerinin artmasıyla birlikte azaldığı saptanmıştır. Yumuşak buğday ununu kısmen içeren kurabiyelerin tekstürü %100 sorgum ve darı unu içeren kurabiyelerinkinden daha iyi olmuştur.

Tritikale ununun kurabiyelerde kullanılabilirliği, kalite faktörlerine etkileri Leon ve ark. (1996)'nın çalışma yaptığı bir alandır. 10 tane farklı tür tritikale seçilip un haline getirilerek su, kül, protein içeriği, yağ miktarı, nişasta miktarı analizleri yapılmıştır. Kurabiye üretiminde tritikale unun kullanılabileceğinin uygun olduğu düşünülmüştür.

Endüstriyel fırınlarda pişirilen kurabiyelerin pişme işlemi boyunca gevrekliğini kazanması ile ilgili araştırma ele alınan durumlardan birini oluşturmaktadır. Örnekler farklı pişirme sürelerine karşılık kayışlı fırınlarda üretilen değişik bölgelerden temin edilmiştir. Bu şekilde alınan örneklerde zamanın hacim, yapı, ağırlık ve renk üzerine etkileri incelenmiştir. Ayrıca mekaniksel davranışları da üç noktadan eğme testi ile tartışılmıştır. Elastiklik modülleri kurabiyenin gevrekliğinin duyusal algılanması ile çok iyi bir şekilde bağdaştırılmıştır. Pişirme boyunca kurabiye elastikiyeti ile kinetikleri karşılaştırıldığında gerçekleşen fiziksel olaylar araştırılmıştır. Pişirme sırasında ortaya çıkan durumlar fiziksel işlemlerle gevrekliğin bağlantılı olabileceği düşüncesinde birleşmiştir. Farklı sürelerde (0, 24, 61, 101, 137, 165, 212, 250, 290 saniyelerde) fırında kalan kurabiyelerden kesitler alınarak elektron mikroskobunda incelemeleri yapılmıştır. 60 saniyeden daha az süre fırında kalan kurabiyelerde nişasta ve proteien globülleri kolaylıkla elektron mikroskobunda görülebilmiştir. Sert tatlı kurabiyelerin karakteristiği sayılan süngerimsi yapının şekil alması ilk 150 saniyeden sonra tamamen tamamlanmıştır. Nem miktarının azalma kinetiği esmerleşme için oldukça önem arz etmektedir. Kurabiyenin ortalama nem içeriği su aktivitesi 0.7'den daha yüksek olduğu zaman sadece başlamaktadır (Piazza ve Masi, 1997).

Hix ve ark. (1997) şekerli çıtır kurabiye üretimi ile kurabiye üzerinde oluşturulan antioksidan mekanizmalarının fiziksel ve kimyasal davranışları hakkında bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada antioksidan bileşenleri olarak askorbat, α tokoferol ve ikisinin karışımına karşılık BHA'nın koruyuculuğu test edilmiştir. Farklı antioksidanlarla yapılan örneklerin raf ömürleri, nem içerikleri, çapları, kalınlıkları, yüzey özellikleri, renkleri ve tekstürleri de tartışılmıştır. Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde BHA yerine kullanılan antioksidan çeşitlerinin oldukça etkili birer tamamlayıcı bileşen olduğu görülmüştür.

Bernussi ve ark. (1998) kurabiyelere konveksiyonel pişme işleminden sonra mikrodalga ısıtma uygulamasının ürün kalitesine ve derece derece değişen su içeriğine etkilerini incelemişleridir. Konveksiyonel fırında 240 ^{o}C'de 4 dakika pişirilen kurabiyeler daha sonra mikrodalga fırına alınarak orta ve yüksek ayarda (sırasıyla 617.3 ve 745.5 W) pişirilmeye devam etmiştir. Mikrodalga ile pişirme özellikle su miktarını kademeli olarak değiştirmiştir ve kurabiyelerin toplam su miktarı buna bağlı olarak değişme göstermiştir. Mikrodalga fırında orta ve yüksek ayar için seçilen pişirme saniyeleri 15, 20, 30, 40 şeklinde olmuştur. 30 saniye orta ayarda 40 saniye yüksek ayarda yapılan muamelede çatlaklıkların olması kaçınılmaz olmasına rağmen ürünler

biraz daha koyu renkte olmuştur. Bütün mikrodalga uygulamalarından benzer sertlik değerleri elde edilmiştir. Örneklerin su içeriklerine bakıldığında ise kontrol örneği daha sert çıkmıştır.

Bilgiçli ve ark. (2007) elma, limon, buğday ve buğday kepeği lifini %0, 15, 20, 30 oranlarında buğday ununa ikame ederek kurabiye örnekleri yapmışlardır. Besleyici özelliği bulunan bu liflerin ilave oranları arttıkça kurabiyelerin bazı özelliklerine etkileri araştırılmış olup fitik asit, toplam antioksidan kapasitesi, toplam fenolik maddeleri ve sindirilebilir protein içeriğine dair analizleri yapılmıştır. Elma, limon ve buğday kaynaklı lif oranlarının artması örneklerin besleyicilik değerlerini çok fazla değiştirmemiştir. Bununla birlikte özellikle buğday kepeği ilavesi kurabiye örneklerinin besleyicilik özelliklerinde azalmaya sebep olmuştur.

Aparicio-Saguilián ve ark. (2006) dirençli nişasta bakımından zengin bir kaynak olan linterize muz nişastasından hazırlanan yavaş sindirebilir kurabiye çalışmaları yapmışlardır. Buğday unu dirençli nişasta ikame oranı 35:65, 25:75, 15:85, 10:90 olarak belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda kullanılan muz nişastasının glisemik indeksi ve kaloriyi düşürmesinden ve yapılan analizlerden dolayı fırın ürünlerinde kullanılabilecek, kabul edilebilir bir kaynak olduğu rapor edilmiştir.

Farklı tipte unların kurabiyelerde kullanılmasına ilişkin bir başka araştırma da amarant unuyla ilgilidir. Sindhuja ve ark. (2005) yaptıkları bu araştırmada amarant ununun bileşiminden kaynaklı altın kahverengiden soluk krem rengine kadar kurabiye renklerinde değişim olmuştur. %0 ve 35 seviyelerinde 5'er birim artan doz miktarında amarant unu katkısı yapılmıştır. %25 amarant unu ikamesi tat, aroma, renk ve yapı bakımından optimum değerleri vermiştir. Kurabiye kalitesini geliştirmek için %0.5 seviyesinde GMS ve soya lesitini karışımı ilave edilmiştir. Tüm dozlardaki amarant unu iyi bir protein kaynağı olmuştur. Amarant unu hamurun yapışkanlık karakterini etkilemiştir.

Hoojjat ve Zabık (1984) buğday, fasulye, susam tohumu unları karışımlarıyla şekerli çıtır kurabiye yapmışlardır. Buğday ununa tamamlayıcı olarak fasulye ve susam tohumu unu karışımından %20 ve 30 oranında kullanımı uygulanmıştır. Fasulye susam kombinasyonu için belirlenen düzeyler %20 tamamlayıcı seviye için 20:0, 15:5, 10:10, 5:15, 0:20 iken %30 tamamlayıcı seviye için 30:0, 20:10, 15:15, 10:20, 0:20 seçilmiştir. Fasulye ve/veya susam unu karışımının ilave seviyesinin artmasıyla beraber kurabiye yayılmasında ve hububat unlarıyla yapıldığı zaman aldığı iyi puanlara nazaran azalma saptanmıştır. Aynı durumda kayma ve kırılma için gerekli kuvvette azalma

belirlenmiştir. %20 ve daha fazla fasulye unu içeren kurabiyelerin panelistlerce aldığı notlar 4-7 arasındadır, %10 ve daha fazla susam unu içeren kurabiyeler düşük notlar almışlardır. %20'lik ikamesi olan kurabiyeler %30'luk olanlara göre daha iyi pişme özellikleri ve organoleptik karakter göstermişlerdir.

Jean ve Park (2006) melekotu bitkisinin tozunu kekin ve kurabiyenin kalitesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Kekin spesifik hacmini artan melekotu bitkisi tozunun artmasıyla artmıştır fakat sertliği belli belirsiz azalmıştır. Kurabiyelerin hacimlerinde kayda değer bir değişiklik olmamakla birlikte hamurdaki su aktivitesiyle doğru orantılı olan çap değeri melekotu tozunun artışıyla azalma göstermiştir. Kek ve kurabiyenin duyusal değerlendirme sonuçlarına göre tekstür, renk ve aroma puanları melekotu tozu ilavesi ile yükselmiştir. %1 ve %3 tamamlayıcı dozdaki kek ve kurabiye örnekleri kabul edilebilir olarak belirlenmiştir.

Jacob ve Leelavathi (2007) dört farklı yağ tipinin (fırıncılık yağı, margarin, emülsifiye edilmemiş hidrojenize yağ, ayçiçeği yağı) kurabiye hamuru reolojisi ve kurabiye kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Fırıncılık yağı içeren hamur farinografta ilk başta (0. dakika) en yüksek konsistensi (400 BU) verirken ayçiçeği yağı içeren hamur en az konsistensi (200 BU) vermiştir, 10 dakika sonra bu değerler fırıncılık yağı için 360 BU ve ayçiçeği yağı için 400 BU seviyesine ulaşmıştır. Yalnız sıvı yağ içeren hamurda olduğu gibi farinograf karıştırıcısında üste çıkan iki kurabiye hamuruna dayanarak yapılan gözlemde bu hamurun karıştırmaya karşı daha dirençli olduğu bulunurken fırıncılık yağını içeren diğer hamur sonradan yumuşaklaşmıştır, konsistensi düşmüştür. Ayçiçeği yağlı kurabiyeler kısmen daha fazla yayılma değeri göstermişlerdir. Sertlik açısından bakıldığında emülsifiye edilmemiş hidrojenize yağ en sert kurabiye olurken bunu fırıncılık yağı, ayçiçeği yağı ve margarin takip etmiştir. Bazı özellikleri karşılaştırmak amacıyla yağların birbirine karıştırılıp kullanıldığı kurabiyelerde yapılmıştır. Örneğin pişmeye karşı direnç için yağ karışımın etkisi sadece ayçiçeği yağı, ayçiçeği ve fırıncılık yağı karışımı, ayçiçeği yağı ve SSL karışımı ile elde edilen kurabiyelerde gözlemlenmiştir.

Pakistan'da Sahrif ve ark. 2009 yılında yaptıkları bir çalışmada mikrodalgada yağı alınmış pirinç kepeğini kurabiyelere %10, 20, 30, 40 ve 50 oranında ilave ederek lifçe ve mineralce zenginleştirilmiş kurabiye hazırlamışlardır. Kurabiyelere fiziksel analizler, diyet lifi analizi, mineral madde tayini (Na, K, Ca ve Mg) ve duyusal analizler yapılmıştır. Genel olarak pirinç kepeği ile tamamlanan unla yapılan kurabiyelerin diyet lifi içeriği ve mineral madde profili gelişme göstermiştir. Kurabiyelerin kalınlık

değerlerine bakıldığı zaman 10.34 mm değeri ile %50 tamamlayıcı oran almış olup en düşük değeri kontrol grubu kurabiyesi 9.23 mm ile vermiştir. Diğer oranlardaki (artan doz sırasına göre 9.39 mm, 9.40 mm, 9.43 mm) kurabiyeler %40 oranı (9.95 mm) hariç istatistiki olarak kontrol gurubu ile benzer sonuçlar vermiştir. Yağı alınmış pirinç kepeği ile yapılan kurabiyelerde, %10-20 oranındaki ilaveler fiziksel ve duyusal karakteristik özelliklerini olumsuz bir şekilde etkilemeden kullanılma olanağına uygun bulunmuştur.

Pasha ve ark. (2002) diyetetik tatlandırıcılar ile birlikte kurabiye kalitesi için etki mekanizmasını araştırmışlardır. Kurabiyeler diyetetik fruktoz, sorbitol ve mannitol tatlandırıcıları ile sükrozun yer değiştirme prensibine dayalı kurabiyeler hazırlanmıştır. Duyusal değerlendirme ve çalışmanın ticarileştirilmesi amacıyla 0, 15, 30, 45 gün depolanan kurabiyelerde analizler yapılmıştır. Taze kurabiyeler kategorisinde %50 fruktoz-%50 sükroz karışımıyla elde edilen bütün kurabiyelerin genel kabul edilebilirliği ile ilgili sonuçları en yüksek puanları toplamıştır, sonradan azalma kaydedilmiştir fakat 60 günlük depolama sonunda bu değerler yeniden yükselmiştir. Maksimum yayılma oranını veren grup 41.5 cm faktörüne sahip %70 fruktoz-%15 sorbitol-%15 mannitol ile yapılan kurabiyelerde bulunmuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Kurabiye yapımında piyasadan sağlanan buğday unu, pudra şekeri, yumurta, tereyağı, kabartma tozu, buğday rüşeymi (Selva Gıda Sanayi A.Ş., Konya), antioksidan olarak askorbik asit (Yılmaz Kimya İnşaat Sanayi Ticaret A.Ş., İstanbul) ve bütillendirilmiş hidroksitoluen (BHT) (Sigma-Aldrich, Almanya) kullanılmıştır.

Buğday rüşeyminin yüksek oranda doymamış yağ asiti, hidrolitik ve oksidatif enzimleri ve bazı protein yapılı bileşenleri içermesinden dolayı rüşeyme stabilizasyon işleminin uygulanması uygun görülmüştür. Bu amaçla yapılan stabilizasyon işlemi Bilgiçli (2009)'a göre laboratuvar koşullarında mikrodalga fırında (Arçelik ARMD-580, İstanbul, Türkiye) 3 dakika (1200 W) uygulanmasıyla elde edilmiştir. Biriktirilen stabilize buğday rüşeymleri kilitli polietilen poşetlerde derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme planı

Buğday rüşeyminden üretilen kurabiye örneklerinde un olarak Tip 550 buğday unu, antioksidan olarak askorbik asit ve BHT kullanılmıştır.

Formülasyonda 3 farklı oranda (50:50, 60:40 ve 70:30), rüşeym:un oranı, 5 farklı oranda tereyağı (rüşeym-un esasına göre %100 (50g), 80 (40g), 60 (30g), 40 (20g), 20 (10g) oranlarında) ve 2 farklı antioksidan (askorbik asit için un miktarı üzerinden %0.01 BHT için ise yağ miktarı üzerinden %0.01) ilavesi ile iki tekerrürlü olarak (3×5×2)×2 faktöriyel düzenleme şeklindeki deneme desenine göre yürütülmüştür. Tereyağının ilk formülasyon için 50 gramı %100 olarak kabul edilmiştir ve buna göre diğer oranlar belirlenmiştir.

Aşağıda verilen kurabiye formülasyonuna göre rüşeym:un oranları ve yağ oranları değiştirilerek reçetede olmayan antioksidan ilavesi yapılarak kurabiye örnekleri hazırlanmıştır. Azalan yağ miktarıyla bozulan hamur yapısı dışarıdan su ilavesi ile giderilmeye çalışılmıştır.

3.2.2. Kurabiye örneklerinin hazırlanması

Kurabiyeler, Çizelge 3.1'de verilen reçeteye göre; üç farklı rüşeym:un kombinasyonuna (50:50, 60:40, 70:30), beş farklı seviyede (%100 (50g), %80 (40g), %60 (30g), %40 (20g), %20 (10g)) tereyağı katkısıyla elde edilmiştir. Reçetede ayrıca kurabiye örneklerinin raf ömrünü artırmak için iki farklı antioksidan kullanılmıştır. Antioksidanların kullanım oranları ön denemelerle belirlenmiştir. İlgili olarak askorbik asitin un miktarı üzerinden %0.01 seviyesinde, BHT ise ilave edilen yağ miktarı üzerinden %0.01 seviyesinde kullanılmıştır.

Her bir örnek için reçetede yer alan bileşenler, laboratuvar mikserinde (Kenwood Titanium Major, KM020, İstanbul, Türkiye) homojen biçimde hamur haline getirilmiştir. Elde edilen hamur merdane ile hamur açma tahtası üzerinde 7.4 mm kalınlığına kadar inceltilmiştir. İnceltme hamur açma tahtasına tutturulmuş birbirine paralel 25 cm aralıklı 7.4 mm kalınlığındaki özel iki çıta arasına konan hamurun çıtalar üzerinde elle yürütülen merdane vasıtasıyla yapılmıştır. İnceltilen hamur 44.2 mm çapındaki bir silindir kalıp ile kesilerek elde edilen dairesel kurabiye hamurları önceden ısıtılmış fırında (Arçelik ARMD-580, İstanbul, Türkiye) 180 ^{o}C'de 25-30 dakika pişirilmiştir.

Elde edilen kurabiye örnekleri, oda şartlarına gelene kadar yaklaşık 60 dakika bekletildikten sonra düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) kaplara konarak oda koşullarında (güneş almayan ortamda) muhafaza edilmiştir.

Raf ömrü için beklemeye alınmadan önce kurabiye örneklerinin fiziksel analizleri yapılmış olup kimyasal analizler için ayrılan sıfırıncı gün kurabiyeler ve aynı şekilde 45 günü tamamlayan kurabiyeler kilitli polietilen poşetlere konularak derin dondurucuya alınmıştır. En son yapılan kurabiyenin de 45. günü dolduktan sonra kimyasal analizlere geçilmesi için paslanmaz çelik öğütücüde (Premier 259 Kahve Öğütücü, Kore) öğütülmüştür.

Raf ömrü için 45 gün oda koşullarında (24 ^{o}C) depolanan kurabiye örneklerinin arasından teknolojik ve duyusal özellikleri açısından üstün bulunan %100 (50g), 80 (40g) ve 20 (10g) yağ oranına sahip iki formülasyon (50 rüşeym: 50 un oranı, 70 rüşeym: 30 un oranı) grubu tercih edilmiştir.

Çizelge 3.1. Buğday rüşeyminden üretilmiş kurabiye formülasyonu (50 rüşeym: 50 un oranında %100 (50g) yağa sahip kurabiye)

Bileşen	Ağırlık(g)
Buğday rüşeymi	50
Un	50
Tereyağı	50
Pudra şekeri	5
Kabartma tozu	0.5
Yumurta	15

3.2.3. Laboratuvar analizleri

3.2.3.1. Fiziksel analizler

Buğday rüşeymi ile üretilen kurabiye yapımında kullanılan bazı hammaddelerin (un, ham rüşeym, stabilize rüşeym) ve kurabiye örneklerinin renk ölçümleri Minolta CR 400 cihazı (Konica Minolta Osaka, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir. Toz haline getirilen hammaddelerin ve oda sıcaklığında soğumuş olan kurabiye örneklerinin üzerinden 5 ayrı yerinden *L** [(0) siyah-(100) beyaz], *a** [(+) kırmızı-(-) yeşil], *b** [(+) sarı-(-) mavi] değerlerinin ölçümü yapılmıştır (Francis, 1998). Kurabiyelerin renk ölçümleri hem 0. günde hem de 45. günde olmak üzere iki grupta ölçülmüş ve istatistiki analizlerle karşılaştırılmaları sağlanmıştır.

Pişirildikten sonra oda sıcaklığına kadar soğumuş kurabiye örneklerinin çap (mm) ve kalınlık (mm) değerleri 10 farklı kesitten dijital kumpas (0.001 mm Mitutoyo, Minoto-K_4, Tokyo, Japonya) yardımıyla belirlenmiştir. Yayılma oranı ise bulunan çapın kalınlık değerine oranlanmasıyla hesaplanmıştır.

3.2.3.2. Kimyasal analizler

Kimyasal analizlerde kurabiye üretiminde kullanılan bazı hammaddelerin (un, ham rüşeym, stabilize rüşeym), kurabiye örneklerinin su, kül, ham protein, ham yağ, ham selüloz, mineral madde, serbest yağ asitliği, peroksit sayısı tayini analizleri gerçekleştirilmiştir. Raf ömrü hakkında bilgi edinmek amacıyla oda koşullarında bekletilen kurabiyelerde su, ham yağ, serbest yağ asitliği ve peroksit sayısı tayini analizleri yapılmıştır. 0. günde ve 45. günde bulunan sonuçlar istatistiki olarak

değerlendirilmiştir. Serbest yağ asitliği ve peroksit sayısı tayini için ham yağ analizinde elde edilen yağ kullanılmıştır. Diğer bütün analizler için, kurabiye örneklerinin önceden paslanmaz çelik öğütücüde (Premier 259 Kahve Öğütücü, Kore) öğütülerek elde edilen granül toz örnekler kullanılmıştır.

3.2.3.2.1. Su miktarı

Kurabiye üretiminde kullanılan unun, ham ve stabilize rüşeym ile kurabiye örneklerinin (0. gün ve 45. gün) su miktarları 105 ^{o}C'de 4 saat kurutma normu uygulanarak AACC'nin 44-19 numaralı metoduna göre belirlenmiştir (AACC, 1990).

3.2.3.2.2. Kül miktarı

Kurabiye üretiminde kullanılan unun, ham ve stabilize rüşeym ile kurabiye örneklerinin (0. gün ve 45. gün) kül miktarları 550 ^{o}C'de kül fırınında yakılması ile AACC'nin 08-01 numaralı metoduna göre elde edilmiştir (AACC, 1990).

3.2.3.2.3. Ham protein miktarı

Kurabiye üretiminde kullanılan unun, ham ve stabilize rüşeym ile kurabiye örneklerinin (0. gün) ham protein miktarı Kjeldahl metodu AACC'nin 46-12 numaralı metoda göre yapılmıştır. Ham protein miktarının belirlenmesinde faktör olarak 5.70 değeri kullanılmıştır (AACC, 1990).

3.2.3.2.4. Ham yağ miktarı

Kurabiye üretiminde kullanılan unun, ham ve stabilize rüşeym ile kurabiye örneklerinin (0. gün ve 45. gün) ham yağ miktarı soxhelet sistemiyle AACC'nin 30-25 numaralı metoduna göre belirlenmiştir (AACC, 1990).

3.2.3.2.5. Ham selüloz miktarı

Kurabiye üretiminde kullanılan unun, ham ve stabilize rüşeym ile kurabiye örneklerinin (0. gün) ham selüloz miktarı AACC'nin 32-10 numaralı metoduna göre yapılmıştır (AACC, 1990).

3.2.3.2.6. Serbest yağ asitliği miktarı

Kurabiye üretiminde kullanılan ham ve stabilize rüşeym ile kurabiye örneklerinin (0. gün ve 45. gün) ham yağ analizinden elde edilen yağları belirlenen miktarda erlenlere tartılıp üzerine etanol ve dietileter ilave edilerek iyice çalkalanmıştır. Son olarak da 3-4 damla %1'lik fenolftalein çözeltisi damlatılıp 0.1N etanollü KOH ile titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan sarfiyat ml cinsinden kaydedilerek oleik asit cinsinden olan formülde yerine konmuştur.

Bulunan sonuçlar yağda bulunan serbest yağ asitlerinin % cinsinden ifadeleridir. %oleik asit cinsinden hesaplanmıştır (Anonymous, 1989).

3.2.3.2.7. Peroksit sayısı tayini

Kurabiye üretiminde kullanılan ham rüşeymin ve stabilize rüşeymin ayrıca kurabiye örneklerinin (0. gün ve 45. gün) ham yağ analizinden elde edilen yağları belirlenen miktarda erlenlere konulmuştur. İlk olarak kloroform ve asetik asit ilave edilip çalkanmıştır, üzerine 0.1 N potasyum iyodür çözeltisi de eklenip 5 dakika karanlık ortamda bekletilmiştir. Bekleme süresi iyodun serbest hale geçmesi için önemlidir. Son işlem ise saf su ilavesi ve rengi koyulaştırmak için damlatılan %1'lik nişasta çözeltisinin damlatılmasıdır. Titrasyonda 0.002 N sodyumtiyosülfat kullanılmıştır. Titrasyon erlenin içi iyice berraklaşıncaya kadar devam etmiştir, harcanan miktar ml cinsinden kaydedilmiştir ve hesaplamada gerekli yere konulmuştur.

Peroksit sayısı değeri yağlarda aktif halde bulunan oksijen miktarının ölçüsü olup 1 kg yağda bulunan oksijenin miliekivalangram olarak eşdeğeri şeklinde hesaplanmıştır (Anonymous, 1992).

3.2.3.2.8. Mineral madde miktarı

Kurabiye üretiminde kullanılan unun, ham rüşeymin ve stabilize rüşeymin ayrıca kurabiye örneklerinin (0. gün) mineral madde miktarları örneklerin mikrodalgada (Mars 5, CEM Corporation, USA) yakma işleminden sonra süzülerek ICP-AES (Inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry) cihazında (Vista Series, Varian International, AG, İsviçre) analizi ile bulunmuştur (Skujins, 1998).

3.2.3.3. Duyusal analizler

Buğday rüşeyminden üretilmiş kurabiyelerde 0. ve 45. günde (%100 (50g), 80 (40g) ve 20 (10g) yağlı olanlarda) iki kere genel beğeniyi ortaya koyabilmek, depolama süresi boyunca duyusal özelliklerde meydana gelen değişmeleri hakkında yorum yapabilmek için duyusal analizler gerçekleştirilmiştir. Duyusal testleri yapan panelistler Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden 25-35 yaş aralığında sigara içmeyen bireyler arasından seçilmiş kişilerdir. Kurabiye örneklerinin şekil-simetri, renk, tat-koku, çiğneme özelliği, tekstür, genel kabul edilebilirlik değerleri belirlenmiştir. Duyusal analiz 1-10 arasında değişen skala (1-3:kötü, 4-5:orta, 6-7:iyi, 8-10:çok iyi) kullanılarak yapılmıştır.

3.2.4. İstatistiki analiz

Deneme desenine göre yapılan kurabiyeler 2 tekerrürlü olarak yürütülerek elde edilen sonuçlar varyans analizine tabi tutulmuş; değişiklikleri istatistiki olarak önemli bulunan ana varyans kaynaklarının ortalamaları Student testi ile belirlenmiştir. İstatistiki analiz sonuçları tablo haline getirilip özetlenmiştir ve önemli sayılan interaksiyonlar

şekiller üzerinde tartışılmıştır. Bu amaçlarla kullanılan istatistik programı olarak JMP 10 (SAS Ins. Inc., U.S.) programı kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Hammadde Analiz Sonuçları

Değişik bisküvi çeşitleri için farklı özelliklerde un kullanılması zorunluluğu mevcuttur. Bu amaçla kullanılacak unun sahip olduğu kalite kriterlerinin bilinmesi çok önemlidir (Özkaya, 1995).

Buğday rüşeyminin yüksek protein içeriği ve mükemmel amino asit dengesi, una rüşeym katkısını cazip kılmaktadır (Pomeranz, 1987). Rüşeym katkısı ile yapılan tahıl ürünlerinin kalitesinin yorumlanabilmesi için kullanılan rüşeymin bazı parametrelerinin bilinmesi gerekmektedir.

Rüşeymli kurabiye yapımında kullanılan un, ham ve stabilize rüşeymin bazı analiz sonuçları Çizelge 4.1'de ve Çizelge 4.2'de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Kurabiye yapımında kullanılan buğday ununa ait analiz sonuçları*

Hammadde	Buğday unu (Tip 550)
Fiziksel Özellikler	
Renk	
L*	100.98
a*	-2.01
b*	13.47
Kimyasal Özellikler (%)	
Su	6.15
Kül	0.56
Ham Protein[1]	13.00
Ham Yağ	1.06
Fizikokimyasal Özellikler	
Yaş Gluten (%)	24.40
Gluten İndeks (%)	50.80
Zeleny Sedimantasyon (ml)[2]	26.00
Gecikmeli Sedimantasyon (ml)[2]	21.00

*Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. [1] Nx5.70 faktörü kullanılmıştır. [2] %14 suya göre hesaplanmıştır.

Çizelge 4.2. Kurabiye yapımında kullanılan ham ve stabilize rüşeyme ait analiz sonuçları*[1]

Hammadde	Su (%)	Kül (%)	Ham protein (%)	Ham yağ (%)	Ham selüloz (%)
H.R[2]	10.17±0.100[a]	4.05±0.410[a]	34±0.000[a]	9.16±0.020[a]	7.53±0.014[a]
S.R[3]	0.035±0.007[b]	4.08±0.014[a]	31±0.000[a]	9.17±0.850[a]	7.50±0.007[a]

*Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. [1]Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$). [2] H.R: Ham Rüşeym [3] S.R: Stabilize Rüşeym

Kullanılan hammaddeler incelendiğinde su içeriği bakımından en yüksek değere %10.18 ile ham rüşeymin, en düşük değere ise %0.03 ile stabilize rüşeymin sahip olduğu görülmüştür. Stabilize rüşeymdeki su oranının bu kadar düşük olma sebebi mikrodalga fırında yapılan 3 dakikalık stabilizasyon işleme bağlanmıştır. Araştırıcılar kuru ısıl işlem sırasında örnekteki suyun buharlaşarak azaldığını ifade etmişlerdir (Kasarda ve ark., 1978).

Buğday unu, ham ve stabilize rüşeymin sırasıyla % olarak kül miktarları 0.56, 4.5 ve 4.8 şeklinde, ham protein miktarları ise 13, 34 ve 31 olarak bulunmuştur. Ham ve stabilize rüşeymin ham yağ miktarları birbirine çok yakın olup sırasıyla %9.16 ve %9.17'dir. Selüloz değerleri ham rüşeymde 7.53 iken stabilize rüşeymde 7.50 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.3. Kurabiye yapımında kullanılan buğday unu, ham ve stabilize rüşeyme ait analiz sonuçları*

Hammadde	*L**	*a**	*b**
Buğday unu	100.59±0.54[a]	-2.00±0.01[c]	13.48±0.02[b]
H.R[1]	79.61±0.71[b]	2.10±0.06[b]	24.11±0.94[a]
S.R[2]	74.58±0.24[c]	2.38±0.04[a]	24.75±0.92[a]

*Sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$). [1] H.R: Ham Rüşeym [2] S.R: Stabilize Rüşeym

Bileşenlerden buğday unu, ham ve stabilize rüşeym sırasıyla 100.59, 79.61, 74.58 *L** değerlerini vermiştir. *L** açısından en yüksek değere buğday ununun sahip olduğu Çizelge 4.3'te görülmektedir. Stabilize rüşeymim ham rüşeyme göre daha koyu bir renge sahip olduğu belirlenmiştir. Stabilizasyon işleminin bunda etken olduğu düşünülmektedir. *a** değerlerine bakıldığında ise en yüksek değere 2.38 ile stabilize

rüşeym sahipken en düşük değer -2.00 buğday ununda ölçülmüştür. *b** değerleri için de *a** değerinde olduğu gibi en yüksek değer 24.75 stabilize rüşeym, en düşük değer 13.48 buğday ununda bulunmuştur.

Aktaş (2012) yaptığı bir çalışmada buğday ununun renk değerlerini *L**, *a**, *b** sırasıyla 96.13, -0.57, 8.27 olarak bulmuştur.

Pınarlı ve ark. (2004) rüşeym katkılı makarna üzerine yaptıkları bir çalışmada mikrodalga ile stabilize ettikleri rüşeymin *L** değerini 69.3, *a** değerini 2.8 ve *b** değerini 16.2 olarak kaydetmişlerdir.

Rüşeym, buğday tanesinin yağ bakımından en zengin kısmı olup, %10 civarında yağ içermektedir (Mecham, 1978; Barnes, 1983; Kahlon, 1989). Buğday rüşeymi esansiyel yağ asitleri bakımından oldukça zengindir (Türker ve ark., 1996).

Sümbül ve Tanju 1982 yılında yaptıkları bir çalışmada rüşeymli bisküvi denemelerinde %11.1 suya, %25.5 ham proteine, %5.2 ham selüloza, %7.6 ham yağa ve %4.6 küle sahip ticari buğday rüşeymi kullanmışlardır.

Shurpalekar ve Rao (1977) buğday rüşeyminin ve buğday ununun ham yağ değerlerini %10.4 ve %1.4 olarak hesaplanmışlardır.

Türker ve ark. (1996) buğday rüşeymi ile ekmek denemeleri yapmış olup bu çalışma sırasında kullandıkları buğday rüşeyminin bazı analiz sonuçları su %12.90, kül %4.48, ham protein %30.54 ve ham yağ %9.14 olarak bildirilmiştir.

Çizelge 4.4. Kurabiye yapımında kullanılan bazı hammaddelere ait mineral madde analiz sonuçları (mg/100g)*

Hammadde	Ca[1]	Fe[2]	Cu[3]	K[4]	Mg[5]	Mn[6]	P[7]	Zn[8]
Buğday unu	22.88±0.03^{c}	3.76±0.13^{c}	0.38±0.01^{c}	133.08±0.005^{c}	34.87±0.35^{b}	0.57±0.007^{c}	91.08±0.14^{c}	0.50±0.01^{c}
H.R[9]	45.30±0.28^{b}	13.54±0.07^{a}	1.05±0.01^{b}	930.25±0.68^{b}	289.95±0.71^{a}	14.81±0.06^{b}	707.65±0.92^{b}	8.98±0.05^{b}
S.R[10]	47.28±0.08^{a}	10.38±0.14^{b}	1.16±0.01^{a}	941.1±0.72^{a}	288.47±2.14^{a}	15.31±0.06^{a}	715.83±1.13^{a}	9.37±0.14^{a}

*Sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$). Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. [1] Ca: Kalsiyum [2] Fe: Demir [3] Cu: Bakır [4] K: Potasyum [5] Mg: Magnezyum [6] Mn: Mangan [7] P: Fosfor [8] Zn: Çinko [9] H.R: Ham Rüşeym [10] S.R: Stabilize Rüşeym

Aktaş (2012) yaptığı bir araştırmada buğday ununda kalsiyum için 22.74 mg/100g, mangan için 0.49 mg/100g, potasyum için 158.37 mg/100g, fosfor için 230.64 mg/100g değerlerini bulmuştur.

Pomeranz (1987) 100 gram rüşeymde mineral maddenin 5 mg'ı sodyum, 837 mg'ı potasyum, 69 mg'ı kalsiyum, 8 mg'ı demir ve 1100 mg'ı fosfor olduğu bildirilmiştir.

Hışıl ve Ötleş (1991) ise yaptıkları bir çalışmada buğday rüşeyminin mineral madde analizlerini yapmış ve kalsiyum, potasyum, nikel, bakır, çinko, magnezyum, fosfor değerlerini sırasıyla 46.4, 715.2, 8.9, 2.8, 2.8, 91.3, 313.8,1120 mg/100g şeklinde bildirmişlerdir.

Bazı hammaddeler üzerinde yapılan mineral madde sonuçlarına göre stabilize rüşeymin kalsiyum 47.22, bakır 1.17, potasyum 941.61, fosfor 716.65, çinko 92.6 mg/100g sınıflandırmasında en yüksek değerlerle üstün bulunmuştur. Buğday ununun mineral madde sonuçları Çizelge 4.2'den de görüldüğü gibi en düşük değerleri vermiştir.

4.2. Kurabiye Örnekleri 0. Gün Analiz Sonuçları

4.2.1. Çap, kalınlık ve yayılma oranı

Üç farklı formülasyonda yapılan buğday rüşeymi ilaveli kurabiyelerin çapları, kalınlıkları ve yayılma oranlarının değişimleri Çizelge 4.5 ve 4.6'da verilmiştir. Deneme desenine göre yapılan kurabiyelerin ortalama çapları 41.56 mm (34.23-47.11) ortalama kalınlıkları 10.58 mm (8.65-15.15) ve ortalama yayılma oranları 3.99 mm (2.66-5.23) olarak tespit edilmiştir.

Kurabiye örneklerinin çap, kalınlık, yayılma oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7'da ve Student testi sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre çap için yağ oranı, kalınlık için yağ oranı ve antioksidan çeşidi, yayılma oranı için yağ oranı ve antioksidan çeşidi faktörleri istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çap: Student çoklu test sonuçlarına göre kurabiyelerde formülasyondaki artan rüşeym oranıyla çap değerleri genellikle artış göstermiştir. Yağ oranındaki oransal azalmada ise çap değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. 50 rüşeym: 50 un oranına sahip kurabiye örneklerinin çapları 40.84 mm iken 70 rüşeym: 30 un oranlı olanların çapı 42.35 mm'e yükselmiştir (Çizelge 4.7). %100 (50g), %80 (40g), %60 (30g), %40 (20g) yağ oranına sahip örneklerdeki çap değerleri sırasıyla 44.36, 42.73, 41.36 ve 40.05 mm şeklinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.7).

Bisküvi kalitesinin belirlenmesinde kullanılan parametrelerden biri olan çap değerinin büyük olması istenilen bir durumdur (Finney, 1989; Vetter, 1989; Rogers ve ark., 1993). Abboud ve ark. (1985) kurabiye üzerine yaptıkları bir çalışmada yağ seviyesindeki artan miktara göre ölçülen çap değerlerinin de arttığını tespit etmişlerdir.

Altındağ (2011) karabuğdayla yaptığı bir kurabiye çalışmasında %100 karabuğday unu ile yaptığı örnekte çap değerlerini 79.80 mm, %50-%50 karabuğday unu ve mısır unu kombinasyonlu kurabiyede 81.50 mm olarak bulmuştur.

Yıldız (2012) karabuğday ve lüpen unuyla glutensiz bisküvi yaptığı bir araştırmada emülgatör çeşidi olarak lesitin kullandığı %10 karabuğday ununa karşılık %10 lüpen unu ilaveli örnekte çapı 62.76 mm bulurken %20 karabuğday ununa karşılık %10 lüpen unlu örnekte 62.26 mm olarak belirtmiştir.

Sivri ve ark. 1992 yılındaki yayınlarında kontrol ekmeğinin ve %2.5 etüvde ısıl işlem görmüş rüşeymden yapılan ekmeğin hacminin sırasıyla 425, 438 ml/100 g un şeklinde rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.5. Kurabiye örneklerine ait çap, kalınlık ve yayılma oranı değerleri (1.tekerrür)

FORMÜL	YAĞ ORANI (%)	AO.[1]	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	YO.[2]
F1	100 (50g)	A.A[3]	45.19	9.56	4.73
	100 (50g)	BHT[4]	44.84	9.49	4.73
	80 (40g)	A.A	42.21	10.10	4.18
	80 (40g)	BHT	42.77	9.92	4.31
	60 (30g)	A.A	41.77	9.65	4.33
	60 (30g)	BHT	42.15	10.19	4.14
	40 (20g)	A.A	40.96	10.80	3.79
	40 (20g)	BHT	40.92	10.70	3.83
	20 (10g)	A.A	40.92	14.09	2.90
	20 (10 g)	BHT	40.33	12.74	3.17
F2	100 (50g)	A.A	44.98	10.69	4.21
	100 (50g)	BHT	44.70	9.84	4.54
	80 (40g)	A.A	42.66	10.73	3.97
	80 (40g)	BHT	43.13	9.78	4.41
	60 (30g)	A.A	41.29	11.03	3.74
	60 (30g)	BHT	41.2	10.01	4.12
	40 (20g)	A.A	40.14	11.82	3.40
	40 (20g)	BHT	39.93	9.97	4.00
	20 (10g)	A.A	40.37	15.15	2.66
	20 (10 g)	BHT	39.82	13.46	2.96
F3	100 (50g)	A.A	44.44	9.71	4.58
	100 (50g)	BHT	44.84	10.06	4.46
	80 (40g)	A.A	43.31	9.94	4.36
	80 (40g)	BHT	43.19	9.87	4.37
	60 (30g)	A.A	42.01	10.61	3.96
	60 (30g)	BHT	42.04	10.03	4.19
	40 (20g)	A.A	41.50	10.96	3.79
	40 (20g)	BHT	40.85	10.65	3.84
	20 (10g)	A.A	41.14	13.41	3.07
	20 (10 g)	BHT	40.66	13.18	3.09
Minimum-Maksimum			39.82-45.19	9.49-15.15	2.66-4.73
Ortalama±Standart sapma			41.89±1.66	10.4±1.52	4.06±0.56
Genel ortalama			41.56	10.58	3.99

[1]A.O: Antioksidan çeşidi [2]YO.: Yayılma oranı(Çap/Kalınlık) [3]A.A: Askorbik asit [4]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

Çizelge 4.6. Kurabiye örneklerine ait çap, kalınlık ve yayılma oranı değerleri (2.tekerrür)

FORMÜL	YAĞ ORANI (%)	AO.[1]	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	YO.[2]
F1	100 (50g)	A.A[3]	41.12	9.86	4.17
	100 (50g)	BHT[4]	43.00	8.98	4.79
	80 (40g)	A.A	38.59	12.32	3.13
	80 (40g)	BHT	40.34	9.76	4.13
	60 (30g)	A.A	35.44	10.24	3.46
	60 (30g)	BHT	40.65	11.00	3.70
	40 (20g)	A.A	37.76	8.65	4.37
	40 (20g)	BHT	34.23	12.32	2.78
	20 (10g)	A.A	38.55	13.59	2.84
	20 (10 g)	BHT	45.09	11.38	3.96
F2	100 (50g)	A.A	47.11	10.33	4.56
	100 (50g)	BHT	45.67	9.04	5.05
	80 (40g)	A.A	44.98	13.02	3.45
	80 (40g)	BHT	46.79	8.94	5.23
	60 (30g)	A.A	39.55	9.48	4.17
	60 (30g)	BHT	43.48	11.20	3.88
	40 (20g)	A.A	42.23	12.87	3.28
	40 (20g)	BHT	40.23	9.12	4.41
	20 (10g)	A.A	45.87	14.54	3.15
	20 (10 g)	BHT	40.15	12.84	3.13
F3	100 (50g)	A.A	41.37	9.45	4.38
	100 (50g)	BHT	45.09	11.22	4.02
	80 (40g)	A.A	39.99	10.53	3.80
	80 (40g)	BHT	44.87	8.87	5.06
	60 (30g)	A.A	40.07	11.84	3.38
	60 (30g)	BHT	46.67	9.74	4.79
	40 (20g)	A.A	38.46	12.37	3.11
	40 (20g)	BHT	43.45	9.56	4.54
	20 (10g)	A.A	43.33	13.90	3.12
	20 (10 g)	BHT	39.75	11.05	3.60
Minimum-Maksimum			34.23-47.11	8.65-14.54	2.78-5.23
Ortalama±Standart sapma			41.24±3.37	10.76±1.69	3.92±0.70
Genel ortalama			41.56	10.58	3.99

[1]A.O: Antioksidan çeşidi [2]YO.: Yayılma oranı(Çap/Kalınlık) [3]A.A: Askorbik asit [4]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

Çizelge 4.7. Kurabiye örneklerinin çap, kalınlık ve yayılma oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1]

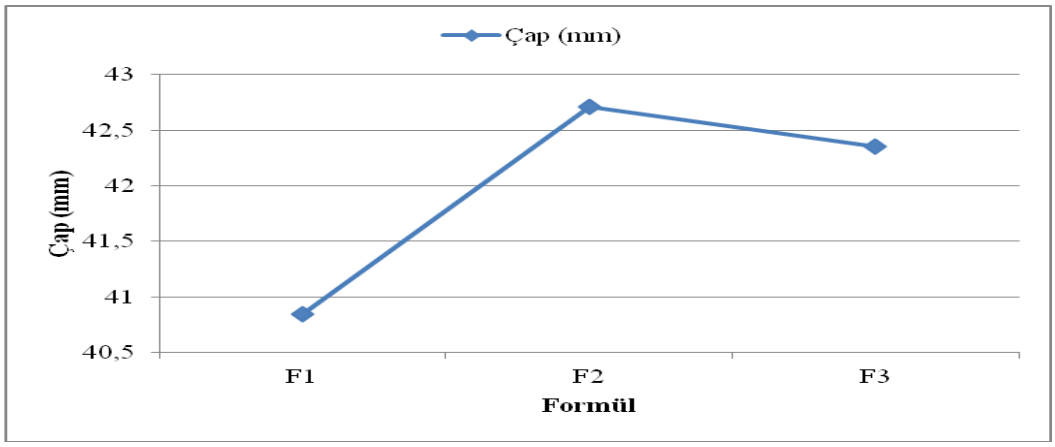
VK	SD	Çap		Kalınlık		Yayılma Oranı	
		KT	F	KT	F	KT	F
Formül (A)	2	39.451	3.919*	2.048	1.49ns	0.107	0.343ns
Yağ Oranı (B)	4	129.088	6.411**	87.895	32.089**	12.941	20.599**
AxB	8	23.948	0.594ns	3.972	0.725ns	0.743	0.591ns
Antioksidan Çeşidi (C)	1	9.219	1.831ns	11.554	16.873**	2.086	13.287**
AxC	2	11.052	1.097ns	4.283	3.127ns	0.340	1.085ns
BxC	4	22.617	1.123ns	6.676	2.437ns	0.654	1.042ns
AxBxC	8	25.380	0.630ns	13.143	2.399*	2.330	1.854ns
Hata	30	151.003		20.542		4.711	

[1]*p<0.05 seviyesinde önemli **p<0.01 seviyesinde önemli ns: önemsiz

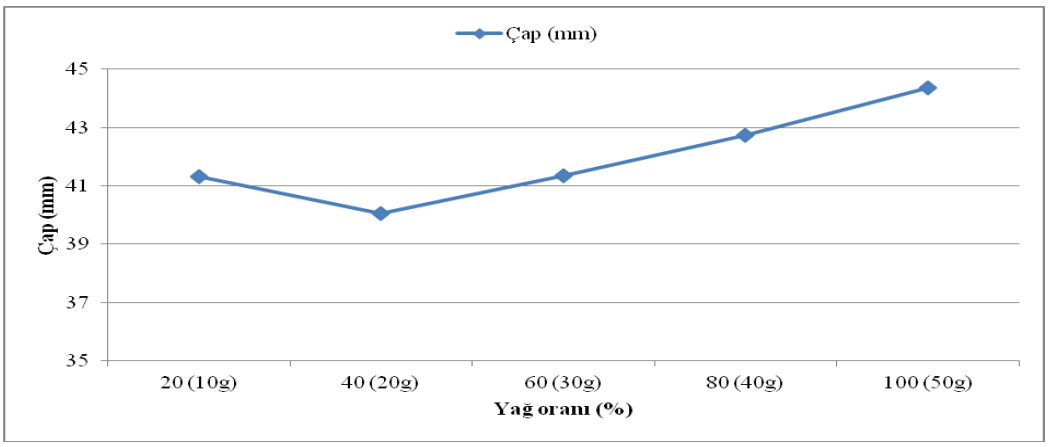
Çizelge 4.8. Kurabiye örneklerinin çap, kalınlık ve yayılma oranlarının ortalamalarına ait Student testi sonuçları*

Faktör	N	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma Oranı
Formül (A)				
F1	**20**	40.84^{b}	10.76^{a}	3.87^{a}
F2	**20**	42.71^{a}	11.19^{a}	3.91^{a}
F3	**20**	42.35^{a}	10.84^{a}	3.97^{a}
Yağ Oranı (%) (B)				
100 (50g)	**12**	44.36^{a}	9.85^{c}	4.51^{a}
80 (40g)	**12**	42.73^{ab}	10.31^{bc}	4.2^{ab}
60 (30g)	**12**	41.36^{bc}	10.41^{bc}	3.98^{bc}
40 (20g)	**12**	40.05^{c}	10.81^{b}	3.76^{c}
20 (10g)	**12**	41.33^{bc}	13.27^{a}	3.13^{d}
Antioksidan Çeşidi (C)				
AA[1]	**30**	41.57^{a}	11.37^{a}	3.73^{b}
BHT[2]	**30**	42.36^{a}	10.49^{b}	4.10^{a}

*Sütunda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). [1]A.A: Askorbik asit [2]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı



Şekil 4.1. Farklı formüllere sahip rüşeym un oranlı kurabiyelerin çap değeri üzerine *''formül''* interaksiyonu (F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı)



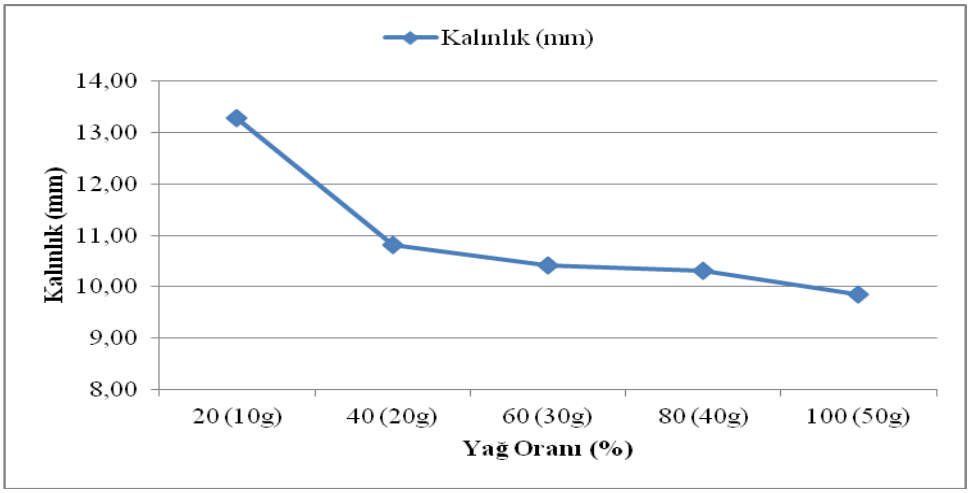
Şekil 4.2. Farklı formüllere sahip rüşeym un oranlı kurabiyelerin çap değeri üzerine *''yağ oranı''* interaksiyonu

Kalınlık: Student çoklu test sonuçlarında kurabiyelerin kalınlıkları formülasyon çeşitlerine göre istatistiki olarak farksız çıkmıştır. Yağ oranındaki oransal azalış yönünde kurabiye kalınlık değerlerinin giderek arttığı gözlemlenmiştir ve en yüksek değer %20 (10g) yağ içeren kurabiyelerde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

Literatürde, düşük yağlı ve yüksek lifli bisküvilerde yağın yumuşatma etkisinin daha çok su kullanılarak sağlanmaya çalışıldığı, bunun daha fazla gluten gelişimine neden olduğu ve daha sert yapıda hamur oluşturduğu belirtilmektedir. Hemiselülaz enzimi kullanılarak daha az su ihtiyacı oluşturulduğu, böylece daha kaliteli yapıda

bisküvi elde edildiği bahsedilmektedir (Manley 2000). Bu tez çalışmasında yapılan kurabiyelerin formülasyonlarındaki yağ azaltma işlemi ile elde edilen kalınlıkların en yüksek değerinin %20 (10g) yağ oranında 13.27 mm olması beklenen bir durumdur. Yağ oranı artıkça ölçülen kalınlık değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir.

Gürsu ve ark. (1997) soya unu katkılı bisküvilerde yaptıkları bir değerlendirmede örneklerin kalınlıklarını yağlı soya unu katkısının miktarındaki %2, 4, 6, 10'luk artışa göre 0.50, 0.41, 0.42, 0.39 cm olarak bulduklarını kaydetmişlerdir. Bu durum yağ miktarındaki artışla kalınlık arasındaki ilişkiyi örnekler niteliktedir.



Şekil 4.3. Farklı yağ oranlı kurabiyelerin kalınlık değeri üzerine *''yağ oranı''* interaksiyonu

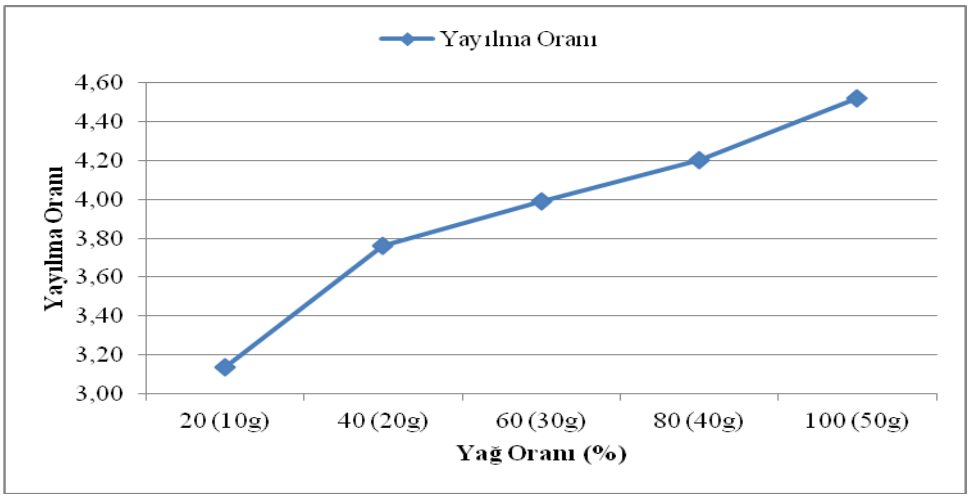
Yayılma Oranı: Kurabiyelerin yayılma oranı değerleri incelendiğinde en yüksek değere %100 (50g) yağ ilaveli olanlarda rastlanılmıştır (Çizelge 4.2). Örneklerde varyans analiz sonuçlarına bakıldığında yağ oranı (Çizelge 4.7) ve antioksidan çeşidi faktörleri $p<0.01$ düzeyinde önemli, bunların dışındaki diğer interaksiyonlar ise önemsiz çıkmıştır (Çizelge 4.7).

Yağın bisküvi ve kurabiyelerde buğday unundaki proteinlerden gluten ağlarının gelişimini limitlendirici rol oynadığı kaynaklarda belirtilmiştir. Başka bir açıdan bakıldığında ise karıştırma boyunca yağ, proteinlerin üzerine sıvanarak su geçirmez özellik kazandırmaktadır (Cauvain ve Young, 2006).

Bizim çalışmamızda da yağ oranı azaldıkça kalınlık değerlerinin artması dolayısıyla yayılma oranının azalması yağın ham protein üzerine sıvanması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Kurabiye örneklerinin yapılması aşamasında aynı doğrultuda

hamur elde edebilmek için katılan su oranı da yağ miktarının azalması doğrultusunda arttığı için yayılma oranının yukarıdaki grafiğinin sebeplerinden birinin olabileceği diğer bir durumdur.

Yıldız (2012) bisküvide, buğday dışında proteince zengin unlar kullanıldığı zaman, buğday ununa göre daha çok bağlı su oluştuğunu belirtmiştir.



Şekil 4.4. Farklı yağ oranlı kurabiyelerin yayılma oranı değeri üzerine *''yağ oranı''* interaksiyonu

Geniş yayılan, çok kalın olmayan ve aşırı geniş çatlaklara sahip olmayan bisküvilerin en çok tercih edilen bisküvi olduğu belirtilmektedir (Kissell ve ark., 1971).

Singh ve Mohamed (2007) yaptıkları bir çalışmada vital gluten:soya proteini izolatı karışım oranlarını değiştirerek ürettikleri kurabiyelerde 70:30 gluten:soya protein izolatı karışımlı örneklerde %10, 15, 20, 25 ve 30 katkılı örneklerde sırasıyla yayılma oranı değerlerini 8.26, 8.09, 8.03, 7.61 ve 7.41 şeklinde elde etmiştir

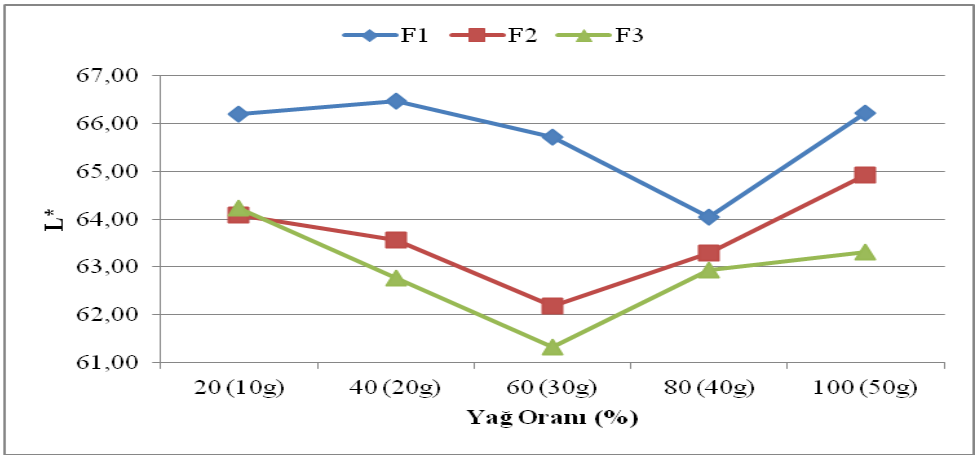
Hussain ve ark. (2006) yağlı keten tohumu unlarını %5-10-15-20-25-30 oranlarında buğday ununa ikame olarak kullandıkları bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Örnek yapımında tercih edilen buğday unun ham yağ miktarı %1.8, yağlı keten tohumununki %37'dir. Kontrol grubundan başlamak üzere artan yağlı keten tohumu ikame oranlarına göre yayılma oranları 58.73, 57.80, 54.83, 56.56, 50.66, 48.49, 47.71'dir.

4.2.2. Renk değerleri

4.2.2.1. *L** değeri

Kurabiye denemelerine ait renk ölçüm sonuçları Çizelge 4.9 ve 4.10'de verilmiştir. *L** değeri 57.89-67.54 arasında değişim göstermiş olup ortalama 63.78 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 11'da görüldüğü gibi renk sonuçlarına ait varyans analiz sonuçlarına göre antioksidan çeşidi faktörü önemsiz çıkarken *"yağ oranı x antioksidan çeşidi"* interaksiyonu $p<0.05$ düzeyinde diğer faktörler ise $p<0.01$ düzeyinde etkili bulunmuştur.



Şekil 4.5. Farklı yağ oranlı ve formüllü kurabiyelerin *L** değerleri üzerine *''yağ oranı x formülasyon''* interaksiyonu (F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı)

Student testi sonuçlarına göre formülasyon faktöründe 50 rüşeym: 50 un oranına sahip kurabiyelerde en yüksek değer 65.73, 70 rüşeym: 30 un oranlı kurabiyelerde ise en düşük 62.91 değeri tespit edilmiştir. Aynı test sonuçlarından yine antioksidan çeşidi faktörünün istatistiki olarak farksız çıktığı sonucuna da varılmıştır. Yağ oranı değişimlerinde *L** değeri %100 (50g) ve %20 (10g) oranında istatistiki olarak birbirine benzer bulunurken %80 (40g), %60 (30g) ve %40 (20g) düzeylerinde azalış göstermiştir (Çizelge 4.12).

Yukarıdaki interaksiyondan ve Çizelge 4.12'den de görüldüğü gibi örneklerde artan rüşeym ikamesine bağlı olarak *L** değerleri azalış göstermiştir. Kurabiyelerin renklerindeki koyuluğun sebebinin şeker karemelizasyonu ve şekerlerle amino asitler arasındaki maillard reaksiyonundan kaynaklandığı belirtilmiştir (Alobo, 2001). Çalışmamızda formülasyonda artan rüşeym oranını doğrultusunda *L** parlaklık değerinin azalması kurabiyelerin pişirilmesi ile meydana gelen maillard reaksiyonu ile bağlantılıdır. Buğday rüşeyminin kimyasal kompozisyonu maillard reaksiyonuna çok uygun bir ortam yaratmıştır.

Singh ve Mohamed (2007) yaptıkları bir çalışmada vital gluten:soya proteini izolatı karışım oranlarını değiştirerek ürettikleri kurabiyelerde 70:30 gluten:soya protein izolatı karışımlı örneklerde %10, 15, 20, 25 ve 30 katkılı örneklerde bu sırayla *L** değerlerinin giderek azaldığını belirtmişlerdir. Bu çalışma bizim bulgularımızı destekler niteliktedir.

Çizelge 4.9. Kurabiye örneklerine ait renk değerleri (1.tekerrür)

FORMÜL	YAĞ ORANI (%)	AO.[1]	L*	a*	b*
F1	100 (50g)	A.A[2]	66.49	3.59	26.57
	100 (50g)	BHT[3]	66.49	3.70	30.02
	80 (40g)	A.A	62.78	3.81	26.13
	80 (40g)	BHT	64.76	4.20	29.74
	60 (30g)	A.A	65.10	3.83	26.36
	60 (30g)	BHT	66.18	4.19	29.33
	40 (20g)	A.A	67.19	3.57	25.99
	40 (20g)	BHT	65.95	5.29	29.80
	20 (10g)	A.A	66.09	7.09	28.95
	20 (10g)	BHT	67.54	4.37	29.29
F2	100 (50g)	A.A	65.40	4.13	27.07
	100 (50g)	BHT	64.24	4.61	29.06
	80 (40g)	A.A	61.92	5.32	28.45
	80 (40g)	BHT	65.01	4.02	29.97
	60 (30g)	A.A	61.43	5.07	27.36
	60 (30g)	BHT	61.41	4.57	30.78
	40 (20g)	A.A	64.65	4.58	27.72
	40 (20g)	BHT	62.28	6.18	31.58
	20 (10g)	A.A	63.96	7.45	30.78
	20 (10g)	BHT	64.63	6.93	31.51
F3	100 (50g)	A.A	63.96	5.05	26.54
	100 (50g)	BHT	62.93	5.50	29.52
	80 (40g)	A.A	64.56	5.13	26.13
	80 (40g)	BHT	61.85	5.30	28.72
	60 (30g)	A.A	63.36	5.29	27.04
	60 (30g)	BHT	60.28	5.82	27.42
	40 (20g)	A.A	62.19	6.53	26.01
	40 (20g)	BHT	63.08	6.11	31.40
	20 (10g)	A.A	65.43	6.82	27.31
	20 (10g)	BHT	63.59	6.63	31.69
Minimum-Maksimum			60.28-67.54	7.45-3.57	31.69-25.99
Ortalama±Standart sapma			64.16±1.87	5.16±1.14	28.61±1.87
Genel ortalama			63.78	5.35	29.43

[1]A.O: Antioksidan çeşidi [2]A.A: Askorbik asit [4]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

Çizelge 4.10. Kurabiye örneklerine ait renk değerleri (2.tekerrür)

FORMÜL	YAĞ ORANI(%)	AO.[1]	L*	a*	b*
F1	100 (50g)	A.A[2]	64.94	4.12	32.51
	100 (50g)	BHT[3]	65.93	3.74	30.50
	80 (40g)	A.A	64.47	4.29	30.49
	80 (40g)	BHT	66.18	3.69	31.77
	60 (30g)	A.A	63.00	5.61	30.13
	60 (30g)	BHT	66.62	3.61	31.79
	40 (20g)	A.A	65.45	5.03	31.18
	40 (20g)	BHT	66.25	4.56	31.8
	20 (10g)	A.A	64.55	8.45	31.16
	20 (10g)	BHT	65.62	5.96	31.78
F2	100 (50g)	A.A	65.62	4.12	30.63
	100 (50g)	BHT	64.41	4.34	30.73
	80 (40g)	A.A	61.17	6.02	30.12
	80 (40g)	BHT	65.02	4.69	27.39
	60 (30g)	A.A	63.93	4.58	28.24
	60 (30g)	BHT	60.94	5.93	28.09
	40 (20g)	A.A	63.71	6.09	31.96
	40 (20g)	BHT	63.55	5.38	29.18
	20 (10g)	A.A	62.08	10.31	31.85
	20 (10g)	BHT	66.70	5.07	30.11
F3	100 (50g)	A.A	63.01	5.16	28.46
	100 (50g)	BHT	63.35	5.09	29.17
	80 (40g)	A.A	60.89	5.60	29.97
	80 (40g)	BHT	60.40	5.46	27.86
	60 (30g)	A.A	59.81	5.86	29.99
	60 (30g)	BHT	57.80	7.29	28.29
	40 (20g)	A.A	62.91	5.99	29.07
	40 (20g)	BHT	58.85	5.92	29.73
	20 (10g)	A.A	63.01	7.08	32.38
	20 (10g)	BHT	61.94	7.22	31.19
Maksimum-Minimum			66.70-57.80	10.31-3.61	32.51-27.39
Ortalama±Standart sapma			63.40±2.36	5.54±1.45	30.25±1.45
Genel ortalama			63.78	5.35	29.43

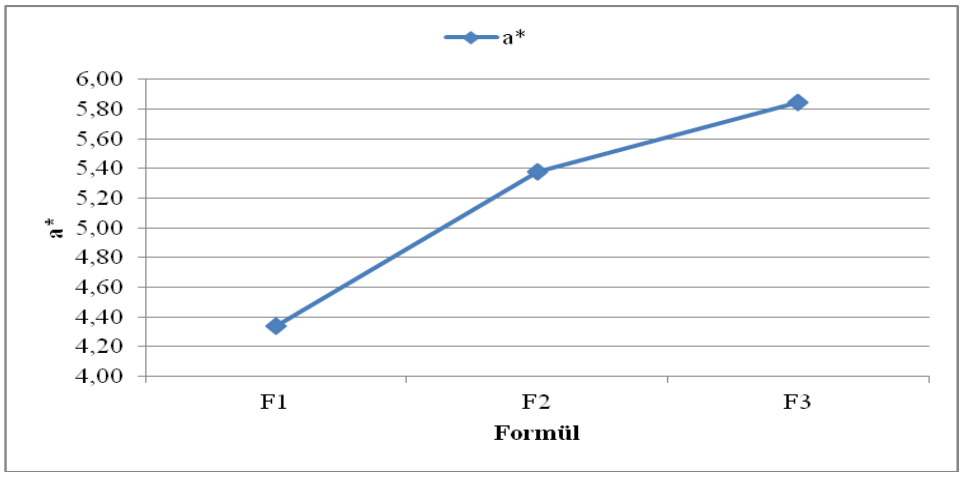
[1]A.O: Antioksidan çeşidi [2]A.A: Askorbik asit [3]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

4.2.2.2. *a** değeri

Kurabiye örneklerinin *a** değerleri ortalama 5.35 olup en yüksek değeri 10.31 ile 60 rüşeym: 40 un oranlı formülde askorbik asit ilaveli %20 (10g) yağ oranına sahip kurabiyeden elde edildiği görülmektedir (Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10).

Azalan yağ oranında *a** değerinin de ters orantılı biçimde arttığı gözlemlenmiştir. %100 (50g) yağlı kurabiyenin *a** değeri 4.35 iken %20 (10g) yağlı kurabiyede bu değer 6.53'e yükselmiştir. %80 (40g) ve %60 (30g) yağlı kurabiyelerin *a** değerleri de istatistiki olarak birbirinden farklı çıkmıştır (Çizelge 4.12).

Varyans analiz sonuçlarına göre formül, yağ oranı varyans kaynakları ($p<0.01$) önemli çıkmıştır (Çizelge 4.11). Formül interaksiyonu Şekil 4.5'de verilmiştir, en yüksek değer 70 rüşeym: 30 un oranına ait olduğu belirtilmiştir. Formülasyondaki değişkenin rüşeym oranındaki artış olduğu bilindiğine göre *a** değerinin yükselişi karbonhidratça ve proteince zengin olan rüşeymde pişirme sırasında oluşan maillard reaksiyonundan kaynaklandığı varsayılmaktadır.



Şekil 4.5. Farklı formüllü kurabiyelerin *a** değerleri üzerine "*formül*" (F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı)

Rüşeym katkılı bir makarna çalışmasında kontrol makarna örneklerinde , %15 ham rüşeym %85 durum irmiğinden elde edilen makarna örneklerinde ölçülen *a** değerleri için ham rüşeym katkılı olanların daha yüksek değerlere sahip olduğunu

belirlenmiştir (Pınarlı ve ark., 2004). Formülasyonlarımızdaki rüşeym artışında meydana gelen *a** değeri artışı bu çalışma ile aynı doğrultudadır.

Rizello ve ark. (2010) ekşi hamur yöntemi ile buğday rüşeymini fermente ederek kullandıkları beyaz ekmek denemeleri yaptıkları bir araştırmada *a** değerini sıfırıncı günde şahit örnek için 8.52, ham rüşeym ilaveli örnekte 10.32, ekşi hamurla fermente edilen rüşeym katkılı örnek için ise 10.59 şeklinde bulduklarını ifade etmişlerdir.

Kurabiye üzerine yapılan bir araştırmada kalorisi azaltılmış kurabiyelerde hızlı pişirilen yulaf kepeği kullanarak yapılmıştır. Bu çalışmada *a** değerleri 7.76 ve 9.42 arasında değişmiştir (Lee ve Inglett, 2006).

Singh ve Mohamed (2007) yaptıkları bir çalışmada vital gluten:soya proteini izolatı karışım oranlarını değiştirerek ürettikleri kurabiyelerde 30:70 gluten:soya protein izolatı karışımlı örneklerde *a** değerlerini 9.0-11.9 arasında hesaplamışlardır. Aynı çalışmada formülasyondaki una ilave edilen 30:70 karışım oranı arttıkça *a** değerinin de arttığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.11. Kurabiye örneklerinin renk değerlerinin ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları[1]

VK	SD	*L**		*a**		*b**	
		KT	F	KT	F	KT	F
Formül (A)	2	86.487	93.632**	23.771	67.211**	12.765	13.863**
Yağ Oranı (B)	4	31.160	16.867**	34.821	49.227**	27.937	15.170**
AxB	8	18.292	4.950**	2.993	2.116ns	6.331	1.718ns
Antioksidan Çeşidi (C)	1	0.011	0.024ns	0.642	3.634ns	88.110	191.376**
AxC	2	11.659	12.622**	0.001	0.003ns	3.221	3.498*
BxC	4	9.163	4.960*	8.910	12.596**	15.526	8.430**
AxBxC	8	21.620	5.851**	5.918	4.183**	26.374	7.160**
Hata	30	13.85		5.30		17.296	

[1]*p<0.05 seviyesinde önemli **p<0.01 seviyesinde önemli ns: önemsiz

Çizelge 4.12. Kurabiye örneklerinin renk değerlerinin ortalamalarına ait Student testi sonuçları*

Faktör	N	*L**	*a**	*b**
Formül (A)				
F1	**20**	65.73[a]	4.34[a]	28.37[b]
F2	**20**	63.60[b]	5.38[b]	29.28[a]
F3	**20**	62.91[c]	5.85[c]	28.25[b]
Yağ Oranı (%) (B)				
100 (50g)	**12**	64.81[ab]	4.35[d]	28.48[bc]
80 (40g)	**12**	63.42[c]	4.71[c]	27.98[c]
60 (30g)	**12**	63.07[c]	4.89[c]	28.15[bc]
40 (20g)	**12**	64.26[b]	5.44[b]	28.62[b]
20 (10g)	**12**	64.84[a]	6.53[a]	29.92[a]
Antioksidan Çeşidi (C)				
AA[1]	**30**	64.06[a]	5.29[a]	27.42[b]
BHT[2]	**30**	64.09[a]	5.08[a]	29.84[a]

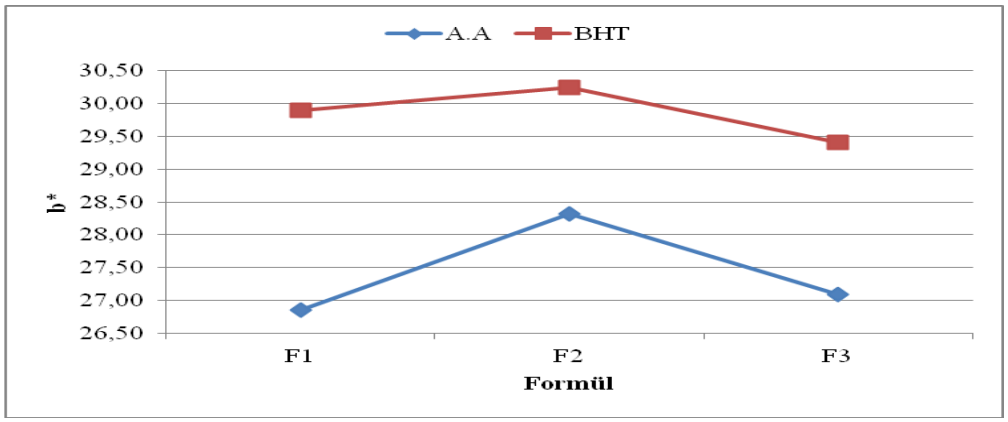
*Sütunda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$) [1]A.A: Askorbik asit [2]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

4.2.2.3. *b** değeri

Rüşeym katkılı kurabiye örneklerinde *b** değeri en düşük ve en yüksek rakamlara 50 rüşeym: 50 un formülünde askorbik asit ilaveli örneklerde belirlenmiştir. En düşük 25.99 değeri %40 (20g) yağ ilaveli örnekte bulunurken en yüksek 32.51 değeri %100 (50g) yağ ilaveli örneklerde bulunmuştur. Genel ortalama *b** değeri 29.43 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10).

Varyans analiz sonuçlarından varyans kaynaklarından formülasyon ve *"formülasyon x antioksidan çeşidi"* interaksiyonun da $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu bilgisine de varılmaktadır (Çizelge 4.11). Bu durumla ilgili interaksiyon Şekil 4.6'da verilmiştir

Student testi sonuçlarına göre formülasyon faktörüne bakıldığında 60 rüşeym: 40 un oranlı örnek 29.28 ile en yüksek değeri verirken diğer formülasyonlar istatistiki olarak birbirinden farksız çıkmıştır. Antioksidan çeşidi açısından incelendiğinde de BHT'nin daha önemli bir etki yarattığı görülmektedir (Çizelge 4.12).



Şekil 4.6. Farklı formüllü kurabiyelerin *b** değerleri üzerine *"formülasyon x antioksidan çeşidi"* (F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı, A.A: Askorbik asit, BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen)

Rüşeym bileşiminde karotenleri bulundurmasının yanı sıra temel pigmentinin ksantofil olarak bilinmektedir. Flavon tipi pigmentlerin ise rüşeymde diğer değirmen fraksiyonlarından daha fazla oranlarda bulunduğu rapor edilmektedir. Glikoflavonların yaklaşık %0.2-0.3 kadarı buğday rüşeyminden izole edilmiştir (Shurpalerkar ve Rao, 1977). Farklı formülasyonlardan elde edilen kurabiye örneklerinde yukarıdaki literatür bilgisini destekleyen değerlere 50 rüşeym: 50 un (28.37) ve 60 rüşeym: 40 un (29.28) oranı geçişinde yaşanırken 70 rüşeym: 30 un kombinasyonunda bu durum bozulmuştur.

Rizello ve ark. (2010) ekşi hamur yöntemi ile buğday rüşeymini fermente ederek kullandıkları beyaz ekmek denemeleri yaptıkları bir araştırmada *b** değerini sıfırıncı günde şahit örnekte (27.98) ham rüşeym ilaveli örnekten (28.02) daha düşük bulmuşlardır.

Singh ve Mohamed (2007) yaptıkları bir çalışmada vital gluten:soya proteini izolatı karışım oranlarını değiştirerek ürettikleri kurabiyelerde 50:50 gluten:soya protein izolatı karışımlı örneklerde *b** değerlerinin una ikame oranlarının artmasıyla birlikte yükseldiğini tespit etmişlerdir.

Altındağ (2011) farklı un tipi ve transglutaminaz ilavesiyle yaptığı kurabiye denemelerinde sıfırıncı gün için *b** değerlerini 35.11-40.11 arasında bulmuştur.

Levent (2005) farklı kaynaklardan elde edilen besinsel liflerin bisküvi kalitesi üzerine etkilerinin karşılaştırılmasını yaptığı çalışmasında bisküvi örneklerinin ortalama *b** değerlerini 21.59 olarak tespit etmiştir.

Bizim çalışmamızda askorbik asit ve BHT ilaveli kurabiye örneklerinden çıkarılan *b** değeri sonuçları için literatürde benzer bir çalışma bulunamadığı için net bir karşılaştırma yapılamamıştır. Ancak örneklerin yapımı sırasında homojen bir hamur yapısı oluşturmak için ilave edilen su miktarı tüm örneklerde askorbik asitli olanlarda daha fazla olmuştur. Fırın içerisinde pişerken bu su miktarının *b** değerini arttırdığı düşünülmektedir. Singh ve Mohamed (2007) yaptıkları bir çalışmada hamurun farinograf değerlerinden elde ettikleri katılması gereken su miktarlarının protein oranı arttıkça arttığı ve bu durumda yine *b** değerinin de gittikçe arttığı sonucunu bulmuşlardır.

4.2.3. Kimyasal analizler

Kurabiye örneklerinde sıfırıncı günde su, kül, protein, ham yağ, ham selüloz, serbest yağ asitliği miktarı ile peroksit sayısı tayini, mineral madde miktarı analizleri yapılmıştır. Sonuçları da ilk üç analiz için Çizelge 4.13 ile 4.14'te verilirken mineral madde (Çizelge 21, 22, 23, 24) hariç diğerleri Çizelge 17 ile 18'de özetlenmiştir.

4.2.3.1. Su miktarı

Farklı oranlarda rüşeym un kombinasyonlu ve yağ miktarlı kurabiyelerin su miktarları %0.29-11.01 arasında değişmiş olup genel ortalaması %4.31 bulunmuştur (Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14).

Arpa ununun buğday ununa farklı oranlarda ilave edilmesiyle hazırlanan kurabiye örneklerinde donma-çözünme döngüsünün etkisinin incelendiği bir araştırmada su miktarı arpa unu oranı sırasıyla %0-10-20-30-40 için % 8.2-8.4-8.5-8.6-8.7 şeklinde hesaplanmıştır (Gupta ve ark., 2011).

Farklı oranlarda bakliyat ununun (*Phaseolus aureus*) buğday ununa katılmasıyla elde edilen kurabiye örneklerinde su miktarının %10.98-12.00 arasında değiştiği bildirilmiştir (Ravij ve ark., 2012).

Örneklerin su miktarları varyans analiz sonuçlarına göre *"formül x antioksidan çeşidi"* interaksiyonu önemsiz çıkarken yağ oranı varyans kaynağı $p<0.01$ düzeyinde

önemli çıkmıştır (Çizelge 4.15). Kurabiye örneklerinin su miktarlarına ait "*yağ oranı"* interaksiyonu Şekil 4.7'de gösterilmiştir.

Student testi sonuçlarından yağ oranı faktöründe su miktarı değeri %0.65-8.24 arasında değişmiştir ve hepsi birbirinden istatistiki olarak farklı çıkmıştır (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.13. Kurabiye örneklerine ait su, kül, ham protein analiz sonuçları (1.tekerrür)*

FORMÜL	YAĞ ORANI (%)	AO.[1]	Su (%)	Kül (%)	Ham protein[2] (%)
F1	100 (50g)	A.A[3]	0.29	1.87	18.00
	100 (50g)	BHT[4]	0.60	2.10	18.00
	80 (40g)	A.A	2.42	1.93	18.00
	80 (40g)	BHT	1.26	2.17	19.00
	60 (30g)	A.A	4.33	2.00	18.00
	60 (30g)	BHT	2.76	2.43	20.00
	40 (20g)	A.A	5.13	2.04	21.00
	40 (20g)	BHT	5.81	2.71	22.00
	20 (10g)	A.A	11.01	2.06	23.00
	20 (10g)	BHT	7.92	2.23	25.00
F2	100 (50g)	A.A	0.31	2.10	19.00
	100 (50g)	BHT	0.55	2.50	19.00
	80 (40g)	A.A	4.81	2.24	19.00
	80 (40g)	BHT	2.51	2.59	19.00
	60 (30g)	A.A	7.82	2.37	20.00
	60 (30g)	BHT	4.78	2.74	21.00
	40 (20g)	A.A	5.76	2.42	24.00
	40 (20g)	BHT	6.09	2.85	24.00
	20 (10g)	A.A	5.03	2.44	25.00
	20 (10g)	BHT	8.37	2.40	26.00
F3	100 (50g)	A.A	0.32	2.33	19.00
	100 (50g)	BHT	1.50	2.89	19.00
	80 (40g)	A.A	1.31	2.43	20.00
	80 (40g)	BHT	1.01	3.08	20.00
	60 (30g)	A.A	3.57	2.55	21.00
	60 (30g)	BHT	2.46	3.17	22.00
	40 (20g)	A.A	5.07	2.62	24.00
	40 (20g)	BHT	4.65	3.26	24.00
	20 (10g)	A.A	9.27	2.69	26.00
	20 (10g)	BHT	8.55	2.78	28.00
Minimum-Maksimum			0.29-11.01	1.89-3.26	18.00-28.00
Ortalama±Standart sapma			4.17±3.02	2.46±0.36	21.36±2.85
Genel ortalama			4.31	2.50	21.86

*Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. [1]A.O: Antioksidan çeşidi [2] N×5.70 faktörü kullanılmıştır. [3]A.A: Askorbik asit [4]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

Çizelge 4.14. Kurabiye örneklerine ait su, kül, ham protein analiz sonuçları (2.tekerrür)*

FORMÜL	YAĞ ORANI (%)	AO.[1]	Su (%)	Kül (%)	Ham protein[2] (%)
F1	100 (50g)	A.A[3]	0.30	1.64	19.00
	100 (50g)	BHT[4]	0.58	2.55	19.00
	80 (40g)	A.A	2.40	2.00	19.00
	80 (40g)	BHT	1.28	2.86	20.00
	60 (30g)	A.A	4.34	2.43	19.00
	60 (30g)	BHT	2.75	2.65	21.00
	40 (20g)	A.A	5.10	2.31	22.00
	40 (20g)	BHT	5.84	2.83	23.00
	20 (10g)	A.A	11.00	2.12	24.00
	20 (10g)	BHT	7.93	2.54	26.00
F2	100 (50g)	A.A	0.60	2.00	20.00
	100 (50g)	BHT	0.55	2.75	20.00
	80 (40g)	A.A	5.65	2.12	20.00
	80 (40g)	BHT	6.49	2.75	20.00
	60 (30g)	A.A	7.98	2.53	21.00
	60 (30g)	BHT	5.54	2.83	22.00
	40 (20g)	A.A	6.21	2.56	25.00
	40 (20g)	BHT	8.50	2.95	25.00
	20 (10g)	A.A	6.09	2.54	26.00
	20 (10g)	BHT	7.31	2.21	27.00
F3	100 (50g)	A.A	0.45	2.13	20.00
	100 (50g)	BHT	1.83	2.85	20.00
	80 (40g)	A.A	1.28	2.63	21.00
	80 (40g)	BHT	0.94	2.87	21.00
	60 (30g)	A.A	4.85	2.43	22.00
	60 (30g)	BHT	2.63	3.00	23.00
	40 (20g)	A.A	4.86	2.54	25.00
	40 (20g)	BHT	3.78	3.56	25.00
	20 (10g)	A.A	8.54	2.67	27.00
	20 (10g)	BHT	7.91	2.83	29.00
Minimum-Maksimum			0.3-11.00	1.64-3.56	19.00-29.00
Ortalama±Standart sapma			4.45±3.01	2.55±0.38	22.36±2.85
Genel ortalama			4.31	2.50	21.86

*Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. [1]A.O: Antioksidan çeşidi [2] N×5.70 faktörü kullanılmıştır. [3]A.A: Askorbik asit [4]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

Çizelge 4.15. Kurabiye örneklerinin su, kül ve ham protein değerleri ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları[1]

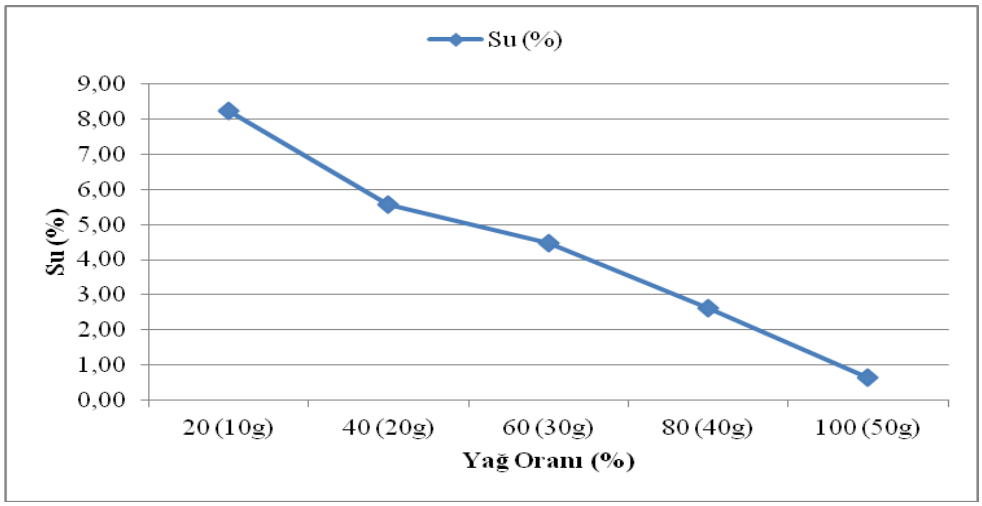
VK	SD	Su		Kül		Ham protein	
		KT	F	KT	F	KT	F
Formül (A)	2	17.894	18.488**	2.428	44.246**	45.733	45.733**
Yağ Oranı (B)	4	399.752	206.504**	1.150	10.476**	402.266	201.133**
AxB	8	63.888	16.501**	0.057	0.260ns	8.933	2.233ns
Antioksidan Çeşidi (C)	1	3.001	6.202*	2.899	105.638**	8.066	16.133**
AxC	2	2.513	2.596ns	0.107	1.960ns	1.733	1.733ns
BxC	4	12.729	6.575**	0.563	5.131**	6.266	3.133*
AxBxC	8	16.124	4.164**	0.154	0.705ns	0.933	0.233ns
Hata	30	14.51850		0.823		15.00	

[1]* p< 0.05 düzeyinde önemli. ** p< 0.01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz

Çizelge 4.16. Kurabiye örneklerinin su, kül ve ham protein değerleri ortalamalarına ait Student testi sonuçları*

Faktör	N	Su (%)	Kül (%)	Ham protein (%)
Formül (A)				
F1	**20**	4.15^{b}	2.27^{c}	20.70^{c}
F2	**20**	5.04^{a}	2.49^{b}	22.10^{b}
F3	**20**	3.73^{b}	2.76^{a}	22.80^{a}
Yağ Oranı (%) (B)				
100 (50g)	**12**	0.65^{e}	2.30^{c}	19.16^{d}
80 (40g)	**12**	2.61^{d}	2.47^{b}	19.66^{d}
60 (30g)	**12**	4.48^{c}	2.59^{ab}	20.83^{c}
40 (20g)	**12**	5.56^{b}	2.72^{a}	23.66^{b}
20 (10g)	**12**	8.24^{a}	2.45^{b}	26.00^{a}
Antioksidan Çeşidi (C)				
AA[1]	**30**	4.53^{a}	2.29^{b}	21.50^{b}
BHT[2]	**30**	4.08^{b}	2.73^{a}	22.23^{a}

*Sütunda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. [1]A.A: Askorbik asit [2]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı



Şekil 4.7. Farklı formüllü kurabiyelerin su miktarı değerleri üzerine "*yağ oranı*" interaksiyonu

Sonuçlar yağ oranı bakımından değerlendirildiğinde yağ oranının azalması ile su miktarının arttığı ve hepsinin istatistiki olarak farklı çıktığı belirlenmiştir. Düşük yağlı ve yüksek lifli bisküvilerde yağın yumuşatma etkisinin daha çok su kullanılarak sağlanmaya çalışıldığı, bunun daha fazla gluten gelişimine neden olduğu ve daha sert yapıda hamur oluşturduğu ifade edilmektedir (Manley 2000). Deneme desenimize göre kurabiye yapımında en fazla suyu %20 (10g) yağ içerenler için kullandığımızdan en fazla su değeri de bu örneklerden elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar kaynaktaki bilgiyi desteklemektedir.

4.2.3.2. Kül miktarı

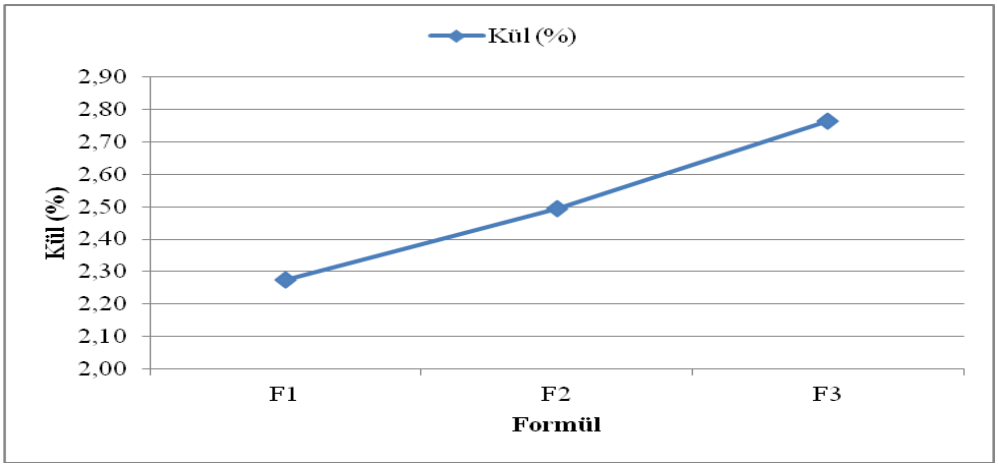
Farklı formülasyonlarla elde edilen rüşeym katkılı kurabiyelerin kül miktarı ortalama değerleri 1. tekerrür için %2.46, 2. tekerrür için %2.55 bulunurken genel ortalama %2.50 şeklinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14).

Ubbor ve Akobundo (2009) karpuz çekirdeği unu, kasava unu ve buğday unu karışımları ile farklı oranlarda formülasyonlar oluşturup kurabiyelerin kalitesi üzerine etkilerini araştırdıkları bir incelemede örneklerin kül değerlerini %2.15-6.33 aralığında bulduklarını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.15'te verilen varyans analiz sonuçlarına göre formül, yağ oranı ve antioksidan çeşidi faktörleri önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Student testi sonuçlarından rüşeym un oranında 50:50 (%2.27) oranından elde edilen kül miktarının 70:30 (%2.76) oranına göre daha düşük olduğu çıkarımı yapılmıştır. İlave edilen rüşeym miktarı arttıkça kül miktarı da artmıştır (Çizelge 4.16). Farklı formülasyonlarla elde edilen rüşeym katkılı kurabiyelerin kül miktarına ait formülasyon faktörü için interaksiyonu Şekil 4.8'de gösterilmiştir.

Buğday ununa yağı uzaklaştırılmış buğday rüşeyminin %0-25 oranında ikame edilmesiyle yapılan kurabiyelerin fonksiyonel ve besleyicilik özelliklerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada artan yağsız buğday rüşeymi oranı arttıkça kül miktarının da yükseldiği belirtilmiştir (Arshad ve ark., 2007).



4.8. Farklı formüllü kurabiyelerin kül miktarı değerleri üzerine *"formül"* interaksiyonu (F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı)

4.2.3.3. Ham protein miktarı

Farklı formülasyonlarla elde edilen rüşeym katkılı kurabiyelerin ham protein miktarı en yüksek %29 ile 70 rüşeym: 30 un oranındaki %20 (10g) yağa sahip kurabiyede en düşük değer ise %18 ile 50 rüşeym: 50 un oranındaki %100 (50g) yağa sahip örnekten elde edilmiştir. Genel ortalaması da %21.86 şeklinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14).

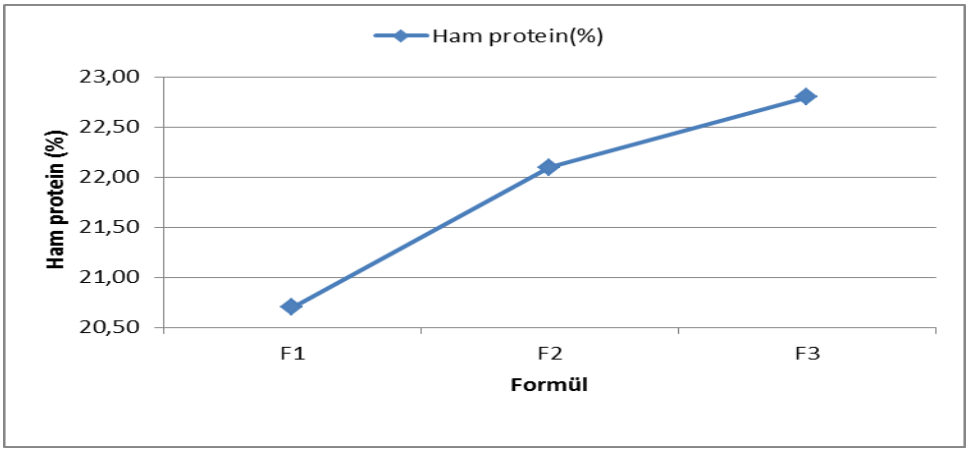
Varyans analiz sonuçlarına göre formül, yağ oranı varyans kaynakları $p<0.01$ düzeyinde etkili bulunurken *"formül x yağ oranı"* interaksiyonunun hiçbir etkisinin olmadığı kanaatine varılmıştır (Çizelge 4.15).

Buğday rüşeymi buğday unuyla karşılaştırıldığında rüşeymin yaklaşık 3 kat protein, 6 kat mineral madde, 7 kat yağ, 15 kat şekeri daha fazla bulundurduğu rapor edilmiştir (Shurpalekar ve Rao, 1977).

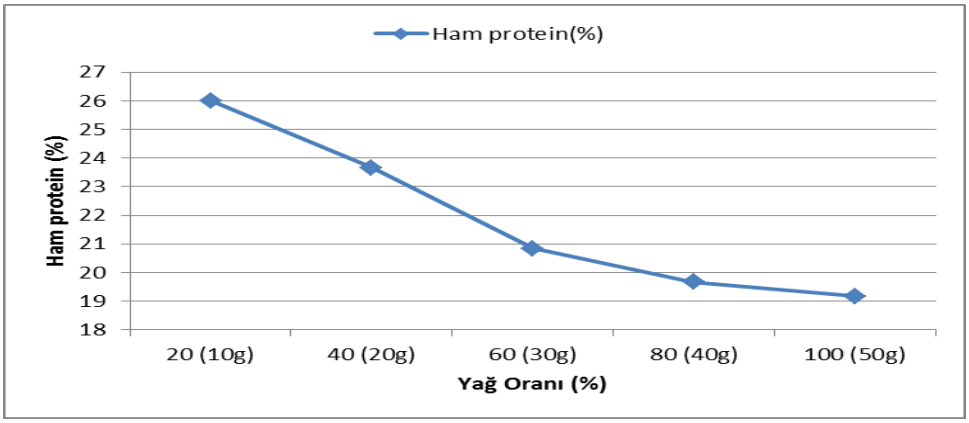
Student testi sonuçları da Çizelge 4.16'da verilmiş olup tüm faktörler için istatistiki önem taşıyan rakamlar elde edilmiştir. Çizelgeye göre formül faktörüne bakıldığında artan rüşeym kombinasyonuyla ham protein miktarının beklenen bir şekilde arttığı görülmektedir. Yağ oranındaki azalma oranının tersine ham protein miktarının artması çok tahmin edilen bir durum olmamasına rağmen Arshad ve ark. (2007) Pakistan'da yaptıkları buğday ununa yağı uzaklaştırılmış buğday rüşeyminin %0-25 oranında ikame edilmesiyle yaptıkları kurabiyelerde benzer bulgulara rastlamışlardır. %0-5-10-15-20 oranında formülasyona katılan yağsız rüşeymle birlikte elde edilen sonuçlar ham protein miktarında %15'de %15.4 iken %25'de %16.20 şeklindedir. Bu çalışma ile ilişkilendirecek olursak yağsız rüşeymin formülasyona ilave edilmesi yağ oranının azaltılması gibi düşünülürse yağ oranı azaldıkça ham protein miktarında bir artış gözlemlenebilir değerlendirmesinin yapılabileceği düşünülmektedir.

Cihinma ve Gernah (2007) kasava, soya fasulyesi ve mangodan elde ettikleri unları değişik oranlarda harmanlayarak ürettikleri kurabiye denemelerinde ham protein miktarlarını %6.83-16.60 aralığında hesapladıklarını bildirmişlerdir.

Mohsen ve ark. (2009) buğday ununa soya proteini izlotanı beşer birimlik artışlarla %0-20 arasında ilave ederek elde ettikleri kurabiye örneklerinde en düşük ham protein değerini depolama yapılmadan önce kontrol grubunda %12.35 ölçmüşken en yüksek değeri %20 grubunda %20.43 olarak bulmuşlardır.



Şekil 4.9. Farklı formüllü kurabiyelerin ham protein miktarı değerleri üzerine "*formül"* interaksiyonu (F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı)



Şekil 4.10. Farklı formüllü kurabiyelerin ham protein miktarı değerleri üzerine''*yağ oranı''* interaksiyonu

4.2.3.4. Ham yağ miktarı

Deneme desenine göre üretilen rüşeym katkılı kurabiyelerin ham yağ sonuçları %12.00-33.00 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18). Śkrbić ve Cvejanov (2011) beyaz buğday ununa ve tam buğday ununa farklı dozlarda ayçiçeği tohumu ve arpa unu ilave ederek yaptıkları kurabiyelerde yağ değerini en düşük %17.7 , en yüksek %29.9 olarak bulmuşlardır.

Varyans analiz sonuçlarına göre antioksidan çeşidi kaynağı önemsiz çıkarken "*formül x yağ oranı x antioksidan çeşidi"* interaksiyonu $p<0.01$ düzeyinde, *"formül x yağ oranı"* interaksiyonu $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Student testi sonuçları incelendiğinde formülasyon faktöründe artan rüşeym oranına göre yağ oranının da arttığı ve istatistiki olarak birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Antioksidan çeşidi faktöründe ise değerler istatistiki olarak benzer çıkmıştır (Çizelge 4.20).

Rüşeym, buğday tanesinin yağ bakımından en zengin kısmı olup, %10 civarında yağ içermektedir (Mecham, 1978; Barnes, 1983; Kahlon, 1989).

Arshad ve ark. (2008) buğday rüşeyminden ekstrakte ettikleri yağ ile ürettikleri kurabiye örneklerinden ilave edilen rüşeym yağının artmasıyla beraber ham yağ oranının da yükseldiği sonucuna varmışlardır.

Buğday rüşeymi katkılı bir makarna araştırmasında kontrol grurbu makarnanın ham yağ değeri %2.3, %15 ham rüşeym ilave edilen makarnanınki %5.2 olarak tespit edilmiştir (Pınarlı ve ark., 2004). Çalışmamızda elde edilen değerler de literatürle uyum sağlamıştır.

Çizelge 4.17. Kurabiye örneklerine ait ham yağ, ham selüloz, serbest yağ asitliği ve peroksit sayısı analiz sonuçları (1.tekerrür)*

FORMÜL	YAĞ ORANI (%)	AO.[1]	Ham yağ (%)	Ham selüloz (%)	Serbest yağ asitliği[2]	Peroksit sayısı[3]
F1	100 (50g)	A.A[4]	33.00	4.50	1.22	5.44
	100 (50g)	BHT[5]	33.00	4.26	1.12	2.52
	80 (40g)	A.A	28.00	4.32	1.00	7.60
	80 (40g)	BHT	29.00	4.08	1.18	1.96
	60 (30g)	A.A	23.00	4.14	1.45	3.40
	60 (30g)	BHT	23.00	3.90	1.23	1.94
	40 (20g)	A.A	18.00	3.96	1.67	4.85
	40 (20g)	BHT	18.00	3.72	1.68	1.04
	20 (10g)	A.A	12.00	3.78	1.88	1.37
	20 (10g)	BHT	12.00	3.54	1.77	1.03
F2	100 (50g)	A.A	33.00	5.09	1.50	1.92
	100 (50g)	BHT	33.00	4.85	1.33	4.56
	80 (40g)	A.A	29.00	4.91	1.39	1.70
	80 (40g)	BHT	28.00	4.67	1.45	3.46
	60 (30g)	A.A	24.00	4.73	1.51	1.44
	60 (30g)	BHT	24.00	4.49	1.56	4.42
	40 (20g)	A.A	18.00	4.56	1.68	5.94
	40 (20g)	BHT	18.00	4.31	1.89	2.43
	20 (10g)	A.A	13.00	4.37	2.34	0.96
	20 (10g)	BHT	13.00	4.13	2.30	1.96
F3	100 (50g)	A.A	33.00	5.97	1.56	2.08
	100 (50g)	BHT	33.00	5.73	1.46	3.50
	80 (40g)	A.A	29.00	5.79	1.46	3.11
	80 (40g)	BHT	29.00	5.55	1.57	4.25
	60 (30g)	A.A	25.00	5.61	1.62	2.45
	60 (30g)	BHT	24.00	5.37	1.66	1.96
	40 (20g)	A.A	19.00	5.43	1.78	2.00
	40 (20g)	BHT	19.00	5.19	1.72	4.36
	20 (10g)	A.A	14.00	5.25	2.74	6.15
	20 (10g)	BHT	14.00	5.01	2.52	1.54
Minimum-Maksimum			12.00-33.00	3.54-5.97	1.00-2.74	70.96-7.60
Ortalama±Standart sapma			23.36±7.27	4.70±0.67	1.64 ±0.40	3.04 ±1.72
Genel ortalama			23.38	4.69	1.65	2.98

*Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. [1]A.O: Antioksidan çeşidi [2]Oleik asit cinsinden % [3]meqO_2/kg yağ [4]A.A: Askorbik asit [5]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

Çizelge 4.18. Kurabiye örneklerine ait ham yağ, ham selüloz, serbest yağ asitliği ve peroksit sayısı analiz sonuçları (2.tekerrür)*

FORMÜL	YAĞ ORANI (%)	AO.[1]	Ham yağ (%)	Ham selüloz (%)	Serbest yağ asitliği[2]	Peroksit sayısı[3]
F1	100 (50g)	A.A[4]	33.00	4.55	1.18	5.5
	100 (50g)	BHT[5]	31.00	4.30	1.23	2.32
	80 (40g)	A.A	28.00	4.45	0.92	4.67
	80 (40g)	BHT	29.00	4.10	1.32	1.84
	60 (30g)	A.A	23.00	4.23	1.65	2.45
	60 (30g)	BHT	24.00	3.86	1.19	2.09
	40 (20g)	A.A	18.00	3.98	1.75	1.24
	40 (20g)	BHT	18.00	3.63	1.54	1.26
	20 (10g)	A.A	12.00	3.69	1.63	1.72
	20 (10g)	BHT	13.00	3.43	1.83	1.12
F2	100 (50g)	A.A	33.00	5.12	1.46	2.24
	100 (50g)	BHT	33.00	4.76	1.23	4.69
	80 (40g)	A.A	29.00	4.81	1.39	1.65
	80 (40g)	BHT	28.00	4.50	1.59	3.51
	60 (30g)	A.A	24.00	4.82	1.35	1.56
	60 (30g)	BHT	24.00	4.38	1.65	3.38
	40 (20g)	A.A	19.00	4.49	1.78	6.59
	40 (20g)	BHT	18.00	4.25	2.00	2.3
	20 (10g)	A.A	13.00	4.44	2.46	1.04
	20 (10g)	BHT	13.00	4.09	2.45	2.22
F3	100 (50g)	A.A	33.00	6.00	1.62	2.35
	100 (50g)	BHT	33.00	5.80	1.32	3.94
	80 (40g)	A.A	29.00	5.63	1.50	4.02
	80 (40g)	BHT	29.00	5.47	1.68	4.12
	60 (30g)	A.A	25.00	5.57	1.54	2.84
	60 (30g)	BHT	24.00	5.29	1.70	1.86
	40 (20g)	A.A	19.00	5.36	1.84	2.49
	40 (20g)	BHT	19.00	5.22	1.62	4.28
	20 (10g)	A.A	14.00	5.30	2.80	6.87
	20 (10g)	BHT	14.00	5.16	2.75	1.76
Minimum-Maksimum			12.00-33	3.43-6.00	0.92-2.80	1.04-6.87
Ortalama±Standart sapma			23.4±7.11	4.68±0.68	1.66±0.44	2.93±1.57
Genel ortalama			23.38	4.69	1.65	2.98

*Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. [1]A.O: Antioksidan çeşidi [2]Oleik asit cinsinden % [3]meqO_2/kg yağ [4]A.A: Askorbik asit [5]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

Çizelge 4.19. Kurabiye örneklerinin ham yağ, ham selüloz, serbest yağ asitliği, peroksit sayısı ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları[1]

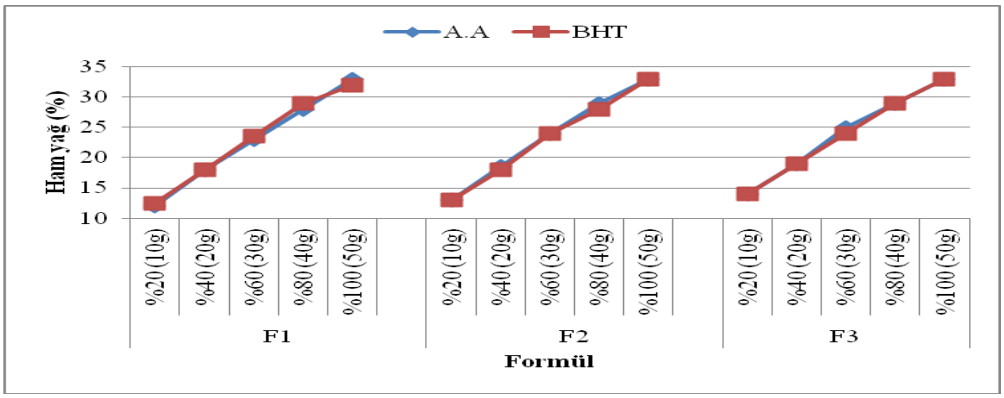
VK	SD	Ham yağ		Ham selüloz		Serbest yağ asitliği[2]		Peroksit sayısı[3]	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Formül (A)	2	10.033	43.000**	21.793	2978.646**	1.723	125.393**	3.031	3.419*
Yağ Oranı (B)	4	2979.100	6383.785**	3.922	268.035**	7.247	263.661**	14.558	8.210**
AxB	8	2.800	3.000*	0.050	1.723ns	0.865	15.737**	33.006	9.306**
Antioksidan Çeşidi (C)	1	0.150	1.285ns	1.016	277.886**	0.0002	0.041ns	4.277	9.648**
AxC	2	0.700	3.000ns	0.017	2.452ns	0.031	2.261ns	21.527	24.279**
BxC	4	0.433	0.928ns	0.006	0.466ns	0.172	6.270**	7.937	4.476**
AxBxC	8	3.466	3.714**	0.004	0.160ns	0.251	4.581**	61.161	17.245**
Hata	30	0.117		0.109		0.206		13.299	

[1] [2]Oleik asit cinsinden % [3] meqO_2/kg yağ

Çizelge 4.20. Kurabiye örneklerinin ham yağ, ham selüloz, serbest yağ asitliği, peroksit sayısı ortalamalarına ait Student testi sonuçları*

Faktör	N	Ham yağ (%)	Ham selüloz (%)	Serbest yağ asitliği[1]	Peroksit sayısı[2]
Formül (A)					
F1	**20**	22.90^{c}	3.98^{c}	1.42^{c}	2.76^{b}
F2	**20**	23.35^{b}	4.58^{b}	1.71^{b}	2.89^{ab}
F3	**20**	23.90^{a}	5.47^{a}	1.82^{a}	3.29^{a}
Yağ Oranı (%) (B)					
100 (50g)	**12**	32.83^{a}	5.08^{a}	1.35^{d}	3.42^{a}
80 (40g)	**12**	28.66^{b}	4.83^{b}	1.37^{d}	3.49^{a}
60 (30g)	**12**	23.91^{c}	4.65^{c}	1.50^{c}	2.48^{b}
40 (20g)	**12**	18.41^{d}	4.48^{d}	1.74^{b}	3.23^{a}
20 (10g)	**12**	13.08^{e}	4.35^{e}	2.28^{a}	2.31^{b}
Antioksidan Çeşidi (C)					
A.A[3]	**30**	23.43^{a}	4.85^{a}	1.65^{a}	3.25^{a}
BHT[4]	**30**	23.33^{a}	4.50^{b}	1.65^{a}	2.72^{b}

*Sütunda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$). Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı [1]Oleik asit cinsinden % [2]meqO_2/kg yağ [3]A.A: Askorbik asit [4]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen



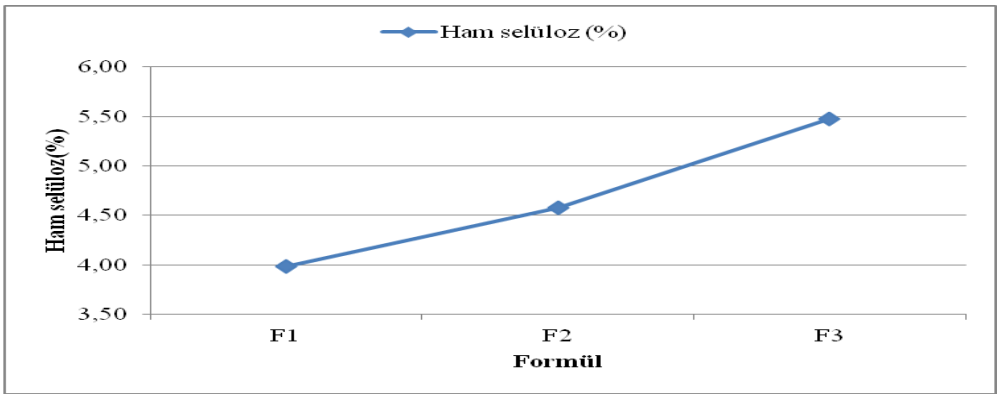
Şekil 4.11. Farklı formüllü kurabiyelerin yağ miktarı değerleri üzerine *"formül x yağ oranı x antioksidan çeşidi"* interaksiyonu (F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı, A.A: Askorbik asit, BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen)

4.2.3.5. Ham selüloz miktarı

Değişik rüşeym un oranları ile edilen kurabiyelerin ham selüloz değerleri Çizelge 4.17 ile Çizelge 4.18'de verilmiştir. Ortalama %4.69, en yüksek değer 70 rüşeym: 30 un oranlı askorbik asit ilaveli %100 (50g) yağa sahip örnekten %6.00 olarak hesaplanmıştır.

Varyans analiz sonuçlarına göre formül, yağ oranı ve antioksidan çeşidi ham selüloz miktarı açısından etkili ($p<0.01$), diğer faktörler ise etkisiz çıkmıştır (Çizelge 4.19).

Formülasyona ilave edilen rüşeym miktarının artması ham selüloz miktarı değerlerini de arttırmıştır. 50:50, 60:40, 70:30 rüşeym: un oranlarında istatistiki olarak en önemli etkiyi üçüncü formülasyona denk gelen 70 rüşeym: 30 un oranı sağlamıştır. Yine bu sırayla ortalama %3.98, 4.58, 5.47 değerleri elde edilmiştir (Çizelge 4.20).



Şekil 4.12. Farklı formüllü kurabiyelerin ham selüloz miktarı değerleri üzerine *''formül''* interaksiyonu (F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı)

Kurabiye örneklerinde ham selüloz miktarı açısından önemli ($p<0.01$) görülen formül interaksiyonu Şekil 4.12'de gösterilmiştir. Buna göre kurabiye formülasyonlarına ilave edilen rüşeym oranının artması ham selüloz miktarını artırmıştır.

El-Hady (2012) buğday ununa ikame %5-10-15-20-25 oranında yağı alınmış buğday rüşeymi unu kullanarak proteince ve mineralce zengin bisküvi üretimini amaçladığı araştırmasında ham selüloz için dozun artmasıyla bu değerin de yükseldiğini analiz sonuçlarıyla kanıtlamıştır.

Aynı şekilde Arshad ve ark. (2007) yağı alınmış buğday rüşeymi ile yaptığı kurabiye denemelerinde El-Hady (2012) ile benzer doğrultuda sonuçlarla karşılaşmıştır. Ham selüloz değerini en yüksek %25 yağsız rüşeym ilaveli kurabiyede %3.27, en düşük %0 yağsız rüşeym ilaveli kurabiyelerde bulduğunu raporlamıştır.

4.2.3.6. Serbest yağ asitliği miktarı

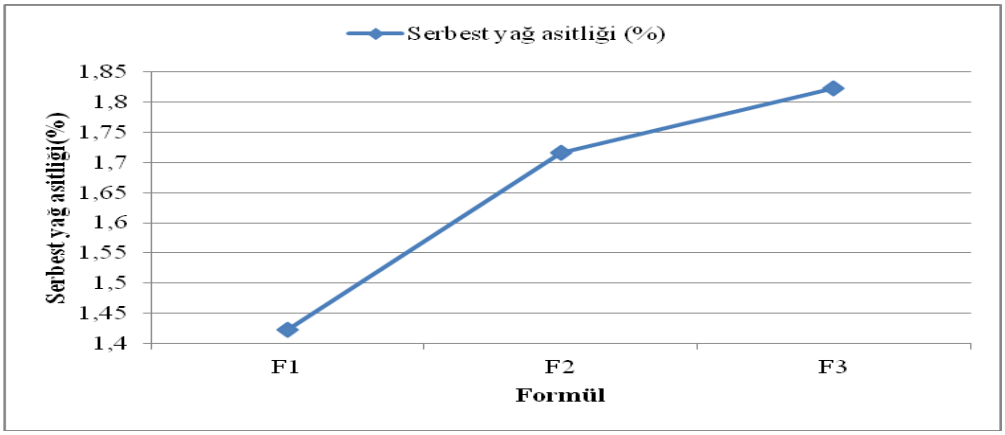
Değişik rüşeym un oranları ile üretilen kurabiyelerin serbest yağ asitliği değerleri Çizelge 4.17 ile Çizelge 4.18'de özetlenmiştir. Serbest yağ asitliği değerleri %0.98-2.98 arasında değişim göstermiştir. En yüksek ve düşük değerler ikinci tekerrür kurabiyelerden elde edilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre *"formül x yağ oranı"* interaksiyonu $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Etkili olmayan faktörler antioksidan çeşidi ve "*formül x antioksidan çeşidi"* ineteraksiyonudur (Çizelge 4.19) .

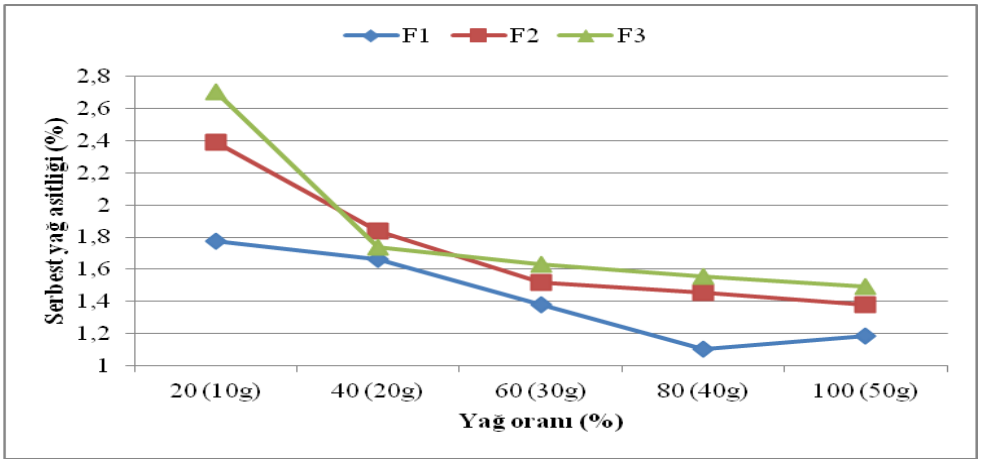
Student testi sonuçlarına dayanarak artan rüşeym oranıyla serbest yağ asitliği değerinin giderek yükseldiği ve istatistiki olarak farklı sonuçlar verdiği bilgisi çıkarılmıştır. Ayrıca antioksidan çeşidi faktörü için değerlendirildiğinde hesaplanan değerlerin birbirinden istatistiki olarak farklı olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.20).

Budryn ve Nebesny (2012) yeşil ve kavrulmuş kahve çekirdeklerinin antioksidan özelliğini kullanarak yaptıkları çalışmada kurabiyelerin sıfırıncı gün asit değerini (mg KOH/ g yağ) kavrulmuş kahve çekirdekli olanlar için %1.3-1.6, yeşil kahve çekirdekli olanlarda ise %1.3-1.9 olarak bulmuşlardır.

Altındağ (2011) farklı un tipi ve transglutaminaz ilavesiyle yaptığı kurabiye denemelerinde sıfırıncı gün için serbest yağ asitliği değerlerini %0.70-1.45 aralığında değiştiğini bildirmiştir.



Şekil 4.13. Farklı formüllü kurabiyelerin serbest yağ asitliği miktarı değerleri üzerine *"formül"* interaksiyonu (F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı)



Şekil 4.14. Farklı formüllü kurabiyelerin serbest yağ asitliği miktarı değerleri üzerine *"formül x yağ oranı"* interaksiyonu (F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı)

Deneme desenine göre yapılan kurabiyeler serbest yağ asitliği bakımından genel olarak incelendiğinde artan unu tamamlayıcı rüşeym miktarı arttıkça yükselmesine rüşeymin kimyasal kompozisyonunun sebep olduğu düşünülmektedir. Literatürde konuyla ilgili buğday rüşeyminin birçok üstün özelliğe sahip olmasına rağmen yüksek oranda doymamış yağ asidi bulundurduğu bilgisi yer almaktadır (Shurpalerkar ve Rao, 1977).

Rüşeym yağı, özellikle iki veya üç çift bağ içeren doymamış yağ asitleri bakımından zengin olup, %42-62 oranında linoleik asit (18:2) ve %12-28 oranında oleik asit (18:1) içermektedir (Mecham, 1978; Barnes, 1983; Kahlon, 1989).

Student testine göre $p<0.01$ düzeyinde önemli görülen formül interaksiyonu Şekil 4.13'de, "*formül x yağ oranı"* interaksiyonu Şekil 4.14'de gösterilmiştir. Formül interaksiyonu rüşeymin kimyasal kompozisyonu ile açıklanırken diğer interaksiyonda yağ oranının azalması ile serbest asitlik değerinin oransal artışı tahmin edilen bir durumdur.

4.2.3.7. Peroksit sayısı tayini

Değişik rüşeym un kombinasyonları ile üretilen kurabiyelerin peroksit sayısı değerleri ($meqO_2$/kg yağ) 0.96-7.6 arasında bulunmuştur. 1. tekerrür ve 2. tekerrür

peroksit sayısı ortalaması sırasıyla 3.04 ve 2.93, genel ortalaması ise 2.98 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18).

Varyans analiz sonuçlarına göre formül varyasyon kaynağı $p<0.05$ düzeyinde diğer faktörler ve interaksiyonlar ise $p<0.01$ düzeyinde önemli olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.19).

Student testi sonuçları Çizelge 4.20'da özetlenmiştir. Buna göre 70 rüşeym: 30 un oranındaki (3.29) peroksit sayısı değeri istatistiki olarak 50 rüşeym: 50 un (2.76) oranlı kurabiyelerden den daha önemli bulunurken 60 rüşeym: 40 un (2.89) kombinasyonu ikisi arasında birbirine benzer çıkmıştır. Antioksidan çeşidi açısından incelendiğinde de askorbik asit BHT'ye nazaran istatistiki olarak daha etkili olmuştur.

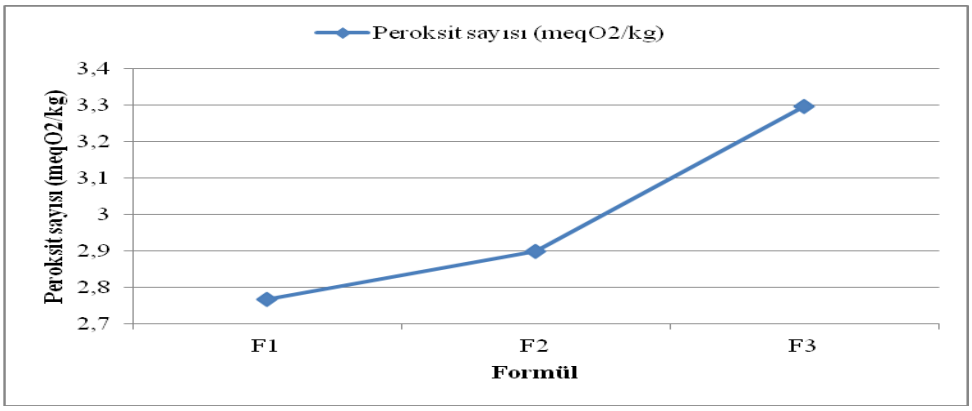
Literatürde rüşeym miktarının artmasına bağlı olarak peroksit sayısında artış tespit edilen bir örneğe net olarak rastlanmadığı için genel bir değerlendirme yapılmıştır.

Waheed ve ark. (2010) interesterifiye palm ve pamuk yağını formülasyona katarak yaptıkları denemede 0.34-0.37 peroksit sayısı değerlerini sıfırıncı gün analizleri sonucunda bulmuşlardır.

Farklı un tipi ve transglutaminaz ilavesi ile hazırlanan kurabiyelerin peroksit değerleri sıfırıncı günde 1.30-6.45 şeklinde bildirilmiş olup en yüksek değere %100 karabuğday formülünde rastlanmıştır (Altındağ, 2011).

Şekil 4.15'de verilen "*formül x yağ oranı"* interaksiyonuna göre katkıda rüşeym miktarının artması peroksit sayısı değerini doğru orantılı olarak etkilemiştir.

Oksidasyon doymamış yağ oranı fazla olan ürünlerde daha hızlı meydana gelmektedir (Altuğ ve ark., 2006). Rüşeym yağı, özellikle iki veya üç çift bağ içeren doymamış yağ asitleri bakımından zengin bir kaynaktır (Mecham, 1978; Barnes, 1983; Kahlon, 1989). Böylelikle rüşeymdeki yağın kimyasal biçimi doymamış yağ asitlerini arttıracağından bulduğumuz sonuç desteklenmiştir.



Şekil 4.15. Farklı formüllü kurabiyelerin peroksit sayısı miktarı değerleri üzerine "*formül"* interaksiyonu (F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı)

4.2.3.8. Mineral madde miktarı

Değişik rüşeym un oranları ile üretilen kurabiyelerin mineral madde değerleri Çizelge 4.21, Çizelge 4.22, Çizelge 4.23 ve Çizelge 4.24'de verilmiştir. Kurabiye örneklerinde mineral madde olarak kalsiyum (Ca), demir (Fe), bakır (Cu), magnezyum (Mg), potasyum (K), mangan (Mn), fosfor (P) ve çinko (Zn) mineralleri incelenmiştir. Bu mineral maddelerin varyans analiz sonuçları da Çizelge 4.24 ve Çizelge 4.25'de özetlenmiştir.

Genel olarak varyans analiz çizelgelerine bakıldığında formül kaynağının $p<0.01$ düzeyinde önemli çıktığı fark edilmektedir. Rüşeym oranıyla göze çarpan bu artışın, kullanılan hammaddeler içerinde una nazaran rüşeymin mineral madde miktarının daha yüksek sonuçlar vermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 4.4).

Kalsiyum (Ca): İnsan vücudu açısından önemi özellikle kemik yapısı ve diş oluşumu açısından aldığı görevlere bağlanmaktadır. Bu nedenle insan vücudundaki kalsiyumun %99'u kemiklerde ve dişlerde bulunur. Ayrıca kas sistemi, enerji üretimi, kanın pıhtılaşması, sinir iletimi gibi üstlendiği başka görevleri de mevcuttur (Anonim, 2014a).

Rüşeym katkılı kurabiyelerin Ca miktarı 33.11 ile 46.83 mg/100g arasında değişim göstermiştir ve genel ortalaması 41.64 mg/100g olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.23).

Çizelge 4.21. Kurabiye örneklerine ait Ca, Fe, Cu, Mg mineral madde analiz sonuçları (mg/100g) (1.tekerrür)*

FORMÜL	YAĞ ORANI (%)	AO.[1]	Ca[2]	Fe[3]	Cu[4]	Mg[5]
F1	100 (50g)	A.A[6]	35.72	9.44	0.63	134.40
	100 (50g)	BHT[7]	38.47	5.54	0.57	136.45
	80 (40g)	A.A	36.13	6.41	0.69	143.41
	80 (40g)	BHT	40.00	6.92	0.65	147.77
	60 (30g)	A.A	39.57	6.27	0.66	149.92
	60 (30g)	BHT	37.89	6.47	0.61	157.65
	40 (20g)	A.A	41.43	7.55	0.70	161.75
	40 (20g)	BHT	42.14	7.15	0.76	166.89
	20 (10g)	A.A	44.44	8.21	0.80	178.39
	20 (10g)	BHT	41.48	6.48	0.67	180.17
F2	100 (50g)	A.A	38.58	9.48	0.62	162.58
	100 (50g)	BHT	39.73	8.14	0.62	162.00
	80 (40g)	A.A	39.00	6.24	0.58	166.01
	80 (40g)	BHT	38.46	6.34	0.76	163.53
	60 (30g)	A.A	41.24	13.05	0.65	176.67
	60 (30g)	BHT	40.12	6.66	0.68	180.49
	40 (20g)	A.A	43.50	14.87	0.71	192.42
	40 (20g)	BHT	44.11	7.31	0.74	195.96
	20 (10g)	A.A	45.29	13.95	0.81	204.65
	20 (10g)	BHT	45.97	8.27	0.81	201.63
F3	100 (50g)	A.A	38.52	10.41	0.66	181.62
	100 (50g)	BHT	38.35	9.41	0.70	164.81
	80 (40g)	A.A	39.48	8.08	0.88	176.93
	80 (40g)	BHT	44.74	11.90	0.66	184.45
	60 (30g)	A.A	43.43	8.07	0.77	191.28
	60 (30g)	BHT	41.78	7.86	0.68	194.84
	40 (20g)	A.A	46.83	8.29	0.83	205.52
	40 (20g)	BHT	44.71	7.94	0.74	193.70
	20 (10g)	A.A	46.15	11.77	0.88	210.97
	20 (10g)	BHT	44.55	9.48	0.90	208.52
Minimum-Maksimum			35.72-46.83	5.54-14.87	0.57-0.90	134.40-210.97
Ortalama±Standart sapma			41.39±0.56	8.60±2.40	0.71±0.08	175.85±21.62
Genel ortalama			41.64	9.14	0.71	175.84

*Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. [1]A.O: Antioksidan çeşidi [2]Ca: Kalsiyum [3]Fe: Demir [4]Cu: Bakır [5] Mg: Magnezyum [6]A.A: Askorbik asit [7]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

Çizelge 4.22. Kurabiye örneklerine ait K, Mn, P, Zn mineral madde analiz sonuçları (mg/100g) (1.tekerrür)*

FORMÜL	YAĞ ORANI (%)	AO.[1]	K[2]	Mn[3]	P[4]	Zn[5]
F1	100 (50g)	A.A[6]	403.80	5.64	330.28	3.51
	100 (50g)	BHT[7]	408.71	5.61	339.41	3.47
	80 (40g)	A.A	418.35	5.68	346.48	3.65
	80 (40g)	BHT	434.27	5.98	357.72	3.71
	60 (30g)	A.A	445.13	6.15	364.69	3.82
	60 (30g)	BHT	461.78	6.65	385.07	4.12
	40 (20g)	A.A	487.79	6.68	396.41	4.13
	40 (20g)	BHT	495.48	6.78	410.30	4.34
	20 (10g)	A.A	530.39	7.43	434.65	4.65
	20 (10g)	BHT	529.74	7.35	442.95	4.45
F2	100 (50g)	A.A	480.00	6.90	396.59	4.23
	100 (50g)	BHT	474.82	6.98	394.55	4.35
	80 (40g)	A.A	489.44	7.03	409.06	4.39
	80 (40g)	BHT	488.56	7.17	412.52	4.57
	60 (30g)	A.A	526.10	7.74	440.69	4.85
	60 (30g)	BHT	517.55	7.56	434.69	4.72
	40 (20g)	A.A	562.12	8.14	466.94	5.13
	40 (20g)	BHT	560.78	8.06	472.08	5.11
	20 (10g)	A.A	601.76	8.96	504.53	5.54
	20 (10g)	BHT	599.71	8.86	504.41	5.48
F3	100 (50g)	A.A	519.37	7.50	431.46	4.75
	100 (50g)	BHT	500.12	7.42	408.69	4.45
	80 (40g)	A.A	537.78	7.91	436.84	4.93
	80 (40g)	BHT	541.78	8.01	438.84	5.16
	60 (30g)	A.A	566.95	8.37	466.48	5.22
	60 (30g)	BHT	579.93	8.50	469.80	5.68
	40 (20g)	A.A	629.65	9.23	503.19	5.44
	40 (20g)	BHT	609.93	8.87	497.06	5.52
	20 (10g)	A.A	643.65	9.50	529.66	6.00
	20 (10g)	BHT	639.65	9.28	512.20	5.91
Minimum-Maksimum			403.80-643.65	5.61-9.50	330.28-529.66	3.47-6.00
Ortalama±Standart sapma			522.84±67.70	7.53±1.11	431.27±54.39	4.71±0.68
Genel ortalama			522.83	7.53	431.25	4.69

*Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. [1]A.O: Antioksidan çeşidi [2]K: Potasyum [3]Mn: Mangan [4]P: Fosfor [5] Zn: Çinko [6]A.A: Askorbik asit [7]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

Çizelge 4.23. Kurabiye örneklerine ait Ca, Fe, Cu, Mg mineral madde analiz sonuçları (mg/100g) (2.tekerrür)*

FORMÜL	YAĞ ORANI (%)	AO.[1]	Ca[2]	Fe[3]	Cu[4]	Mg[5]
F1	100 (50g)	A.A[6]	37.73	8.45	0.62	134.413
	100 (50g)	BHT[7]	40.45	6.53	0.56	136.460
	80 (40g)	A.A	33.11	7.40	0.68	143.422
	80 (40g)	BHT	44.92	7.03	0.66	147.759
	60 (30g)	A.A	43.24	7.28	0.68	149.935
	60 (30g)	BHT	39.84	7.70	0.63	157.663
	40 (20g)	A.A	43.40	8.56	0.71	161.748
	40 (20g)	BHT	44.05	8.61	0.75	166.901
	20 (10g)	A.A	46.54	9.20	0.81	178.409
	20 (10g)	BHT	43.50	7.47	0.66	180.165
F2	100 (50g)	A.A	37.56	10.49	0.64	162.578
	100 (50g)	BHT	38.70	9.15	0.63	162.009
	80 (40g)	A.A	37.03	7.99	0.59	166.010
	80 (40g)	BHT	38.00	8.53	0.75	163.545
	60 (30g)	A.A	42.25	12.03	0.66	176.664
	60 (30g)	BHT	41.14	10.67	0.69	180.500
	40 (20g)	A.A	43.11	11.88	0.70	192.416
	40 (20g)	BHT	45.13	9.33	0.75	195.941
	20 (10g)	A.A	46.30	11.96	0.80	204.595
	20 (10g)	BHT	46.99	9.89	0.83	201.644
F3	100 (50g)	A.A	36.53	13.44	0.67	181.610
	100 (50g)	BHT	36.36	11.43	0.71	164.823
	80 (40g)	A.A	37.47	10.99	0.88	176.927
	80 (40g)	BHT	45.75	12.11	0.67	184.446
	60 (30g)	A.A	43.41	10.09	0.78	191.289
	60 (30g)	BHT	42.79	9.86	0.67	194.838
	40 (20g)	A.A	47.84	10.30	0.83	205.532
	40 (20g)	BHT	42.73	9.93	0.75	193.711
	20 (10g)	A.A	45.02	11.76	0.88	210.967
	20 (10g)	BHT	45.57	10.47	0.90	208.533
Minimum-Maksimum			33.11-47.84	6.53-13.44	0.56-0.90	134.41-210.96
Ortalama±Standart sapma			41.885±3.82	9.688±1.79	0.720±0.08	175.848±21.61
Genel ortalama			41.641	9.146	0.719	175.849

*Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. [1]A.O: Antioksidan çeşidi [2]Ca: Kalsiyum [3]Fe: Demir [4]Cu: Bakır [5] Mg: Magnezyum [6]A.A: Askorbik asit [7]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

Çizelge 4.24. Kurabiye örneklerine ait K, Mn, P, Zn mineral madde analiz sonuçları (mg/100g) (2.tekerrür)*

FORMÜL	YAĞ ORANI (%)	AO.[1]	K[2]	Mn[3]	P[4]	Zn[5]
F1	100 (50g)	A.A[6]	403.79	5.63	330.03	3.55
	100 (50g)	BHT[7]	408.61	5.62	339.52	3.44
	80 (40g)	A.A	418.40	5.68	346.38	3.66
	80 (40g)	BHT	434.15	5.99	357.53	3.71
	60 (30g)	A.A	445.13	6.13	364.50	3.86
	60 (30g)	BHT	461.77	6.66	385.10	4.18
	40 (20g)	A.A	487.80	6.69	396.22	4.19
	40 (20g)	BHT	495.46	6.77	410.40	4.37
	20 (10g)	A.A	530.38	7.41	434.87	4.56
	20 (10g)	BHT	529.75	7.36	442.75	4.44
F2	100 (50g)	A.A	480.00	6.90	396.61	4.26
	100 (50g)	BHT	474.80	6.97	394.48	4.27
	80 (40g)	A.A	489.45	7.04	409.12	4.40
	80 (40g)	BHT	488.56	7.16	412.32	4.59
	60 (30g)	A.A	526.11	7.74	440.72	4.67
	60 (30g)	BHT	517.54	7.55	434.79	4.72
	40 (20g)	A.A	562.11	8.15	466.83	5.09
	40 (20g)	BHT	560.78	8.06	472.36	5.21
	20 (10g)	A.A	601.77	8.97	504.43	5.32
	20 (10g)	BHT	599.80	8.87	504.31	5.68
F3	100 (50g)	A.A	519.35	7.50	431.50	4.60
	100 (50g)	BHT	500.13	7.42	408.52	4.42
	80 (40g)	A.A	537.77	7.92	436.73	5.00
	80 (40g)	BHT	541.79	8.02	438.64	4.91
	60 (30g)	A.A	566.94	8.38	466.31	5.08
	60 (30g)	BHT	579.92	8.50	469.91	5.19
	40 (20g)	A.A	629.66	9.24	503.20	5.66
	40 (20g)	BHT	609.92	8.86	497.38	5.52
	20 (10g)	A.A	643.66	9.50	529.46	6.10
	20 (10g)	BHT	639.63	9.27	512.02	5.81
Minimum-Maksimum			403.79-643.66	5.62-9.50	330.03-529.46	3.44-6.10
Ortalama±Standart sapma			522.83±67.72	7.53±1.12	431.23±54.41	4.68±0.69
Genel ortalama			522.83	7.53	431.25	4.69

*Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. [1]A.O: Antioksidan çeşidi [2]K: Potasyum [3]Mn: Mangan [4]P: Fosfor [5] Zn: Çinko [6]A.A: Askorbik asit [7]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

Çizelge 4.25. Kurabiye örneklerinin Ca, Fe, Cu, Mg mineral madde ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları[1]

VK	SD	Ca[2]		Fe[3]		Cu[4]		Mg[5]	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Formül (A)	2	36.024	10.081**	88.849	27.796**	0.104	938.976**	13335	68054770**
Yağ Oranı (B)	4	428.705	59.988**	16.890	2.642ns	0.212	953.385**	12867	32832057**
AxB	8	40.333	2.821*	43.868	3.431**	0.015	34.304**	257	328378**
Antioksidan Çeşidi (C)	1	5.772	3.231ns	25.763	16.119**	0.005	106.917**	0.377	3851**
AxC	2	2.165	0.606ns	16.822	5.262*	0.039	356.587**	168	859060**
BxC	4	83.339	11.661**	21.367	3.342*	0.003	15.992**	191	487568**
AxBxC	8	58.895	4.120**	16.843	1.317ns	0.075	169.738**	292	372613**
Hata	30	53.598		47.947		0.001		0.003	

[1]* p< 0.05 düzeyinde önemli. ** p< 0.01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz. [2]Ca: Kalsiyum [3]Fe: Demir [4]Cu: Bakır [5] Mg: Magnezyum

Çizelge 4.26. Kurabiye örneklerinin K, Mn, P, Zn mineral madde ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları[1]

VK	SD	K[2]		Mn[3]		P[4]		Zn[5]	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Formül (A)	2	134625	106809973**	43.964	589385**	83128	3257856**	15.919	1697.699**
Yağ Oranı (B)	4	128566	51001593**	27.675	185510**	86273	1690545**	11.550	615.863**
AxB	8	1075	213276**	0.476	1597**	439	4307**	0.125	3.341**
Antioksidan Çeşidi (C)	1	0.01	18.4915**	0.003	86**	34.4	2701**	0.006	1.492ns
AxC	2	593	470965**	0.181	2430**	1096	42977**	0.102	10.892**
BxC	4	469	186379**	0.255	1711**	335	6568**	0.068	3.630*
AxBxC	8	614	121805**	0.223	749**	386	3786**	0.120	3.209**
Hata	30	0.02		0.001		0.38		0.14	

[1]* p< 0.05 düzeyinde önemli. ** p< 0.01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz. [2]K: Potasyum [3]Mn: Mangan [4]P: Fosfor [5] Zn: Çinko

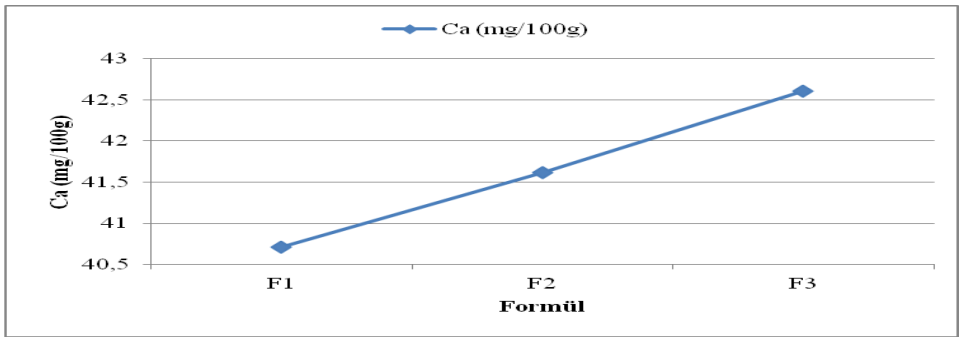
Çizelge 4.27. Kurabiye örneklerinin mineral madde (mg/100g) ortalamalarına ait Student testi sonuçları*

Faktör	N	Ca[1]	Fe[2]	Cu[3]	Mg[4]	K[5]	Mn[6]	P[7]	Zn[8]
Formül (A)									
F1	**20**	40.70^{c}	7.43^{b}	0.67^{c}	155.68^{c}	461.53^{c}	6.33^{c}	380.76^{c}	4.01^{c}
F2	**20**	41.61^{b}	9.81^{a}	0.70^{b}	180.59^{b}	530.09^{b}	7.74^{b}	443.60^{b}	4.83^{b}
F3	**20**	42.60^{a}	10.18^{a}	0.77^{a}	191.26^{a}	576.88^{a}	8.46^{a}	469.39^{a}	5.24^{a}
Yağ Oranı (%) (B)									
100 (50g)	**12**	38.06^{d}	9.93^{ab}	0.64^{e}	156.98^{e}	464.46^{e}	6.68^{e}	383.47^{e}	4.12^{e}
80 (40g)	**12**	39.51^{c}	8.33^{b}	0.70^{c}	163.68^{d}	485.03^{d}	6.69^{d}	400.18^{d}	4.37^{d}
60 (30g)	**12**	41.39^{b}	8.83^{b}	0.68^{d}	175.14^{c}	516.24^{c}	7.49^{c}	426.89^{c}	4.63^{c}
40 (20g)	**12**	44.08^{a}	9.31^{ab}	0.75^{b}	186.04^{b}	557.62^{b}	7.96^{b}	457.70^{b}	5.01^{b}
20 (10g)	**12**	45.15^{a}	9.91^{a}	0.81^{a}	197.39^{a}	590.82^{a}	8.56^{a}	488.02^{a}	5.34^{a}
Antioksidan Çeşidi (C)									
AA[9]	**30**	41.95^{a}	9.80^{a}	0.72^{a}	175.77^{b}	522.82^{a}	7.52^{b}	430.49^{b}	4.68^{a}
BHT[10]	**30**	41.33^{a}	8.49^{b}	0.70^{b}	175.92^{a}	522.85^{a}	7.54^{a}	432.01^{a}	4.70^{a}

*Sütunda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$). Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. [1]Ca: Kalsiyum [2]Fe: Demir [3]Cu: Bakır [4] Mg: Magnezyum [5]K: Potasyum [6]Mn: Mangan [7]P: Fosfor [8] Zn: Çinko [9]A.A: Askorbik asit [10]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

Varyans analiz sonuçlarına göre formül, yağ oranı kaynağı p<0.01, *"formül x yağ oranı"* interaksiyonu p<0.05 düzeyinde önemli çıkarken antioksidan çeşidi kaynağı önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.27'de verilen Student testi sonuçlarından formül kaynağı incelendiğinde 50 rüşeym:50 un oranlı örnekteki ortalama Ca değeri 40.70 mg/100g çıkarken 70 rüşeym: 30 un oranlı örnekte bu değer 42.60 mg/100g'a yükseldiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.16. Farklı formüllü kurabiyelerin Ca miktarı üzerine *''formül''* interaksiyonu (F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı)

Arshad ve ark. (2007) buğday ununa yağı uzaklaştırılmış buğday rüşeyminin %0-5-10-15-20-25 oranında tamamlayarak elde ettikleri kurabiye örneklerinde oran sırasıyla 50.1-50.8-51.3-52.0-52.4-53.1 mg/100g şeklinde bulduklarını bildirmişlerdir. Bu değerlere göre rüşeym katkısının artması Ca değerlerini de çalışmamızda olduğu gibi arttırmıştır.

Demir (Fe): İnsan vücudunda bulunan demirin büyük çoğunluğu kana kırmızı rengini veren ve oksijenin taşınmasında rol alan hemoglobinin yapısında, bir kısmı da kas proteini myoglobinin yapısında bulunmaktadır (Elgün ve ark., 1994). Demir ihtiyacı, büyüme hızına ve kan kaybına bağlı olarak değişmekte, C vitamini Fe emilimini artırmaktadır (Cemeroğlu, 2004).

Rüşeym katkılı kurabiyelerin Fe minerali miktarı 5.54-14.87 mg/100g aralığında değişirken bu sonuçlara birinci tekerrür örneklerinde rastlanmıştır (Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.23).

Değişik oranlarla arpa unu kullanılarak üretilen kurabiyelerde Fe miktarı 15.77-45.00 mg/100g arasında bulunmuştur (Gupta ve ark., 2011).

Varyans analiz sonuçlarına göre formül varyasyon kaynağı istatistiki bakımdan önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.25).

Formülasyona eklenen rüşeym oranının artması ile Fe değeri 50 rüşeym: 50 un oranı için 7.43 mg/100g iken 70 rüşeym: 30 un oranı için 10.18 mg/100g olup artış saptanmıştır. 60 rüşeym: 40 un oranı ile 70 rüşeym: 30 un oranı istatistiki olarak birbiriyle benzer sonuçlar vermiştir (Çizelge 4.27).

El-Hady (2012) buğday ununa ikame olarak yağı alınmış buğday rüşeymi ununu kullanarak yaptıkları bisküvi çalışmasında, ilave edilen rüşeym unu miktarının artmasının Fe miktarını da arttırdığını tespit etmiştir. Fe içeriği %5 ikamesinde 1.97 mg/100g ve %25 ikamesinde 3.18 mg/100g şeklinde ölçülmüştür.

Bakır (Cu): Vücut dokusunun yenilenmesinde ve kemik yapısının sağlamlığının sürdürülmesinde görevli enzimler için gerekli bir mineraldir. Enerji üretiminde ve protein sentezlenmesinde görev aldığı bilinmektedir. Ayrıca alyuvarların oluşumuna da katkıda bulunmaktadır. Çinko ve C vitamini kullanımı ile beyin ve sinir sistemi sağlığı için gerekli olup, saç ve deri sağlığının korunması açısından da etkilidir. Eksikliğinde bağışıklık sitemi zayıflamaktadır, kemik ile doku yapısı olumsuz etkilenmektedir (Anonim, 2014b).

Rüşeym katkılı kurabiyelerin Cu içeriği ortalama 0.71 mg/100g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.23).

Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.24'te verilmiştir. Buna göre diğer minerallerde olduğu gibi formül varyans kaynağı $p<0.01$ düzeyinde sonuçları etkilemiştir (Çizelge 4.27).

Student testi sonuçlarına göre de antioksidan çeşidi faktöründe askorbik asitli örneklerin ortalama Cu değeri 0.72 mg/100g iken BHT katkılı örneklerinki 0.70 mg/100g olarak bulunmuştur. Formül faktörüne dikkat edildiğinde artan rüşeym oranıyla Cu değerinin paralel olarak arttığı görülmüştür. Bu artışın kaynağının kullanılan rüşeymin diğer hammaddelere göre daha fazla Cu içermesine bağlanabilmektedir.

Śkrbić ve Cvejanov (2011) beyaz buğday ununa ve tam buğday ununa farklı dozlarda ayçiçeği tohumu ve arpa unu ilave ederek yaptıkları kurabiye denemelerinde Cu değerinin 0.55-0.10 mg/100g aralığında değiştiğini bildirmişlerdir.

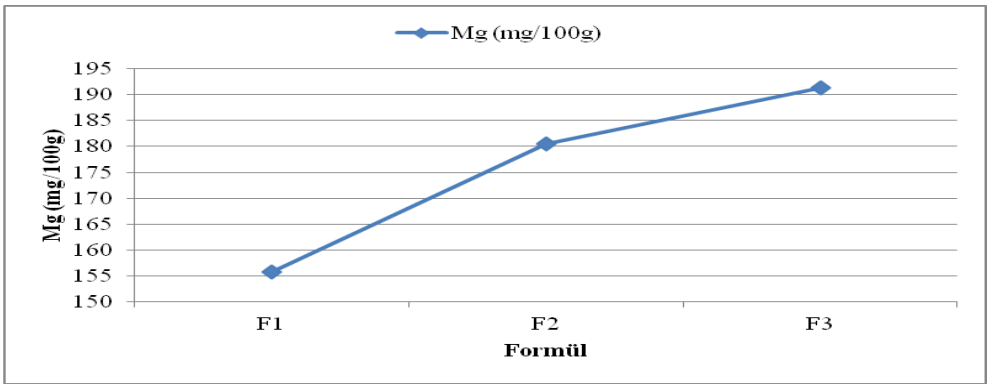
Magnezyum (Mg): Besin öğelerinin metabolize edildiği ve yeni ürünlerin oluşturulduğu enzimatik basamaklardan sorumludur. Mg'un görev aldığı reaksiyonlar arasında, glikolizis yağ asitlerinin sentezi, amino asitlerin aktivasyonu ve protein sentezi gibi

tepkimeler en önemlileridir. Ca ile Mg arasında kas ve sinir sistemi açısından etkileşim bulunmaktadır. Ca kasın kontraksiyonunu arttırırken, Mg dinlenmesinde etkili olmaktadır. Mg kemik ve dişlerin yapısında Ca ve P ile birlikte bulunduğu bildirilmektedir (Saldamlı, 1998).

Rüşeym katkılı kurabiyelerin Mg miktarı 210.97 mg/100g ile en yüksek değerine 70 rüşeym: 30 un oranında en düşük değerine 134.40 mg/100g ile 50 rüşeym: 50 un oranında ulaşmıştır. Ortalama Mg içeriği 175.84 mg/100g şeklinde ölçülmüştür (Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.23).

Yağı uzaklaştırılmış pirinç kepeği ile yapılan kurabiyelerin Mg değerleri 10.64-298.87 mg/100g aralığında bulunmuştur (Sharif ve ark., 2009).

Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25'te, Student testi sonuçları ise 4.27'de gösterilmiştir. Varyans analiz sonuçlarından görüldüğü gibi tüm faktörler Mg miktarı üzerinde $p<0.01$ düzeyinde etkili çıkmıştır. Çalışmamızda bizim açımızdan en önemli olduğu düşünülen formül faktörü için Şekil 4.17'de interaksiyonu çizilmiştir.



Şekil 4.17. Farklı formüllü kurabiyelerin Mg miktarı üzerine *"formül"* interaksiyonu (F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı)

Student testinden elde edilen bilgilere göre formülasyonda azalan yağ miktarına ters orantılı olarak Mg içeriğinin arttığı görülmektedir. %100 (50g) yağlı kurabiyelerde ortalama Mg miktarı 156.98 mg/100 g iken %80 (40g) yağlı kurabiyelerde 163.68 mg/100g'a yükselmiştir. Formül faktörü için artan rüşeym dozunda Mg içeriği artmış ve hepsi istatistiki olarak birbirinden farklı düzeyde etkili bulunmuştur (Çizelge 4.27).

Buğday ununa ikame olarak yağı alınmış buğday rüşeymi ununu farklı düzeylerde kullanılmasının araştırıldığı bir bisküvi çalışmasında Mg değerlerini kontrol grubunda 115 mg/100g , %5 grubunda 130 mg/100g, %10 grubunda 137 mg/100g

olarak elde etmiştir (El-Hady, 2012). Artan yağsız rüşeym oranıyla beraber Mg miktarının artması, hem rüşeymin kimyasal kompozisyonuna hem de formülasyondaki yağsız rüşeym ilavesinin artmasıyla yağ oranının azalmasına bağlanırsa bizim çalışmamızdaki durumla benzer noktalarının olabileceği düşünülmektedir.

Potasyum (K): Vücut hücreleri içinde yer alan en önemli ve pozitif yüklü iyondur. K sıvı ve elektrolit dengesini ve hücre bütünlüğünü korumada önemli rol oynamaktadır. K iyonları çok çeşitli enzimler tarafından gereksinim duyulan bir mineraldir (Saldamlı, 1998). Vücudun sıvı dengesini sodyum (Na) ile birlikte ayarlamaktadır. Glikojen oluşumu için gerekli olan K bununla birlikte asit baz dengesini de sağlamaktadır (Anonim, 2014c).

Farklı oranlarda rüşeym ilave edilen kurabiyelerin K miktarı 403.79-643.66 mg/100g arasında değişmiş olup ortalama 522.83 mg/100g olarak tespit edilmiştir. En yüksek ve en düşük rakamlar ikinci tekerrür kurabiyelerde bulunmuştur (Çizelge 4.22 ve Çizelge 4.24).

Varyans analiz sonuçlarına göre formül, yağ oranı, antioksidan çeşidi K miktarı üzerine $p<0.01$ düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunan varyans kaynaklarındandır (Çizelge 4.26).

Student testinden elde edilen sonuçlara göre formül faktöründe artan rüşeym (50 rüşeym: 50 un, 60 rüşeym: 40 un, 70 rüşeym: 30 un) oranı sırasıyla 461.53, 539.09, 576.88 mg/100g şeklinde tespit edilmiştir. Başka bir ifade ile rüşeym miktarının artışı K değerini olumlu yönde etkileyerek artırmıştır. Bu artışın nedeni rüşeymin K içeriğinin kullanılan diğer hammaddelerin K içeriğinden daha yüksek olmasına bağlanabilir (Çizelge 4.4).

Arshad ve ark. (2007) buğday ununa yağı uzaklaştırılmış buğday rüşeymini %0-5-10-15-20-25 oranında tamamlayarak elde ettikleri kurabiye örneklerinde K değerini oran sırasıyla 105, 152, 196, 238, 276, 306 mg/100g şeklinde bulduklarını ve artan rüşeym oranıyla beraber K içeriğinin de artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu bilgiyle çalışmamız paraleldir.

Mangan (Mn): Metabolizmada (enzimlerde kofaktör olarak) üreme ve sinir sisteminin sağlığında rol oynamaktadır (Elgün ve ark., 1994). Vücutta protein sentezlenmesinde, sindirimde ve enerji üretilmesinde görev alan bir mineraldir (Anonim, 2014d). Bazı temel enzim tepkimelerinde Mg ile birlikte çalışmaktadır.

İnsanlarda Mn eksikliği genellikle görülmez. Mn içeren süperoksit dismutazın hücreyi kimyasal ve radyasyonun oluşturduğu karsinojenesizden koruduğu düşünülmektedir (Saldamlı, 1998).

Farklı oranlarda rüşeym ilave edilen kurabiyelerin Mn miktarı en yüksek 9.50 mg/100g ile 70 rüşeym: 30 un oranlı askorbik asit katılmış %20 (10g) yağ içerikli kurabiyede bulunmuştur. Ortalama Mn miktarı ise 7.53 mg/100g olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.22 ve Çizelge 4.24).

Varyans analiz sonuçlarına göre formül, yağ oranı, antioksidan çeşidi Mn içeriği üzerine etkili ($p<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.26).

Student testine göre formül faktöründe 50 rüşeym: 50 un oranından elde edilen ortalama Mn değeri 6.33 mg/100g iken 60 rüşeym: 40 un oranı için 7.74 mg/100g olarak tespit edilmiş olup %22.27'lik bir artış hesaplanmıştır (Çizelge 4.27).

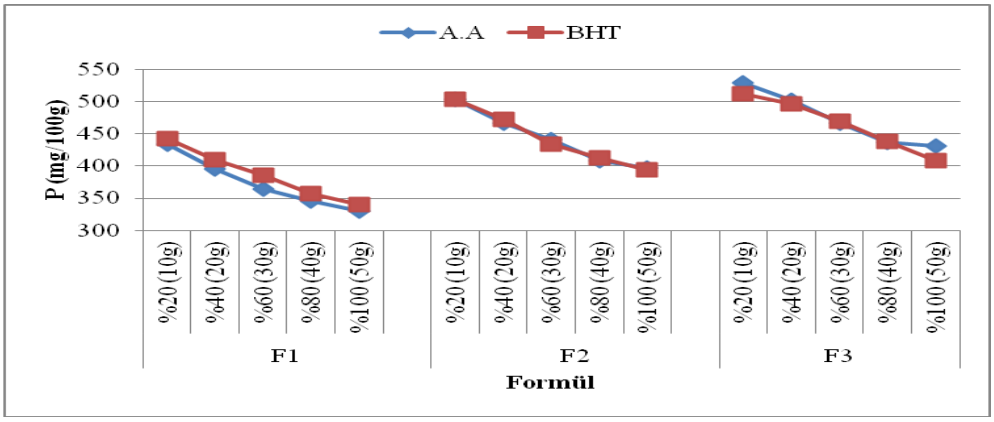
Sidhu ve ark. (2001) tava ekmeğine buğday rüşeymi ilave ettikleri bir çalışmalarında rüşeym miktarıyla Mn içeriğinin de arttığı sonucuna varmışlardır.

Fosfor (P): Kemik ve diş yapısının temelini oluşturan fosfor, kalp düzeni, böbrek fonksiyonları, kaslar, sinirler ve beyin için gerekli bir mineraldir (Anonim, 2014e). Vücudumuzda kalsiyumdan sonra en çok bulunan mineraldir. Vücut ağırlığımızın %1'ini oluşturmaktadır. Bu miktarın %85'i kemiklerde ve dişlerde bulunmaktadır. Dolayısıyla metabolizması ve kemiklerde yer alması sebebiyle kalsiyum ile yakından ilişkilidir (Anonim, 2014f).

Rüşeym ilaveli kurabiyelerin P miktarı 330.03-529.66 mg/100g arasında değişim göstermiş olup genel ortalaması 431.25 mg/100g bulunmuştur (Çizelge 4.22 ve Çizelge 4.24).

Varyans analiz sonuçları 4.26'da özetlenirken formül, yağ oranı, *"formül x yağ oranı x antioksidan çeşidi"* interaksiyonlarının da $p<0.01$ düzeyinde önemli çıktığı sonucu bulunmuştur.

Formül faktöründeki ortalama P değerleri istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ve en büyük etkiyi 70 rüşeym: 30 un oranlı kurabiyelerde yaratmıştır. 60 rüşeym: 40 un oranlı kurabiyelerin P içeriği %5.80 artış miktarı ile 70 rüşeym: 30 un oranında 469.39 mg/100g olmuştur (Çizelge 4.27). Artan rüşeym miktarı ile P içeriği doğru orantılı olarak değişmiştir. $p<0.01$ düzeyinde etkili olan *"formül x yağ oranı x antioksidan çeşidi"* interaksiyonu Şekil 4.17'de gösterilmiştir.



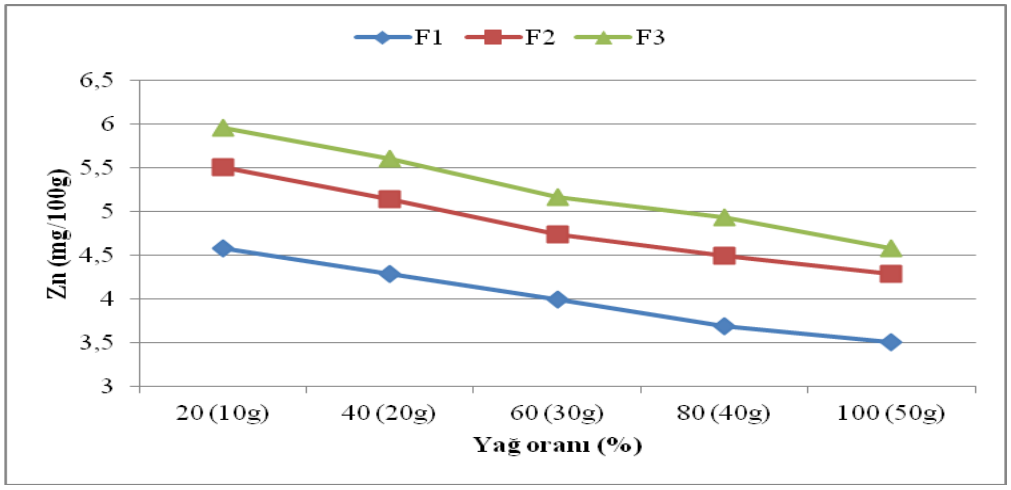
Şekil 4.17. Farklı formüllü kurabiyelerin P miktarı üzerine *"formül x yağ oranı x antioksidan çeşidi"* interaksiyonu (F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı, A.A: Askorbik asit, BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen)

Mısır'da El-Hady (2012) tarafından yapılan bir bisküvi çalışmasında %0-5-10-15-20-25 dozunda yağı alınmış buğday rüşeymini formülasyona katmıştır. Yaptığı mineral madde analizi sonucunda doz sırasıyla 311, 325, 341, 355, 361, 375 mg/100 g değerlerini elde etmiştir. Yukarıdaki interaksiyon da El-Hady (2012)'ın çalışmasına benzemektedir.

Çinko (Zn): Karbonhidrat ve protein metabolizmasında, nükleik asit sentezinde görevi olan hem bir element hem de insanlar ve hayvanlar için yaşamsal önemi olan bir mineraldir. Eksikliği yetersiz büyümeye ve gelişmeye, ciltte lezyonlara ve iştah kaybına neden olmaktadır (Cemeroğlu, 2004). Vücudun kendini yenilemesi ve iyileştirmesi gereken durumlarda önemli roller üstlenmektedir (Anonim, 2014g).

Değişik rüşeym un oranları ile üretilen kurabiyelerin Zn içerikleri en yüksek 6.10 mg/100 en düşük 3.44 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Birinci ve ikinci tekerrür kurabiyelere ait ortalama sonuçlar Çizelge 4.22 ve 4.24'te verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre antioksidan çeşidi kaynağı önemsiz, *"yağ oranı xantioksidan çeşidi"* $p<0.05$ düzeyinde etkili, diğerleri ise $p<0.01$ düzeyinde etkili bulunmuştur (Çizelge 4.26). Zn içeriğinde istatistiki bakımdan önemli ($p<0.01$) olan *"formül x yağ oranı"* interaksiyonu Şekil 4.18'de gösterilmiştir.



Şekil 4.18. Farklı formüllü kurabiyelerin Zn miktarı üzerine *"formül x yağ oranı"* interaksiyonu (F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı)

Student testindeki sonuçlara göre de antioksidan çeşidinin istatistiki olarak sonuçları pek etkilemediği ve benzer değerler verdiği tespit edilmiştir. Formül faktöründe de bütün mineral madde sonuçlarında olduğu gibi artan rüşeym oranının Zn içeriğini de arttırması tahmin edilen bir durumdur ki nitekim öyle olmuştur (Çizelge 4.27).

Gupta ve ark. (2011) arpa unuyla yaptıkları kurabiyelerde Zn değerini 4.13-22.4 mg/100g aralığında hesaplamışlardır.

El-Hady (2012) yağı alınmış rüşeymi %0-5-10-15-20-25 ilave ettiği bisküvilerde diğer minerallerde olduğu gibi artan değerler bulduğunu bildirmiştir. En yüksek Zn miktarı %25 oranında 5.01 mg/100g, en düşük %0 oranında 3.80 mg/100g olarak ölçülmüştür.

Yetişkin bir erkek için günlük RDA değerleri Ca için 900 mg, Mg için 350 mg, K için 2000 mg, P için 800 mg, Mn için 3 mg ve Zn için 13 mg olarak bildirilmiştir (Demirci, 2008). Student testinden elde edilen ortalama mineral madde değerleri göz önünde bulundurularak; 100 gram (kuru madde üzerinden) 70 rüşeym: 30 un oranlı bir kurabiye tüketildiğinde günlük ortalama Ca, Mg, K, P, Zn ihtiyacının sırasıyla %4.73, %54.64, %28.84, %58.67,%40.30'u alınmış olacakken Mn için değerlendirildiğinde Mn ihtiyacının 2 katı tamamen alınacak buna ilaveten %82'si daha da karşılanmış olacaktır.

4.3. Kurabiye Örneklerinde 45. Gün Depolama Analizleri

Raf ömrü için 45 gün depolanan kurabiyelerden teknolojik ve duyusal özellikleri açısından üstün bulunan %100 (50g), 80 (40g) ve 20 (10g) yağ oranına sahip iki formülasyondaki (50 rüşeym: 50 un, 70 rüşeym: 30 un) askorbik asit, BHT ilaveli olan örnekler seçilmiştir. Örneklere renk analizi, su miktarı, ham yağ miktarı, serbest yağ asitliği miktarı ve peroksit sayısı tayini analizleri uygulanmıştır.

4.3.1. Renk Değerleri

4.3.1.1. *L** değeri

Değişik rüşeym un oranlarıyla üretilen kurabiyelerin 45. gün *L** değerleri 61.15-70.48 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.28 ve Çizelge 4.29).

Varyans analiz sonuçlarına göre *L** değerini "*formül x yağ oranı*" interaksiyonu hariç diğer tüm faktörler $p<0.01$ düzeyinde etkilemiştir (Çizelge 4.30). 45 gün içinde değişen *L** değerlerinin ayrı değerlendirilmesiyle elde edilen Çizelge 4.31'da Student testi olarak özetlenmiştir. Bu sonuçlara göre *L** değeri 50 rüşeym: 50 un oranından 65.94 iken 70 rüşeym: 30 un oranında 65.09'a düşmüştür. Kurabiye örnekleri antioksidan çeşidi açısından değerlendirildiğinde ise istatistiki farklılık göstermeyen 64.50 (50 rüşeym: 50 un) , 64.52 (70 rüşeym: 30 un) sonucu hesaplanmıştır (Çizelge 4.31).

0. gün ve 45. gün *L** değerlerininin karşılaştırılması için Student testlerinden (Çizelge 4.12- 4.31) faydalanarak Çizelge 4.32 oluşturulmuştur. Çizelge inclendiğinde ise 50 rüşeym: 50 un oranındaki 0.gün *L** değeri 65.73'ten 45.günde 65.94'e yükselmiştir. Aynı şekilde %100 (50g) yağlı kurabiyelerde 0. güne göre 45. gün %1.48, %20 (10g) yağlı kurabiyelerde %3.93 daha parlak bulunmuştur.

Altındağ (2011) farklı un tipi ve transglutaminaz ilavesiyle yaptığı kurabiye denemelerinde %0.002 transglutaminaz dozunda %100 karabuğdaylı kurabiyelerde 0. ve 45.gün *L** değerlerini sırasıyla 54.06-58.93 şeklinde bildirilmiştir.

4.3.1.2. *a** değeri

Değişik rüşeym un oranlarıyla üretilen kurabiyelerin 45. gün *a** değerleri 3.14-9.62 arasında değişmiş ve ortalama 5.42 bulunmuştur (Çizelge 4.28 ve Çizelge 4.29).

Varyans analiz sonuçlarına göre formül faktörü önemsiz, *"yağ oranı x antioksidan çeşidi"* interaksiyonu $p<0.05$ düzeyinde önemli olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.30).

Student testi sonuçlarına göre BHT ilaveli kurabiyeler askorbik asitlilerden daha yüksek değerler vermiştir. Sırasıyla 5.77 ve 5.08 değerleri bulunmuştur (Çizelge 4.31). Formül faktöründe 0. günde (Çizelge 4.12) 50 rüşeym: 50 un ve 70 rüşeym: 30 un (Çizelge 4.31) kombinasyonunda istatistiki açıdan aynı çıkarken 45. günde de aynı sonuca varılmıştır.

*a** değeri 0. ve 45. günlerde genel olarak düzensiz bir artış azalış grafiği göstermiştir. Fakat rüşeym oranına göre karşılaştırma yapılacak olunursa 0. gün iki formülasyonda da 4.34 olan değerlerini 45. günde artırarak 5.24 (50 rüşeym: 50 un) ve 5.60 (70 rüşeym: 30 un) olarak tespit edilmiştir. Bu durumdaki yorumumuz 0. gün için yapılanlarla benzerlik göstermiştir.

Çizelge 4.28. Kurabiye örneklerine ait 45. gün renk değerleri (1.tekerrür)

FORMÜL	YAĞ ORANI (%)	AO.[1]	L^*	a^*	b^*
F1	100 (50g)	A.A[2]	65.82	3.72	30.70
	100 (50g)	BHT[3]	66.82	3.90	29.49
	80 (40g)	A.A	61.32	4.17	28.47
	80 (40g)	BHT	64.38	5.69	29.02
	20 (10g)	A.A	70.08	5.65	30.75
	20 (10g)	BHT	65.80	8.02	29.79
F3	100 (50g)	A.A	62.60	5.15	29.97
	100 (50g)	BHT	67.54	4.74	36.16
	80 (40g)	A.A	61.79	5.28	28.05
	80 (40g)	BHT	66.00	4.97	34.50
	20 (10g)	A.A	64.03	7.10	28.43
	20 (10g)	BHT	68.95	6.71	34.24
Minimum-Maksimum			61.32-70.48	3.72-8.02	28.05-36.16
Ortalama±Standart sapma			65.42±2.73	5.42±1.31	30.79±2.68
Genel ortalama			65.51	5.42	30.74

[1]A.O: Antioksidan çeşidi [2]A.A: Askorbik asit [3]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

Çizelge 4.29. Kurabiye örneklerine ait 45. gün renk değerleri (2.tekerrür)

FORMÜL	YAĞ ORANI (%)	AO.[1]	L^*	a^*	b^*
F1	100 (50g)	A.A[2]	66.61	3.96	31.44
	100 (50g)	BHT[3]	65.86	3.14	28.16
	80 (40g)	A.A	62.45	4.08	29.05
	80 (40g)	BHT	65.58	5.39	30.54
	20 (10g)	A.A	70.08	5.65	30.75
	20 (10g)	BHT	66.51	9.62	30.54
F3	100 (50g)	A.A	62.75	4.40	29.74
	100 (50g)	BHT	68.17	4.73	33.80
	80 (40g)	A.A	61.15	5.32	28.12
	80 (40g)	BHT	64.44	5.86	35.20
	20 (10g)	A.A	65.42	6.51	27.62
	20 (10g)	BHT	68.30	6.51	33.35
Minimum-Maksimum			61.15-70.48	3.14-9.62	27.62-35.2
Ortalama±Standart sapma			65.61±2.61	5.43±1.67	30.69±2.40
Genel ortalama			65.51	5.42	30.74

[1]A.O: Antioksidan çeşidi [2]A.A: Askorbik asit [3]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

4.3.1.3. *b** değeri

Değişik rüşeym un oranlarıyla üretilen kurabiyelerin 45. gün *b** değeri ortalama 30.79 bulunmuştur (Çizelge 4.28 ve Çizelge 4.29).

Varyans analizine göre formül ve antioksidan çeşidi varyasyon kaynağı istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.30).

45. gün *b** değerinde yağ oranını azaldıkça buna paralel şekilde azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu duruma 0. günde de rastlanmıştır ve yağın azalmasına bağlı olarak hamur oluşumu için ilave edilen su miktarının artmasına yani ürünlerin daha çok kızarıp sarılığının düşmesiyle bağlantılı olabileceği düşünülmüştür. Askorbik asit kurabiyelerde *b** değeri bakımından daha az etkili çıkmıştır, yine yağ oranında yapılan açıklama burası için de geçerlidir (Çizelge 4.31).

*b** değerinin 0. ve 45. gün değerlendirmesi Çizelge 4.32'de özetlenmiştir. Bütün faktörler için 45. günde ölçülen *b** değerleri daha yüksek bulunmuştur. Örneğin %100 (50g) yağ içeren örneklerden ortalama hesaplanan *b** 28.48'den 31.18'e %9.48, askorbik asitli örneklerden ise 27.42'den 29.42'ye %7.29 artış göstermiştir.

Altındağ (2011) değişik un tipi ve transglutaminaz ilavesiyle yaptığı kurabiye denemelerinde bazı örneklerinin depolama zamanlarında *b** değerinin arttığı sonucunu bildirmiştir.

Çizelge 4.30. Kurabiye örneklerinin 45. gün renk değerleri ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları[1]

		*L**		*a**		*b**	
VK	**SD**	**KT**	**F**	**KT**	**F**	**KT**	**F**
Formül (A)	1	4.309	9.960**	0.766	3.653ns	17.476	32.038**
Yağ Oranı (B)	2	65.005	75.122**	31.662	75.421**	2.693	2.469ns
AxB	2	1.917	2.216ns	2.652	6.3176**	4.793	4.393*
Antioksidan Çeşidi (C)	1	24.502	56.632**	2.863	13.642**	41.870	76.759**
AxC	1	30.532	70.569**	3.204	15.267**	63.180	115.825**
BxC	2	12.996	15.018**	2.797	6.662*	6.022	5.52*
AxBxC	2	13.073	15.108**	3.341	7.958**	0.673	0.617ns
Hata	12	5.191		2.518		6.545	

[1]* p< 0.05 düzeyinde önemli. ** p< 0.01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz

Çizelge 4.31. Kurabiye örneklerinin 45. gün renk değerleri ortalamalarına ait Student testi sonuçları*

Faktör	**N**	***L****	***a****	***b****
Formül (A)				
F1	**12**	65.94[a]	5.24[a]	29.89[b]
F3	**12**	65.09[b]	5.60[a]	31.59[a]
Yağ Oranı (%) (B)				
100 (50g)	**8**	65.77[b]	4.21[c]	31.18[a]
80 (40g)	**8**	63.38[c]	5.09[b]	30.36[b]
20 (10g)	**8**	67.39[a]	6.97[a]	30.68[ab]
Antioksidan Çeşidi (C)				
AA[1]	**12**	64.50[a]	5.08[b]	29.42[b]
BHT[2]	**12**	66.52[a]	5.77[a]	32.06[a]

*Sütunda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05) F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı [1]A.A: Askorbik asit [2]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen

Çizelge 4.32. Kurabiye örneklerinin 0. ve 45. gün renk değerleri ortalama sonuçları

	0.gün			45.gün		
	L*	***a****	***b****	***L****	***a****	***b****
Formül (A)						
F1	65.73	4.34	28.37	65.94	5.24	29.89
F3	62.91	4.34	28.25	65.09	5.60	31.59
Yağ Oranı (%) (B)						
100 (50g)	64.81	4.35	28.48	65.77	4.21	31.18
80 (40g)	63.42	4.71	27.98	63.38	5.09	30.36
20 (10g)	64.84	6.53	29.92	67.39	6.97	30.68
Antioksian Çeşidi (C)						
A.A.[1]	64.06	5.29	27.42	64.50	5.08	29.42
BHT[2]	64.09	5.08	29.84	66.52	5.77	32.06

[1]A.A: Askorbik asit [2]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

4.3.2. Su miktarı

Rüşeym katkılı kurabiyelerin 45. gün su değerleri en yüksek %11.99 en düşük %3.95 şeklinde ikinci tekerrürlerden elde edilmiştir (Çizelge 4.33 ve Çizelge 4.34).

Varyans analiz sonuçlarına göre formül, yağ oranı kaynakları $p<0.01$ düzeyinde önemli çıkan faktörlerden bazılarıdır (Çizelge 4.35).

Student testi sonuçları incelendiğinde göze çarpan faktörler yağ oranı ve antioksidan çeşididir. Yağ oranı içinde azalan yağ oranına nispeten bir su miktarı artışı mevcuttur. Aynı ters orantı 0. günde de karşımıza çıkmaktadır. Askorbik asitli kurabiyelerin 45. günde ölçülen su miktarı %6.76, BHT ilaveli kurabiyelerin ise %6.31'dir (Çizelge 4.36).

Çizelge 4.33. Kurabiye örneklerinin 45. gün su, ham yağ, serbest yağ asitliği, peroksit sayısı ortalama sonuçları (1.tekerrür)*

FORMÜL	YAĞ ORANI (%)	AO.[1]	Su (%)	Ham yağ (%)	Serbest yağ asitliği (%)[2]	Peroksit sayısı[3]
F1	100 (50g)	A.A[4]	4.49	34.17	1.57	2.62
	100 (50g)	BHT[5]	3.95	33.43	1.56	2.57
	80 (40g)	A.A	5.11	29.50	1.62	1.96
	80 (40g)	BHT	4.53	29.84	1.50	1.96
	20 (10g)	A.A	11.99	13.62	2.69	3.50
	20 (10g)	BHT	10.98	14.61	2.80	2.90
F3	100 (50g)	A.A	4.53	33.86	1.68	2.36
	100 (50g)	BHT	4.10	34.58	1.62	2.18
	80 (40g)	A.A	4.10	29.80	1.78	1.18
	80 (40g)	BHT	4.22	29.26	1.67	1.57
	20 (10g)	A.A	10.33	15.20	3.06	1.96
	20 (10g)	BHT	10.21	13.63	2.79	2.60
Minimum-Maksimum			3.95-11.99	13.62-34.58	1.50-3.06	1.18-3.5
Ortalama±Standart sapma			6.54±3.24	25.95±8.85	2.02±0.60	2.28±0.61
Genel ortalama			6.53	27.7	2.03	2.31

*Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. [1]A.O: Antioksidan çeşidi [2]Oleik asit cinsinden % [3] meqO_2/kg yağ [4]A.A: Askorbik asit [5]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

Çizelge 4.34. Kurabiye örneklerinin 45.gün su, ham yağ, serbest yağ asitliği, peroksit sayısı ortalama sonuçları (2.tekerrür)*

FORMÜL	YAĞ ORANI (%)	AO.[1]	Su (%)	Ham yağ (%)	Serbest yağ asitliği (%)[2]	Peroksit sayısı[3]
F1	100 (50g)	A.A[4]	4.68	34.40	1.76	2.57
	100 (50g)	BHT[5]	4.06	33.15	1.74	2.91
	80 (40g)	A.A	5.16	29.32	1.55	2.12
	80 (40g)	BHT	4.46	30.05	1.48	2.10
	20 (10g)	A.A	11.94	15.41	2.73	2.94
	20 (10g)	BHT	10.84	16.92	2.9	2.87
F3	100 (50g)	A.A	4.21	33.79	1.56	2.45
	100 (50g)	BHT	4.00	34.73	1.65	2.38
	80 (40g)	A.A	4.15	29.54	1.80	1.43
	80 (40g)	BHT	4.16	29.36	1.53	1.63
	20 (10g)	A.A	10.44	15.01	3.10	2.10
	20 (10g)	BHT	10.29	13.88	2.82	2.50
Minimum-Maksimum			4.00-11.94	13.88-34.73	1.48-3.1	1.43-2.97
Ortalama±Standart sapma			6.53±3.24	29.45±8.37	2.05±0.63	2.34±0.49
Genel ortalama			6.53	27.7	2.03	2.31

*Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. [1]A.O: Antioksidan çeşidi [2]Oleik asit cinsinden % [3] meqO_2/kg yağ [4]A.A: Askorbik asit [5]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

Su miktarı 0. ve 45. gün olarak karşılaştırıldığında rüşeym un oranının artmasıyla artış yaşanmıştır. Bununla birlikte %100 (50g) yağlı kurabiyenin ortalama suyu %0.65'den %4.25'e 45. gün sonunda yükselmiştir. %20 (10g) yağlı kurabiyenin 0. gün su miktarı en yüksek konumdayken burada da öyle olup %31.91 artarak 10.98 olmuştur (Çizelge 4.37).

Waheed ve ark. (2010) interesterifiye palm ve pamuk yağını formülasyona katarak yaptıkları kurabiyelerde depolama günleri için 0, 15, 30, 45. günleri seçmişlerdir. Bu sıra ile buldukları su miktarları %2.39, 2.81, 3.30, 3.96 olup çalışmamızdaki gibi artış göstermiştir.

Budryn ve Nebesny (2012) yeşil ve kavrulmuş kahve çekirdeklerinin antioksidan özelliğini kullanarak yaptıkları çalışmada kurabiyeleri 0. gün, 6. hafta ve 12. hafta zamanlarında depolayıp bazı analizler yapmışlardır. Yaptıkları su miktarı analizinde depolama zamanı geçtikçe su miktarının arttığını rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.35. Kurabiye örneklerinin 45.gün su, ham yağ, serbest yağ asitliği, peroksit sayısı varyans analiz sonuçları[1]

VK	SD	Su		Ham yağ		Serbest yağ asitliği[2]		Peroksit sayısı[3]	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Formül (A)	1	2.313	258.512**	0.132	0.354ns	0.056	10.922**	1.915	73.479**
Yağ Oranı (B)	2	226.116	12638.039**	1622.327	2174.799**	8.096	788.589**	3.987	76.473**
AxB	2	1.075	60.098**	1.356	1.818ns	0.048	4.691*	0.215	4.121*
Antioksidan Çeşidi (C)	1	1.184	132.319**	0.001	0.004ns	0.029	5.727*	0.049	1.865ns
AxC	1	0.592	66.199**	0.465	1.246ns	0.038	7.481*	0.118	4.512ns
BxC	2	0.095	5.291*	0.033	0.044ns	0.020	1.980ns	0.020	0.380ns
AxBxC	2	0.113	6.333*	4.981	6.677*	0.053	5.131*	0.289	5.551*
Hata	12	0.107		4.475		0.06		0.312	

[1]* p< 0.05 düzeyinde önemli. ** p< 0.01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz. [2] Oleik asit cinsinden % [3] meqO_2/kg yağ.

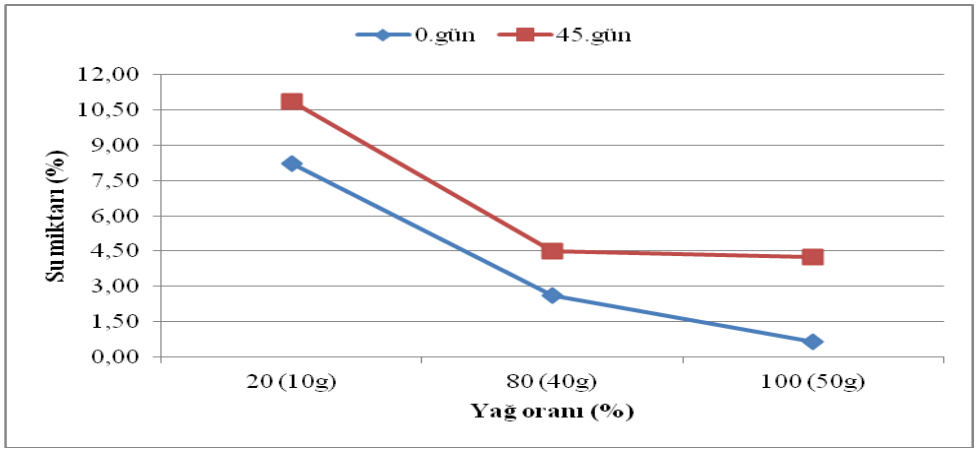
Çizelge 4.36. Kurabiye örneklerinin 45. gün su, ham yağ, serbest yağ asitliği, peroksit sayısı değerlerine ait Student testi sonuçları*

Faktör	N	Su (%)	Ham yağ (%)	Serbest yağ asitliği (%)[1]	Peroksit sayısı[2]
Formül (A)					
F1	**12**	6.84[a]	26.20[a]	1.99[b]	2.59[a]
F3	**12**	6.22[a]	26.05[a]	2.08[a]	2.02[b]
Yağ Oranı (%) (B)					
100 (50g)	**8**	4.25[c]	34.01[a]	1.64[b]	2.50[b]
80 (40g)	**8**	4.48[b]	29.58[b]	1.61[b]	1.73[c]
20 (10g)	**8**	10.87[a]	14.78[c]	2.86[a]	2.68[a]
Antioksidan Çeşidi (C)					
AA[3]	**12**	6.76[a]	26.13[a]	2.07[a]	2.26[a]
BHT[4]	**12**	6.31[b]	26.12[a]	2.00[b]	2.35[a]

*Sütunda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$). sonuçlar kuru madde üzerinden hesaplanmıştır. [1]Oleik asit cinsinden % [2] $meqO_2/kg$ yağ [3]A.A: Askorbik asit [4]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

Özellikle yüksek su içeren gıdalarda kimyasal ve biyolojik bozumalar daha hızlı olmaktadır (Pala ve Saygı, 1983). Bisküvi ve kraker düşük nemli gıdalar grubunda yer almasına (Özay ve ark., 1993) rağmen formülasyonu uygulamak için artan rüşeym miktarı fazla olduğu için su ilavesi yapılmak zorunda kalınılmıştır. Bu sebeple %20 (10g) yağ içeren kurabiyedeki nem miktarı artışı, hem su ilavesine hem de fazla su miktarından dolayı küflerin çoğalabileceği ortam olduğundan gelişim göstermiş olabileceklerine bağlanmaktadır.

Kurabiyelerde depolama günleri boyunca yağ asitlerinin oksidasyonuna uğrayarak krebs çemberinden çıkan suyun da eklenmesiyle su miktarının artmasının bir sebebi olabileceği düşünülmektedir. Farklı yağ oranına sahip örneklerin 0. ve 45. gün su içerikleri karşılaştırması Şekil 4.19'da gösterilmiştir.



Şekil 4.19. Farklı yağ oranına sahip kurabiyelerin 0. ve 45. gün su içerikleri karşılaştırılması

4.3.3. Ham yağ miktarı

Rüşeym katkılı kurabiyelerin 45. gün ham yağ içerikleri %13.88-34.73 arasında değişmiştir (Çizelge 4.33 ve Çizelge 4.34).

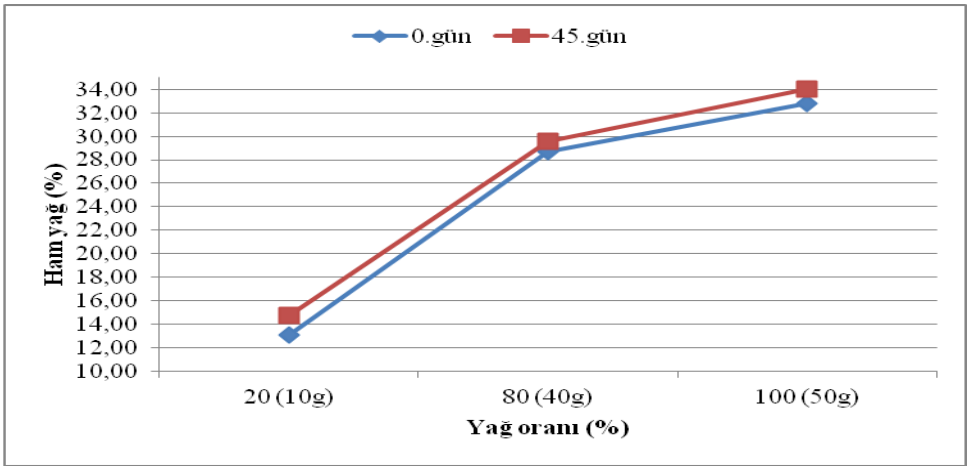
Varyans analiz sonuçlarına göre yağ oranı varyans kaynağı $p<0.01$ düzeyinde, "*formül x yağ oranı x antioksidan çeşidi*" interaksiyonu $p<0.05$ düzeyinde etkili bulunmuştur (Çizelge 4.35).

Rüşeym katkılı kurabiyelerde formül ve antioksidan çeşidi açısından bulunan ortalama ham yağ değerleri istatistiki açıdan farksız çıkarken yağ oranı faktörü için %100 (50g), %80 (40g), %20 (10g) yağ oranı ikamesinde sırayla %34.01, 29.58, 14.78 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.36).

Ham içeriği 0. günden ve 45. güne kadar formül faktörü, yağ oranı ve antioksidan çeşidi olmak üzere artış göstermiştir. Askorbik asit ilaveli örnek için 0. günde ham yağ %23.43, 45. gün için %26.13 bulunmuş olup %11.52'lik bir artış hesaplanmıştır. Bununla birlikte BHT ilaveli örneklerde bu artış miktarı %11.95 şeklindedir (Çizelge 4.37). Antioksidan çeşidi için askorbik asit BHT'ye göre daha fazla korunmaya katkı sağlamıştır yorumu yapılmıştır.

Kumar ve ark. (2012) pirinç kepeği yağından elde edilen oryzonal antioksidanını farklı bağıl nemde bisküvilere uygulayarak depolanması hakkında bilgi edinmeye çalışmıştır. %11 bağıl nemde oryzonal katkılı bisküvinin yağ oranı sıfırıncı günde %12.5 iken otuzuncu günde %12.6 olarak raporlanmıştır.

Oksidasyon doymamış yağ oranı fazla olan ürünlerde daha hızlı meydana gelmektedir. Doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sırasında meydana gelen ilk ürünlerin doymamış hidroperoksitler olduğu bilinmektedir. Yağların oksidasyonu sonucunda oluşan ikinci parçalanma ürünlerinin ise peroksitler, aldehitler, ketonlar, etilen oksitler, asitler ve alkoller olduğu ifade edilmektedir (Altuğ ve ark., 2006). Bu bilgiye dayanarak geçen zamana karşılık yağın parçalanma ürünlerine ayrılarak kurabiye içindeki ham yağ içeriğini oransal olarak arttırması beklenen bir durumdur. Şekil 4.20'de 45 gün içinde değişen ham yağ içeriği gösterilmiştir.



Şekil 4.20. Farklı yağ oranına sahip kurabiyelerin 0. ve 45. gün ham yağ içeriklerinin karşılaştırılması

4.3.4. Serbest yağ asitliği miktarı

Değişik rüşeym un oranlarıyla üretilen kurabiyelerin 45. gün serbest yağ asitlik değerleri Çizelge 4.33 ile Çizelge 4.34'te gösterilmiş olup %1.48-3.1 arasında değişmiştir.

Varyans analiz sonuçları incelendiğinde formül ve yağ oranının $p<0.01$, antioksidan çeşidinin $p<0.05$ düzeyinde önemli olduğu fark edilmiştir (Çizelge 4.35).

Student testi sonuçlarına göre formül faktörü bakımından 70 rüşeym: 30 un oranında %2.08 ile 50 rüşeym: 50 un oranına göre daha önemli istatistiki sonuç vermiştir. Yağ oranında ise %100 (50g), %80 (40g) ve %20 (10g) dozlarında bu takip eden sırayla %1.64, 1.61, 2.86 şeklinde bulunmuştur (Çizelge 4.36).

Serbest yağ asitliği miktarının 0. ve 45. gün için karşılaştırması yapıldığı takdirde 45. günde 70 rüşeym: 30 un oranında %2.08 olan değerin 0. günde %1.82; 50 rüşeym: 50 un oranında ise %1.99 olan değerin 0. günde %1.42 olduğu görülmüştür. Rüşeym miktarının artması hem serbest yağ asitliğinin miktarının hem de iki depolama zamanı boyunca bu asitliğin giderek arttırmasına yol açmıştır (Çizelge 4.37).

Bazı bitki özlerinin ve antioksidanların bisküvi formülasyonlarına katılmasıyla antioksidan aktivitesinin ölçüldüğü bir araştırmada depolama günleri olarak başlangıç günü, 2., 4. ve 6. hafta kullanılmıştır. Bu süreler zarfında serbest yağ asitliği stearik asit cinsinden hesaplanarak kontrol grubunda depolama zamanı sırasıyla %7.1, 8.79, 12.08, 14.10 şeklinde bulunmuştur. Yine BHA ilave edilen grupta da depolama boyunca artan serbest yağ asitliği değerleriyle karşılaşıldığı rapor edilmiştir (Reddy ve ark., 2005).

Arpa ununun buğday ununa farklı oranlarda ilave edilmesiyle hazırlanan kurabiye örneklerinde donma-çözünme döngüsünün etkisinin incelendiği bir çalışma Gupta ve ark. (2011) tarafından yapılmıştır. Alüminyum kaplı polietilen kağıtlarda 1., 3., 6. hafta depolama süreleri seçilerek yapılan serbest yağ asitliği (oleik asit cinsinden) değerleri %0.3, 0.6, 0.9 sırasıyla hesaplanmıştır ve depolama süresinin uzamasıyla bu değerlerin arttığı bildirilmiştir.

Çalışmamızdan elde edilen artan serbest yağ asitliği içeriği Reddy ve ark. (2005) ile Gupta ve ark. (2011) tarfından yapılan çalışmalarla benzer nitelikleri taşımaktadır.

Çizelge 4.37. Kurabiye örneklerinin 0. ve 45. gün su, ham yağ, serbest yağ asitliği, peroksit sayısı ortalama sonuçları*

	0.gün				45.gün			
	Su (%)	**Ham yağ (%)**	**Serbest yağ asitliği (%)[1]**	**Peroksit sayısı[2]**	**Su (%)**	**Ham yağ (%)**	**Serbest yağ asitliği (%)**	**Peroksit sayısı**
Formül (A)								
F1	4.15	22.90	1.42	2.76	6.84	26.20	1.99	2.59
F3	3.73	23.90	1.82	3.29	6.22	26.05	2.08	2.02
Yağ Oranı (%) (B)								
100 (50g)	0.65	32.83	1.35	3.42	4.25	34.01	1.64	2.50
80 (40g)	2.61	28.66	1.37	3.49	4.48	29.58	1.61	1.73
20 (10g)	8.24	13.08	2.28	2.31	10.87	14.78	2.86	2.68
Antioksian Çeşidi (C)								
A.A.[3]	4.53	23.43	1.65	3.25	6.76	26.13	2.07	2.26
BHT[4]	4.08	23.33	1.65	2.72	6.31	26.12	2.00	2.35

*Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. [1]Oleik asit cinsinden % [2] meqO_2/kg yağ [3]A.A: Askorbik asit [4]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

4.3.5. Peroksit sayısı tayini

Değişik rüşeym un kombinasyonlarıyla üretilen kurabiyelerin 45. gün peroksit sayısı değerleri 1.43-3.5 meqO_2/kg yağ arasında değişmiştir. Ortalama ise 2.31 meqO_2/kg yağ şeklinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.33 ve Çizelge 4.34).

Varyans analiz sonuçlarına göre 45 gün içinde peroksit sayısındaki değişime formül ve yağ oranı varyasyon kaynağı $p<0.01$ düzeyinde etki etmiştir (Çizelge 4.35).

Student testi sonuçlarına göre de antioksidan çeşidi föktörü için bulunan sonuçlar istatistiki olarak aynı çıkmakla beraber askorbik asit için 2.26 meqO_2/kg yağ, BHT için 2.35 meqO_2/kg yağ'dır (Çizelge 4.36).

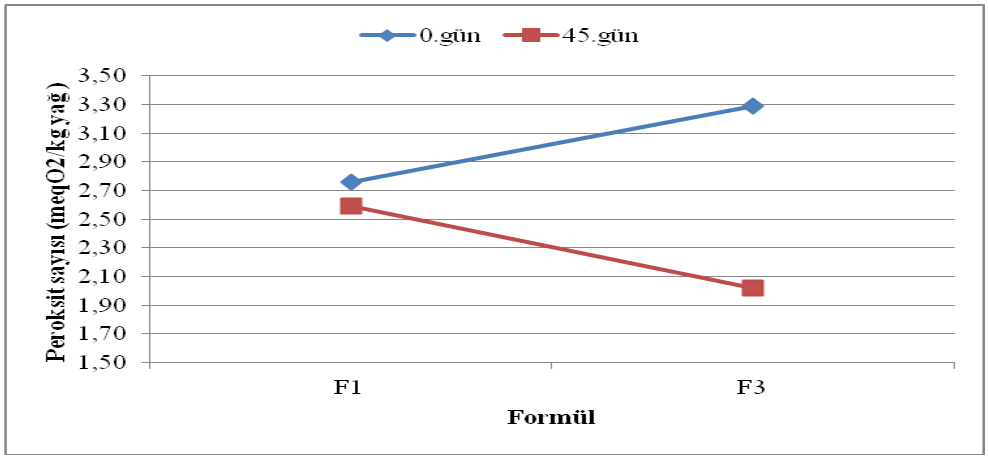
Budryn ve Nebesny (2012) yeşil ve kavrulmuş kahve çekirdeklerinin antioksidan özelliğini kullanarak yaptıkları çalışmada kurabiyelerin peroksit sayısı içeriklerini 4.3-0.5 meqO_2/kg yağ aralığında bulmuşlardır.

Peroksit sayısı için 0. ve 45. gün değerlendirmesi Çizelge 4.37'de özetlenmiştir. Buna göre 50 rüşeym: 50 un oranlı kurabiyelerde %6.15'lik, 70 rüşeym: 30 un oranlı olanlarda %38.60'lık bir azalma saptanmıştır. Askorbik asit katkılı kurabiyelerde 0. günde 3.25 meqO_2/kg yağ çıkan değer 45. günde 2.26 meqO_2/kg yağ'a düşmüştür.

Doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sırasında meydana gelen ilk ürünlerin doymamış hidroperoksitlerdir. Yağların oksidasyonu sonucunda oluşan ikinci parçalanma ürünlerinin ise peroksitler, aldehitler, ketonlar, etilen oksitler, asitler ve alkoller olduğu ifade edilmektedir (Altuğ ve ark., 2006).

Peroksitler oksidasyonun ilk aşamasında oluşup, ilerleyen evrelerinde parçalanmak suretiyle parçalanma ürünlerine dönüşürler ve peroksit yapı bu son ürünlerde devam etmediği için peroksit sayısının düşmesi beklenen bir sonuçtur (Altındağ, 2011). Tez çalışmamızda 45. günde 0. güne nazaran peroksit sayısındaki düşüş bu bilgiyle ilişkilendirilirmiştir.

Kumar ve ark. (2012) pirinç kepeği yağından elde edilen oryzonal antioksidanını kullanarak yaptıkları bisküvileri ilk günden başlayarak aylık periyotlarda dört ay boyunca farklı bağıl nemler altında depolamışlardır. Bu çalışmada bizimle benzer sonuçlar elde edilmiş olup %44 bağıl nemli ve %56 bağıl nemli kontrol kurabiyelerinin peroksit sayısı değerleri 90 ile 120. günde bir düşüş göstermiştir.



Şekil 4.21. Farklı formüllere sahip kurabiyelerin 0. ve 45. gün peroksit sayısı (meqO_2/kg yağ) içeriklerinin karşılaştırılması (F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı)

4.4. Duyusal Analizler

Buğday rüşeyminden üretilmiş kurabiyelerde 0. ve 45. günde (%100 (50g), %80 (40g) ve %20 (10g) yağlı olanlarda) iki kere genel beğeniyi ortaya koyabilmek, depolama süresi boyunca duyusal özelliklerde meydana gelen değişmeleri hakkında yorum yapabilmek için duyusal analizler gerçekleştirilmiştir.

4.4.1. Kurabiyelerin 0. gün duyusal analizleri

Rüşeymli kurabiyelerin 0. günde yapılan duyusal analiz sonuçları Çizelge 4.37- 4.38- 4.39- 4.40'da verilmiştir. Duyusal analiz parametreleri şekil ve simetri, renk, tat ve koku, çiğneme özelliği, tekstür, genel kabuledilebilirlik olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte 1-10 arasında değişen skala (1-3:kötü, 4-5:orta, 6-7:iyi, 8-10:çok iyi) kullanılmıştır.

Çizelge 4.38. Kurabiye örneklerine ait şekil ve simetri, renk, tat ve koku değerleri (1.tekerrür)

FORMÜL	YAĞ ORANI (%)	AO.[1]	Şekil ve simetri	Renk	Tat ve koku
F1	100 (50g)	A.A[2]	7.75	7.50	6.75
	100 (50g)	BHT[3]	7.50	7.00	6.50
	80 (40g)	A.A	5.12	6.50	6.50
	80 (40g)	BHT	5.25	6.00	6.25
	60 (30g)	A.A	5.00	6.25	6.00
	60 (30g)	BHT	5.00	5.50	5.75
	40 (20g)	A.A	4.50	6.00	4.75
	40 (20g)	BHT	4.25	5.00	4.00
	20 (10g)	A.A	4.12	5.62	3.37
	20 (10g)	BHT	4.00	5.75	3.00
F2	100 (50g)	A.A	7.50	7.75	7.50
	100 (50g)	BHT	7.50	7.75	7.50
	80 (40g)	A.A	5.75	7.00	6.62
	80 (40g)	BHT	5.00	6.25	6.00
	60 (30g)	A.A	5.00	6.00	6.00
	60 (30g)	BHT	5.50	6.00	5.62
	40 (20g)	A.A	4.00	5.75	5.02
	40 (20g)	BHT	4.00	5.50	5.00
	20 (10g)	A.A	3.37	5.62	4.00
	20 (10g)	BHT	3.00	5.00	4.00
F3	100 (50g)	A.A	7.75	8.00	9.00
	100 (50g)	BHT	7.75	7.62	8.00
	80 (40g)	A.A	5.25	7.75	7.00
	80 (40g)	BHT	5.50	7.50	7.00
	60 (30g)	A.A	5.00	6.55	6.50
	60 (30g)	BHT	4.50	6.50	6.00
	40 (20g)	A.A	4.75	5.12	5.00
	40 (20g)	BHT	4.75	5.02	5.75
	20 (10g)	A.A	3.00	4.75	4.25
	20 (10g)	BHT	3.00	4.00	4.50
Minimum-Maksimum			3.00-7.75	4.00-8.00	3.00-9.00
Ortalama±Standart sapma			5.14±1.45	6.21±1.05	5.77±1.41
Genel ortalama			5.62	6.24	5.77

[1]A.O: Antioksidan çeşidi [2]A.A: Askorbik asit[3]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

Çizelge 4.39. Kurabiye örneklerine ait çiğneme özelliği, tekstür, genel kabuledilebilirlik değerleri (1.tekerrür)

FORMÜL	YAĞ ORANI (%)	AO.[1]	Çiğneme özelliği	Tekstür	Genel kabuledilebilirlik
F1	100 (50g)	A.A[2]	7.62	7.12	7.37
	100 (50g)	BHT[3]	6.50	7.00	7.25
	80 (40g)	A.A	6.00	6.25	6.50
	80 (40g)	BHT	5.05	6.00	6.50
	60 (30g)	A.A	4.87	5.62	5.62
	60 (30g)	BHT	4.37	5.05	5.50
	40 (20g)	A.A	4.12	4.25	4.62
	40 (20g)	BHT	4.00	4.35	4.50
	20 (10g)	A.A	3.37	3.50	4.25
	20 (10g)	BHT	3.50	3.00	4.50
F2	100 (50g)	A.A	8.75	7.50	7.75
	100 (50g)	BHT	8.75	7.00	7.00
	80 (40g)	A.A	7.75	6.50	7.00
	80 (40g)	BHT	7.62	6.25	7.05
	60 (30g)	A.A	6.50	5.62	6.55
	60 (30g)	BHT	6.50	5.50	6.45
	40 (20g)	A.A	5.75	5.00	5.62
	40 (20g)	BHT	5.45	5.00	5.25
	20 (10g)	A.A	4.50	4.75	4.50
	20 (10g)	BHT	4.00	4.50	4.05
F3	100 (50g)	A.A	6.00	6.77	7.50
	100 (50g)	BHT	6.02	6.62	7.50
	80 (40g)	A.A	6.00	6.50	7.00
	80 (40g)	BHT	6.00	6.25	6.55
	60 (30g)	A.A	5.77	5.75	6.35
	60 (30g)	BHT	5.75	5.65	5.35
	40 (20g)	A.A	4.62	5.00	5.55
	40 (20g)	BHT	4.55	5.00	5.00
	20 (10g)	A.A	3.00	4.07	5.05
	20 (10g)	BHT	3.00	4.00	4.25
Minimum-Maksimum			3.00-8.75	3-7.50	4.05-7.75
Ortalama±Standart sapma			5.52±1.57	5.51±1.14	5.93±1.15
Genel ortalama			5.48	5.48	5.90

[1]A.O: Antioksidan çeşidi [2]A.A: Askorbik asit[3]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

Çizelge 4.40. Kurabiye örneklerine ait şekil ve simetri, renk, tat ve koku değerleri (2.tekerrür)

FORMÜL	YAĞ ORANI (%)	AO.[1]	Şekil ve simetri	Renk	Tat ve koku
F1	100 (50g)	A.A[2]	8.00	7.77	6.75
	100 (50g)	BHT[3]	7.75	7.55	6.62
	80 (40g)	A.A	7.00	6.75	6.50
	80 (40g)	BHT	7.50	7.05	6.05
	60 (30g)	A.A	5.75	5.12	5.75
	60 (30g)	BHT	5.50	5.12	5.50
	40 (20g)	A.A	4.00	5.02	4.75
	40 (20g)	BHT	4.75	5.00	4.02
	20 (10g)	A.A	4.00	4.00	3.55
	20 (10g)	BHT	3.00	4.62	3.00
F2	100 (50g)	A.A	6.75	7.65	7.50
	100 (50g)	BHT	7.75	7.55	7.00
	80 (40g)	A.A	7.00	7.55	6.50
	80 (40g)	BHT	7.00	7.45	6.00
	60 (30g)	A.A	5.75	6.25	6.00
	60 (30g)	BHT	5.12	6.50	5.50
	40 (20g)	A.A	5.00	5.65	5.00
	40 (20g)	BHT	5.12	5.00	5.00
	20 (10g)	A.A	3.75	4.50	4.25
	20 (10g)	BHT	3.12	4.75	4.00
F3	100 (50g)	A.A	9.00	8.50	9.00
	100 (50g)	BHT	8.50	8.50	8.00
	80 (40g)	A.A	8.07	7.55	7.50
	80 (40g)	BHT	8.00	7.62	7.07
	60 (30g)	A.A	7.50	7.00	6.62
	60 (30g)	BHT	7.50	7.57	6.00
	40 (20g)	A.A	6.25	6.00	5.50
	40 (20g)	BHT	6.00	6.75	5.75
	20 (10g)	A.A	4.00	4.00	4.00
	20 (10g)	BHT	4.55	4.00	4.50
Minimum-Maksimum			3.00-9.00	4.00-8.50	3.00-9.00
Ortalama±Standart sapma			6.1±1.70	6.27±1.42	5.77±1.39
Genel ortalama			5.62	6.24	5.77

[1]A.O: Antioksidan çeşidi [2]A.A: Askorbik asit[3]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

Çizelge 4.41. Kurabiye örneklerine ait çiğneme özelliği, tekstür, genel kabuledilebilirlik değerleri (2.tekerrür)

FORMÜL	YAĞ ORANI (%)	AO.[1]	Çiğneme özelliği	Tekstür	Genel kabuledilebilirlik
F1	100 (50g)	A.A[2]	8.00	7.07	7.75
	100 (50g)	BHT[3]	7.00	7.00	7.50
	80 (40g)	A.A	6.50	6.50	6.50
	80 (40g)	BHT	5.75	6.00	6.65
	60 (30g)	A.A	4.50	5.75	5.55
	60 (30g)	BHT	4.50	5.25	5.50
	40 (20g)	A.A	4.00	4.75	4.75
	40 (20g)	BHT	3.65	4.50	4.02
	20 (10g)	A.A	3.05	3.62	4.50
	20 (10g)	BHT	3.00	3.25	4.50
F2	100 (50g)	A.A	9.05	8.00	7.75
	100 (50g)	BHT	8.75	7.50	7.02
	80 (40g)	A.A	7.85	6.45	7.00
	80 (40g)	BHT	7.62	6.00	6.02
	60 (30g)	A.A	6.45	5.00	6.00
	60 (30g)	BHT	6.25	5.50	5.75
	40 (20g)	A.A	5.50	4.75	5.50
	40 (20g)	BHT	5.00	5.00	5.25
	20 (10g)	A.A	4.05	4.00	4.00
	20 (10g)	BHT	4.00	4.00	4.05
F3	100 (50g)	A.A	6.50	7.00	8.00
	100 (50g)	BHT	6.25	6.05	7.65
	80 (40g)	A.A	6.00	6.5	7.05
	80 (40g)	BHT	5.75	6.00	6.55
	60 (30g)	A.A	5.00	5.62	6.00
	60 (30g)	BHT	4.75	5.00	6.00
	40 (20g)	A.A	4.65	4.75	5.75
	40 (20g)	BHT	4.00	4.50	5.55
	20 (10g)	A.A	3.07	4.37	4.00
	20 (10g)	BHT	3.00	4.25	4.00
Minimum-Maksimum			3.00-9.05	3.25-8.00	4.00-8.00
Ortalama±Standart sapma			5.44±1.72	5.46±1.19	5.87±1.26
Genel ortalama			5.48	5.48	5.90

[1]A.O: Antioksidan çeşidi [2]A.A: Askorbik asit[3]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

Şekil ve simetri: Değişik rüşeym oranlı kurabiyelerin duyusal analiz sonuçlarına göre şekil ve simetri puanları 3.00-9.00 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.38 ve Çizelge 4.40). En yüksek puanı ise 2. tekerrür kurabiyelerinde 70 rüşeym: 30 un oranlı askorbik asit ilaveli %100 (50g) yağlı kurabiye almıştır (Çizelge 4.40).

Varyans analiz sonuçlarına göre yağ oranı varyans kaynağı $p<0.01$ düzeyinde etkili bulunmuştur (Çizelge 4.42).

Student testine göre 70 rüşeym: 30 un oranlı kurabiyeler istatistiki olarak en yüksek (6.03) değeri alırken 60 rüşeym: 40 un oranlı olanlar en düşük (5.35) değerde bulunmuştur. 50 rüşeym: 50 un kombinasyonu (5.48) da iki değer arasında hesaplanmıştır. Antioksidan çeşidi için incelendiğinde istatistiki açıdan birbirinden farklı olmayan sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 4.43).

Yağ oranının azalması ile şekil ve simetri için verilen puanlarda düşüş olduğu görülmüştür (Çizelge 4.43).

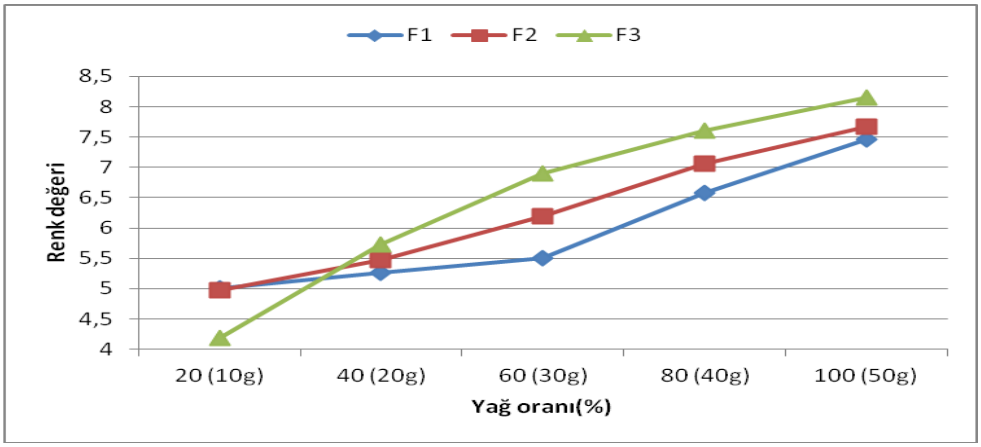
Pınarlı ve ark. (2004) rüşeym ikameli makarna çalışmalarında kontrol grubuna göre duyusal analiz olarak görünüş değerini rüşeym katkılı makarnadan daha düşük bulduklarını bildirmişlerdir.

Renk: Değişik rüşeym oranlı kurabiyelerin duyusal analiz sonuçlarına göre renk skorları ortalama 6.24 olup Çizelge 4.38 ile Çizelge 4.40'da özetlenmiştir. Renk değerleri genel olarak değerlendirilirse en yüksek değerlerin formül gruplarındaki %100 (50g) yağ oranına sahip kurabiyelerde, en düşük değerlerin ise %20 (10g) yağ oranına sahip kurabiyelerde bulunmuştur.

Varyans analizlerinden çıkarılan sonuç formül kaynağının $p<0.05$ düzeyinde *"formül x yağ oranı*" interaksiyonunun $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğudur (Çizelge 4.42).

Yağ oranı faktörü için %100 (50g), 80 (40g), 60 (30g), 40 (20g) ve 20 (10g) dozlarında ortalama çıkan renk değerleri sırasıyla 7.76, 7.08, 6.19, 5.48 ve 4.71'dir. İstatistiki olarak birbirinden farklı çıkan bu değerler giderek azalma göstererek daha az beğeni toplamıştır (Çizelge 4.43). Durumu görselleştiren *"formül x yağ oranı"* interaksiyonu Şekil 4.22'de verilmiştir.

Arshad ve ark. (2007) buğday ununa yağı uzaklaştırılmış buğday rüşeyminin %0-25 oranında ikame edilmesiyle yaptıkları kurabiyelerde duyusal analizlerden renk parametresinde en yüksek puanı %0, en düşük puanı %25 oranlı kurabiye almıştır. Yağı uzaklaştırılan buğday rüşeymi ikamesi arttıkça toplamda yağ oranının azaldığı varsayılırsa verilen puanların azalması çalışmamızla benzerlik göstermektedir.



4.22. Farklı formüllü kurabiyelerin renk değeri üzerine *''formül x yağ oranı''* interaksiyonu (F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı)

Tat ve koku: Değişik rüşeym oranlı kurabiyelerin tat ve koku değerleri 9 ile 3 arasında değişmiş olup ortalama 5.77 şeklinde bulunmuştur (Çizelge 4.38 ve Çizelge 4.40).

Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.42'de verilmiştir. *"formül x antioksidan çeşidi"* interaksiyonu önemsiz, diğer varyans kaynakları ve interaksiyonlar önemli ($p<0.01$) çıkmıştır. Student testi sonuçlarına göre askorbik asitli kurabiyelerin ortalama tat ve koku puanı 5.91 iken BHT ilaveli kurabiyelerin de 5.63 şeklinde rapor edilmiştir (Çizelge 4.43).

Çiğneme özelliği: Değişik rüşeym oranlı kurabiyelerde duyusal analiz sonuçlarına göre çiğneme özelliği en yüksek iki değer 60 rüşeym: 40 un kombinasyonunda %100 (50g) yağa sahip askorbik asitli kurabiyeden 9.05 ve BHT ilaveli kurabiyeden 8.75 olarak elde edilmiştir (Çizelge 4.39 ve Çizelge 4.41).

Varyans analiz sonuçlarına göre formül, yağ oranı ve antioksidan çeşidi varyans kaynağı $p<0.01$ oranında etkili bulunmuştur (Çizelge 4.42).

Çiğneme özelliği yağ oranı azaldıkça daha az puan değeri almıştır ve askorbik asit ilaveli kurabiye BHT ilaveliden daha yüksek puan alarak daha iyi çiğnenebilir özellikte bulunmuştur (Çizelge 4.43).

Çizelge 4.42. Kurabiye örneklerine ait duyusal analiz varyans analiz sonuçları[1]

VK	SD	Şekil ve simetri		Renk		Tat ve koku		Çiğneme özelliği		Tekstür		Genel kabuledilebilirlik	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Formül (A)	2	5.191	2.632ns	3.140	5.168*	11.789	310.245**	31.133	199.097**	1.590	13.080**	1.336	8.062**
Yağ Oranı (B)	4	121.890	30.903**	70.927	58.352**	95.824	1260.852**	116.041	371.044**	72.109	296.441**	76.485	230.754**
AxB	8	1.816	0.230ns	6.106	2.511*	2.796	18.400**	6.189	9.895**	2.729	5.609**	2.451	3.698**
Antioksidan Çeşidi (C)	1	0.068	0.069ns	0.273	0.899ns	1.218	64.125**	1.195	15.292**	0.912	15.007**	1.239	14.962**
AxC	2	0.001	0.0008ns	0.112	0.185ns	0.118	3.123ns	0.281	1.803ns	0.097	0.803ns	0.263	1.591ns
BxC	4	0.214	0.054ns	0.118	0.097ns	0.449	5.908**	0.266	0.852ns	0.248	1.023ns	0.093	0.280ns
AxBxC	8	1.142	0.144ns	0.974	0.401ns	1.530	10.066**	0.704	1.126ns	0.416	0.855ns	0.380	0.574ns
Hata	30	29.582		9.116		0.570		2.345		1.824		2.485	

[1]* p<0.05 düzeyinde önemli. **p<0.01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz

Çizelge 4.43. Kurabiye örneklerinin duyusal analiz değerlerine ait Student testi sonuçları*

Faktör	N	Şekil ve simetri	Renk	Tat ve koku	Çiğneme özelliği	Tekstür	Genel kabuledilebilirlik
Formül (A)							
F1	**20**	5.48^{ab}	5.95^{b}	5.26^{c}	4.96^{b}	5.29^{c}	5.69^{b}
F2	**20**	5.35^{b}	6.27^{ab}	5.70^{b}	6.50^{a}	5.69^{a}	5.97^{a}
F3	**20**	6.03^{a}	6.51^{a}	6.34^{a}	4.98^{b}	5.48^{b}	6.03^{a}
Yağ Oranı (%) (B)							
100 (50g)	**12**	7.79^{a}	7.76^{a}	7.51^{a}	7.43^{a}	7.05^{a}	7.50^{a}
80 (40g)	**12**	6.37^{b}	7.08^{b}	6.58^{b}	6.49^{b}	6.26^{b}	6.69^{b}
60 (30g)	**12**	5.59^{bc}	6.19^{c}	5.93^{c}	5.43^{c}	5.44^{c}	5.88^{c}
40 (20g)	**12**	4.78^{c}	5.48^{d}	4.96^{d}	4.60^{d}	4.73^{d}	5.11^{d}
20 (10g)	**12**	3.57^{d}	4.71^{e}	3.86^{e}	3.46^{e}	3.94^{e}	4.30^{e}
Antioksidan Çeşidi (C)							
A.A[1]	**30**	5.65^{a}	6.31^{a}	5.91^{a}	5.62^{a}	5.61^{a}	6.04^{a}
BHT[2]	**30**	5.59^{a}	6.18^{a}	5.63^{b}	5.34^{b}	5.36^{b}	5.75^{b}

*Sütunda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$) [1]A.A: Askorbik asit [2]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1:50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

Tekstür: Değişik rüşeym oranı ilaveli kurabiyelerin tekstür puanları 3.00-7.50 arasında değişmiş olup 1. tekerrür örneklere aittir. Genel ortalaması 5.48 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.39 ve Çizelge 4.41).

Duyusal analiz tekstür sonuçlarının varyans analiz sonuçları Çizelge 4.42'de verilmiştir. Buna göre "*formül x yağ oranı*" interaksiyonu $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunan faktörlerden biridir.

Student testi sonuçlarından formül, yağ oranı ve antioksidan çeşidi için hesaplanan ortalama tekstür değerleri istatistiki olarak birbirinden farklı çıkmıştır. Örneğin %100 (50g) yağ oranına sahip kurabiyeler %80 (40g) yağ oranına sahip kurabiyelereden daha yüksek puanlar almış olup daha etkili bulunmuştur (Çizelge 4.43).

El-Hady (2012) yaptığı bir incelemede yağı uzaklaştırılmış buğday rüşeymini kullanarak bisküvi elde etmiştir. Bu incelemede yağı uzaklaştırılan buğday rüşeymininin dozunu arttıkdıkça duyusal analiz tekstür puanlarının düştüğünü bildirmiştir. Bizim de elde ettiğimiz sonuçları El-Hady (2012)'ı destekler nitelik taşımaktadır.

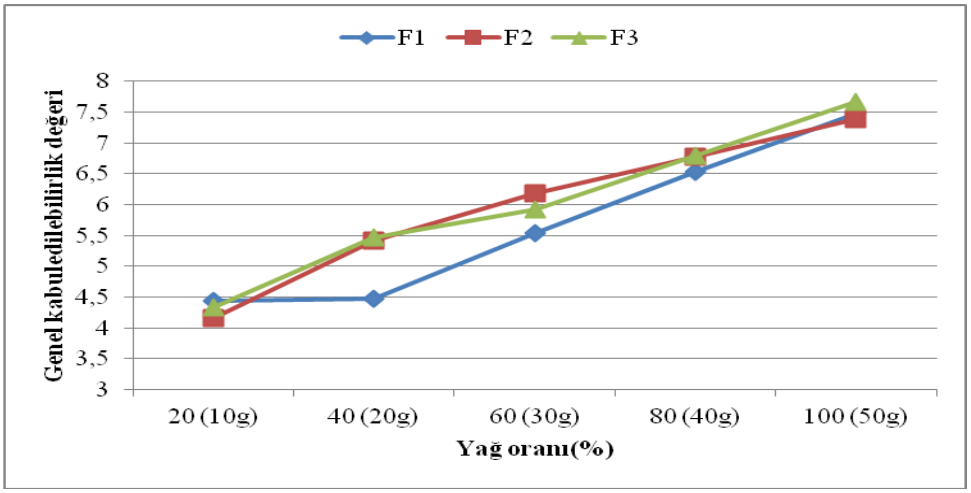
Genel kabuledilebilirlik: Değişik rüşeym oranlı kurabiyelerin genel kabuledilebilirlik değerleri en yüksek 8 en düşük 4, ortalama 5.90 şeklinde bulunmuştur (Çizelge 4.39 ve Çizelge 4.41).

Varyans analiz sonuçlarına bakıldığında şekil ve simetri, renk analizleri hariç diğer analizlerde de olduğu gibi formül faktörü $p<0.01$, tüm duyusal analizlerde de yağ oranı faktörü $p<0.01$ düzeyinde etkili çıkmıştır (Çizelge 4.42).

Genel kabul edilebilirlik bakımından Student testi sonuçları değerlendirilirse yağ oranında %20 (10g) dozu için 4.30, %100 (50g) dozu için 7.50 değeri elde edilirken %74.41'lik bir artış tespit edilebilmektedir (Çizelge 4.43).

Genel kabul edilebilirlik için önemli bulunan *"formül x yağ oranı"* interaksiyonu Şekil 4.23'te verilmiştir.

El-Hady (2012) yağı uzaklaştırılmış buğday rüşeymi ile yaptığı bisküvi örneklerinde yağ oranını yağı uzaklaştırılan rüşeym ilavesiyle nispeten azaltarak duyusal analizlerde genel beğeni açısından bu doğrultuda daha düşük puan aldığını bildirmiştir.



4.23. Farklı formüllü kurabiyelerin genel kabuledilebilirlik değeri üzerine *''formül x yağ oranı''* interaksiyonu (F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F2: 60 rüşeym: 40 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı)

4.4.2. Kurabiyelerin 45. gün duyusal analizleri

Raf ömrü analizlerinde de olduğu gibi kurabiyelerin teknolojik ve duyusal özellikleri açısından üstün bulunan %100 (50g), 80 (40g) ve 20 (10g) yağ oranına sahip üç formülasyondaki (50 rüşeym: 50 un oranı, 60 rüşeym: 40 un oranı, 70 rüşeym: 30 un oranı) askorbik asit, BHT ilaveli olan örnekler seçilmiştir. 45. gün sonra yapılan duyusal analizlerde parametreler şekil ve simetri, renk, tat ve koku, çiğneme özelliği, tekstür, genel kabuledil ebilirlik olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte 1-10 arasında değişen skala (1-3: kötü, 4-5: orta, 6-7: iyi, 8-10: çok iyi) kullanılmıştır.

Çizelge 4.44, 4.45, 4.46 ve 4.47'de 45. gün duyusal analiz sonuçları 1. ile 2. tekerrür sonuçları özetlenmiştir.

Şekil ve simetri: 45. gün duyusal analiz sonuçlarından şekil ve simetri değerleri 3.00-7.75 arasında değişmiştir (Çizelge 4.44 ve Çizelge 4.46). Varyans analiz sonuçlarına göre sadece yağ oranı varyans kaynağı $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.48).

$p<0.01$ düzeyinde önemli bulunan yağ faktöründen elde edilen şekil ve simetrinin aldığı puanlar %100 (50g) yağda 7.90, %80 (40g) yağda 6.04 ve %20 (10g) yağda 3.64 olmuştur (Çizelge 4.49).

Çizelge 4.44. Kurabiye örneklerinin 45.gün şekil ve simetri, renk, tat ve koku ortalama sonuçları (1.tekerrür)

FORMÜL	YAĞ ORANI (%)	AO.[1]	Şekil ve simetri	Renk	Tat ve koku
F1	100 (50g)	A.A[2]	7.75	7.5	7.50
	100 (50g)	BHT[3]	7.50	7.00	7.00
	80 (40g)	A.A	5.12	6.50	7.05
	80 (40g)	BHT	5.25	6.00	6.45
	20 (10g)	A.A	4.12	3.00	3.00
	20 (10g)	BHT	4.00	3.50	2.75
F3	100 (50g)	A.A	7.75	8.00	8.50
	100 (50g)	BHT	7.75	7.62	8.50
	80 (40g)	A.A	5.25	7.75	7.50
	80 (40g)	BHT	5.50	7.50	7.25
	20 (10g)	A.A	3.00	4.00	3.50
	20 (10g)	BHT	3.00	3.55	3.00
Minimum-Maksimum			3.00-7.75	3.00-8.00	2.75-8.50
Ortalama±Standart sapma			5.5±1.81	5.99±1.92	6±2.24
Genel ortalama			5.86	6.10	6.21

[1]A.O: Antioksidan çeşidi [2]A.A: Askorbik asit[3]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

Çizelge 4.45. Kurabiye örneklerinin 45.gün çiğneme özelliği, tekstür, genel kabuledilebilirlik ortalama sonuçları (1.tekerrür)

FORMÜL	YAĞ ORANI (%)	AO.[1]	Çiğneme özelliği	Tekstür	Genel kabuledilebilirlik
F1	100 (50g)	A.A[2]	7.00	6.75	7.50
	100 (50g)	BHT[3]	7.00	6.75	7.50
	80 (40g)	A.A	6.50	7.00	6.75
	80 (40g)	BHT	6.07	6.25	6.50
	20 (10g)	A.A	4.00	3.00	4.50
	20 (10g)	BHT	3.00	3.50	4.25
F3	100 (50g)	A.A	8.25	8.00	8.05
	100 (50g)	BHT	8.50	7.65	8.00
	80 (40g)	A.A	7.50	6.35	7.65
	80 (40g)	BHT	6.45	6.00	7.00
	20 (10g)	A.A	3.00	4.05	4.00
	20 (10g)	BHT	2.75	4.50	4.00
Minimum-Maksimum			2.75-8.50	3.00-8.00	4.00-8.05
Ortalama±Standart sapma			5.83±2.09	5.81±1.64	6.03±1.63
Genel ortalama			5.81	5.88	6.15

[1]A.O: Antioksidan çeşidi [2]A.A: Askorbik asit[3]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

Çizelge 4.46. Kurabiye örneklerinin 45.gün şekil ve simetri, renk, tat ve koku ortalama sonuçları (2.tekerrür)

FORMÜL	YAĞ ORANI (%)	AO.[1]	Şekil ve simetri	Renk	Tat ve koku
F1	100 (50g)	A.A[2]	8.25	8.00	8.00
	100 (50g)	BHT[3]	8.00	7.75	8.00
	80 (40g)	A.A	6.75	6.25	7.12
	80 (40g)	BHT	6.50	6.12	7.25
	20 (10g)	A.A	4.50	3.75	3.50
	20 (10g)	BHT	4.00	3.00	2.75
F3	100 (50g)	A.A	8.50	8.75	9.00
	100 (50g)	BHT	7.75	7.62	8.50
	80 (40g)	A.A	7.00	7.50	8.00
	80 (40g)	BHT	7.00	7.05	7.50
	20 (10g)	A.A	3.50	4.65	4.00
	20 (10g)	BHT	3.00	4.25	3.55
Minimum-Maksimum			3.00-8.50	3.00-8.75	2.75-9.00
Ortalama±Standart sapma			6.22±1.95	6.22±1.88	6.43±2.27
Genel ortalama			5.86	6.10	6.21

[1]A.O: Antioksidan çeşidi [2]A.A: Askorbik asit[3]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

Çizelge 4.47. Kurabiye örneklerinin 45.gün çiğneme özelliği, tekstür, genel kabuledilebilirlik ortalama sonuçları (2.tekerrür)

FORMÜL	YAĞ ORANI (%)	AO.[1]	Çiğneme özelliği	Tekstür	Genel kabuledilebilirlik
F1	100 (50g)	A.A[2]	7.50	8.00	8.50
	100 (50g)	BHT[3]	7.25	7.50	7.75
	80 (40g)	A.A	6.75	7.00	6.50
	80 (40g)	BHT	6.50	7.00	6.00
	20 (10g)	A.A	3.75	3.50	3.00
	20 (10g)	BHT	3.62	3.25	3.00
F3	100 (50g)	A.A	8.55	8.62	8.77
	100 (50g)	BHT	8.02	8.50	8.00
	80 (40g)	A.A	6.50	7.00	7.50
	80 (40g)	BHT	6.00	6.50	7.00
	20 (10g)	A.A	2.50	2.50	3.00
	20 (10g)	BHT	2.50	2.00	3.00
Minimum-Maksimum			2.50-8.55	2.00-8.62	3.00-8.77
Ortalama±Standart sapma			5.78±2.13	5.94±2.42	6±2.34
Genel ortalama			5.81	5.88	6.15

[1]A.O: Antioksidan çeşidi [2]A.A: Askorbik asit[3]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

Çizelge 4.48. Kurabiye örneklerine ait 45. gün duyusal analiz varyans analiz sonuçları[1]

VK	SD	Şekil ve simetri		Renk		Tat ve koku		Çiğneme özelliği		Tekstür		Genel kabuledilebilirlik	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Formül (A)	1	0.315	0.689ns	4.059	28.231**	2.957	21.769**	0.103	0.873ns	0.197	0.352ns	0.743	2.307ns
Yağ Oranı (B)	2	73.180	80.061**	72.543	252.276**	108.048	397.649**	91.602	387.138**	85.498	76.348**	83.994	130.297**
AxB	2	1.977	2.163ns	0.633	2.203ns	0.272	1.004ns	4.204	17.768**	1.834	1.637ns	1.081	1.677ns
Antioksidan Çeşidi (C)	1	0.210	0.461ns	0.908	6.320*	0.726	5.345*	0.708	5.992*	0.235	0.419ns	0.578	1.793ns
AxC	1	0.002	0.005ns	0.085	0.592ns	0.002	0.015ns	0.000	0.000ns	0.005	0.010ns	0.002	0.006ns
BxC	2	0.144	0.158ns	0.092	0.319ns	0.061	0.226ns	0.180	0.763ns	0.208	0.186ns	0.190	0.296ns
AxBxC	2	0.024	0.027ns	0.031	0.110ns	0.007	0.028ns	0.191	0.809ns	0.006	0.006ns	0.026	0.041ns
Hata	12	5.484		1.725		1.630		1.419		6.719		3.867	

[1]* $p<0.05$ düzeyinde önemli. **$p<0.01$ düzeyinde önemli. ns: önemsiz

Çizelge 4.49. Kurabiye örneklerinin 45. gün duyusal analiz değerlerine ait Student testi sonuçları*

Faktör	N	Şekil ve simetri	Renk	Tat ve koku	Çiğneme özelliği	Tekstür	Genel kabuledilebilirlik
Formül (A)							
F1	**12**	5.97[a]	5.69[b]	5.86[b]	5.74[a]	5.79[b]	5.97[b]
F3	**12**	5.75[a]	6.52[a]	6.56[a]	5.87[a]	5.97[a]	6.33[a]
Yağ Oranı (%) (B)							
100 (50g)	**8**	7.90[a]	7.78[a]	8.12[a]	7.75[a]	7.72[a]	8.00[a]
80 (40g)	**8**	6.04[b]	6.83[b]	7.26[b]	6.53[b]	6.63[b]	6.86[b]
20 (10g)	**8**	3.64[c]	3.71[c]	3.25[c]	3.14[c]	3.28[c]	3.59[c]
Antioksidan Çeşidi (C)							
AA[1]	**12**	5.95[a]	6.30[a]	6.38[a]	5.98[a]	5.98[a]	6.31[a]
BHT[2]	**12**	5.77[a]	5.91[b]	6.04[b]	5.63[b]	5.78[a]	6.00[b]

*Sütunda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$) [1]A.A: Askorbik asit [2]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

Çizelge 4.50. Kurabiye örneklerinin 0. ve 45.gün simetri ve şekil, renk, tat ve koku ortalama sonuçları

	0.gün			45.gün		
	Şekil ve simetri	**Renk**	**Tat ve koku**	**Şekil ve simetri**	**Renk**	**Tat ve koku**
Formül (A)						
F1	5.48	5.95	5.26	5.97	5.69	5.86
F3	6.03	6.51	6.34	5.75	6.52	6.56
Yağ Oranı (%) (B)						
100 (50g)	7.79	7.76	7.51	7.90	7.78	8.12
80 (40g)	6.37	7.08	6.58	6.04	6.83	7.26
20 (10g)	3.57	4.71	3.86	3.64	3.71	3.25
Antioksidan Çeşidi (C)						
A.A.[1]	5.65	6.31	5.91	5.95	6.30	6.38
BHT[2]	5.59	6.18	5.63	5.77	5.91	6.04

[1]A.A: Askorbik asit [2]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

Çizelge 4.51. Kurabiye örneklerinin 0. ve 45.gün çiğneme özelliği, tekstür, genel kabuledilebilirlik ortalama sonuçları

	0.gün			45.gün		
	Çiğneme özelliği	**Tekstür**	**Genel kabuledilebilirlik**	**Çiğneme özelliği**	**Tekstür**	**Genel kabuledilebilirlik**
Formül (A)						
F1	4.96	5.29	5.69	5.74	5.79	5.97
F3	4.98	5.48	6.03	5.87	5.97	6.33
Yağ Oranı (%) (B)						
100 (50g)	7.43	7.05	7.50	7.75	7.72	8.00
80 (40g)	6.49	6.26	6.69	6.53	6.63	6.86
20 (10g)	3.46	3.94	4.30	3.14	3.28	3.59
Antioksidan Çeşidi (C)						
A.A.[1]	5.62	5.61	6.04	5.98	5.98	6.31
BHT[2]	5.34	5.36	5.75	5.63	5.78	6.00

[1]A.A: Askorbik asit [2]BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı

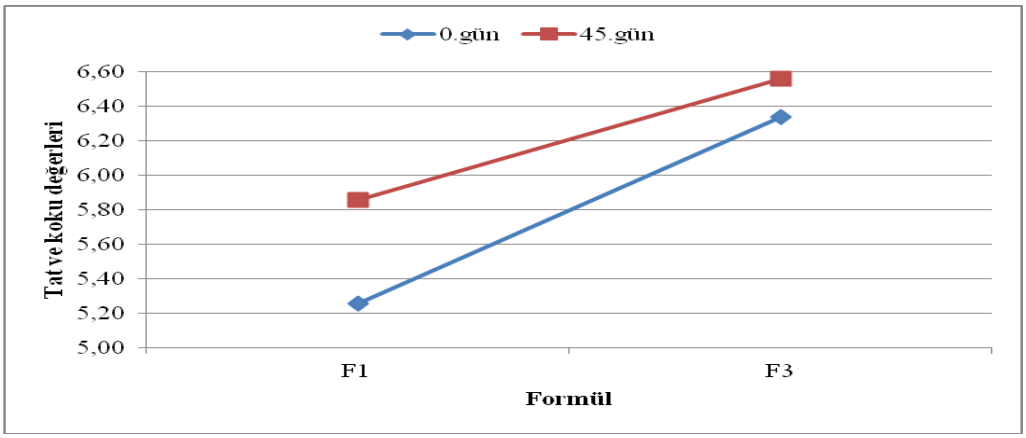
Renk: Rüşeym katkılı kurabiyelere 45 gün sonra verilen renk puanları en yüksek her iki tekerrürde de 8 olup 70 rüşeym: 30 un oranlı askorbik asitli %100 (50g) yağa sahip kurabiyelere verilmiştir. Başka bir ifade ile rengi en çok beğenilen bu kurabiye olmuştur (Çizelge 4.44ve Çizelge 4.46).

Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.48, Student testi sonuçları ise 4.49'da gösterilmiştir. Varyans analizine göre formül ve yağ oranı kaynağı $p<0.01$, antioksidan çeşidi $p<0.05$ etkili bulunmuştur.

Student testi sonuçlarına göre ise 70 rüşeym: 30 un formülü 6.56 değeri ile 50 rüşeym: 50 un formülünden daha yüksek puan almıştır. Antioksidan çeşidi için askorbik asit ilaveli kurabiyeler renk açısından daha fazla beğeni toplamıştır (Çizelge 4.49).

Geçen 45 gün içinde formül grubunda renk değerlendirilmesi yapıldığında aynı doğrultuda artan rüşeym miktarına göre puanların yükseldiği ve birbirine çok yakın değerlere sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.50).

Tat ve koku: Rüşeym katkılı kurabiyelerin 45. gün tat ve koku analizinden elde edilen değerler 2.75-9.00 aralığında değişmiştir (Çizelge 4.44 ve Çizelge 4.46).



Şekil 4.24. Farklı formüllere sahip kurabiyelerin 0. ve 45. gün tat ve koku değerleri karşılaştırılması (F1: 50 rüşeym: 50 un oranı F3:70 rüşeym: 30 un oranı)

Formül varyans kaynağı $p<0.01$ düzeyinde etkili bulunmuştur (Çizelge 4.48). 70 rüşeym: 30 un oranı 6.56, 50 rüşeym: 50 un oranı 5.86 puanını almış olup istatsitiki açıdan farklı değerleri ifade etmiştir (Çizelge 4.49).

Tat ve koku analizi 0. ve 45. gün şeklinde karşılaştırıldığında genel bir puan artışı gözlemlenmiştir. 0. günde 50 rüşeym: 50 un formülünde 5.26 puan iken 0.6 birimlik bir artış ile 45. günde 5.86'ya çıkmıştır (Çizelge 4.50). 0. ve 45. gün tat ve koku analizi karşılaştırması Şekil 4.24'te ifade edilmiştir.

Çiğneme özelliği: Değişik oranlarda rüşeym katılarak yapılan kurabiye örneklerinin 45. gün çiğneme özelliği puanları 1. tekerrürde 5.83, 2. tekerrürde 5.78, genel ortalaması 5.81 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.45 ve Çizelge 4.47).

Varyans analiz sonuçlarına göre yağ oranı ($p<0.01$) antioksidan çeşidi kaynağına ($p<0.05$) göre daha etkili bulunmuştur (Çizelge 4.48).

Student testine göre askorbik asit ilaveli kurabiyelerin ortalama çiğneme özelliği değeri 5.98 iken BHT ilaveli kurabiyelerinki de 5.63 puanını almıştır (Çizelge 4.49).

Çiğneme özelliği için depolama zamanında karşılaştırma yapıldığında yağ oranı için beraber değerlendirilirse verilen puanların 45. günde daha yüksek olduğu görülmüştür. Buna dayanarak panelistlerin geçen zamanın etkisini çok fark edemedikleri yorumunun yapılabileceği düşünülmektedir (Çizelge 4.51).

Tekstür: Değişik oranlarda rüşeym katılarak yapılan kurabiyelerin tekstür değerleri 2.00-8.62 aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 4.45 ve Çizelge 4.47).

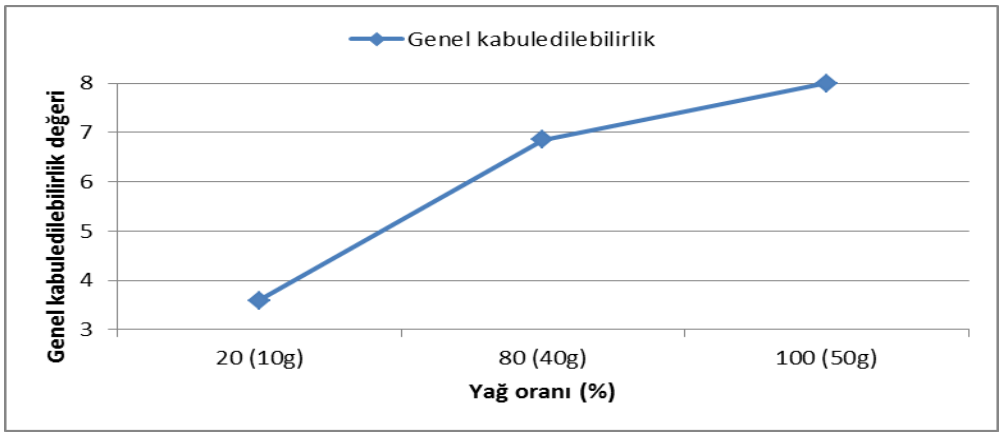
45. gün öncesinde yapılan duyusal analiz sonuçlarında da olduğu gibi yağ oranı varyans kaynağı $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.48).

Antioksidan çeşidi faktöründe verilen puanlar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir. Yağ oranı faktöründe %100 (50g), 80 (40g), 20 (10g) sırasıyla 7.72, 6.63, 3.28 azalan puan grafiğiyle karşılaşılmıştır (Çizelge 4.49).

Depolama zamanları içinde verilen puanlara bakılırsa sanki birbirinden bağımsız gibi puanların verildiği ve 45. gün değerlerinin 0. güne nazaran daha yüksek çıktığı görülmüştür (Çizelge 4.51).

Genel kabuledilebilirlik: Değişik oranlarda rüşeym ilave edilerek yapılan kurabiye örneklerinde 45. gün duyusal analiz genel kabuledilebilirlik sonuçları en yüksek 8.775 ile 70 rüşeym: 30 un oranlı askorbik asit ilaveli %100 (50g) yağ oranına sahip olandan elde edilmiştir (Çizelge 4.47).

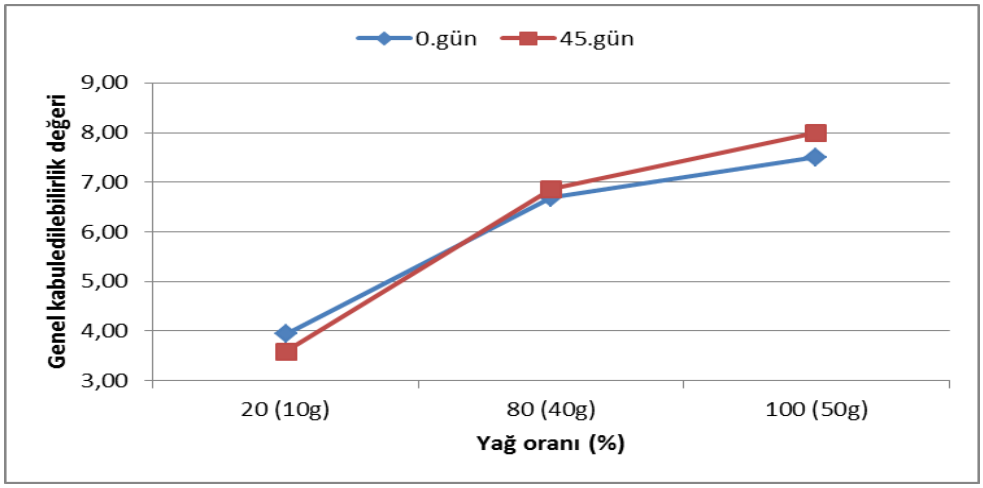
Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.48'de özetlenmiş olup yağ oranı kaynağının $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Şekil 4.25 farklı yağ oranına sahip kurabiyelerin genel kabul edilebilirlik puanları göz önüne alınarak oluşturulmuştur.



Şekil 4.25. Farklı yağ oranlarına sahip kurabiyelerin 45. gün genel kabuledilebilirlik değerlerine ait *"yağ oranı"* interaksiyonu

Student testi sonuçlarına göre formül faktöründe 70 rüşeym: 30 un kombinasyonlu, yağ oranı faktöründe %100 (50g) yağ oranlı, antioksidan çeşidi faktöründe ise askorbik asitli kurabiyeler daha yüksek ortalamalara sahip bulunmuştur (Çizelge 4.49).

Çizelge 4.51'de 0. ve 45. gün karşılaştırılması özetlenmiştir. Genellikle 45. gün puanlarının daha yüksek çıktığı görülmüştür. Örneğin 0. günde %80 (40g) yağa sahip kurabiyenin genel kabuledilebilirlik değeri 6.69, 45. günde 6.86'a yükselmiştir. Depolama süresinde genel kabuledilebilirlik puanlarının daha net görülebilmesi için Şekil 4.26'da verilmiştir.



Şekil 4.26. Farklı yağ oranlarına sahip kurabiyelerin 0. ve 45. gün genel kabuledilebilirlik değerlerinin karşılaştırılması

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışma, un sanayinin tam olarak insan diyetinde değerlendirelemyen buğday rüşeyminin kurabiye üretiminde kullanılarak kullanım alanının artırmak amaçlanmıştır.

Bunun için kurabiye formülünde ana bileşen olarak kullanılan buğday unun bir kısmı yerine (minumum %50'sinden başlamak üzere mümkün olan en yüksek oranda) buğday rüşeymi ilave edilerek besin değeri yüksek, raf ömrü uzun kurabiye üretimi hedeflenmiştir.

Bu amaçla üç rüşeym:un oranlı (50 rüşeym: 50 un, 60 rüşeym: 40 un, 70 rüşeym: 30 un), beş yağ oranlı (%100 (50g), 80 (40g), 60 (30g), 40 (20g), 20 (10g)) reçeteye iki farklı antioksidan çeşidi ilave edilerek elde edilen kurabiyelerin bazı fiziksel, kimyasal ve duyusal özelliklerinde meydana gelen etkiler belirlenmiştir. Bulunan sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Deneme deseninde yağ oranındaki azalma ile çap ve yayılma oranı azalırken, kalınlık değeri artış göstermiştir.

Antioksidan çeşidi bakımından BHT ikameli kurabiyelerin askorbik asitli olanlara göre daha yüksek yayılma oranı değeri verdiği görülürken, üç değişik rüşeym un kombinasyonlu kurabiyelerin ortalama kalınlıkları istatistiki olarak birbirine benzer sonuçlar vermiştir.

Farklı rüşeym un kombinasyonlu kurabiyelerin L^* değerleri rüşeym miktarının artmasıyla azalmış, a^* değeri artış göstermiştir. b^* değerini ise rüşeym miktarının özellikle 50:50 ve 60:40 kombinasyonu karşılaştırıldığında etkilediği fark edilmiştir. b^* değerindeki farklılığın rüşeym miktarının artması ile rüşeymin kimyasal bileşiminde yer alan ksantofilden kaynaklandığı düşünülmektedir. En mat kurabiyelerin 70 rüşeym: 30 un oranından elde edildiği sonucuna varılmıştır.

Yağ oranı azaltılan kurabiyelerin su miktarları en yüksek %20 (10g) yağlı olanlardan elde edilmiştir. Bunun sebebinin ise yağın azalmasına bağlı olarak hamur oluşumu için gereken kıvamın su ilavesiyle sağlanmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Rüşeym kombinasyonlarının değişmesi ile artan rüşeym oranına bağlı olarak son üründe kül, ham protein ve ham yağ değerlerinin artmasına sebep olmuştur. Bu değerlerin en düşük sonuçları 50:50 rüşeym un kombinasyonunda elde edilmiştir.

Analiz sonuçlarnın kanıtladığı bu durum rüşeymin zengin kimyasal komposizyonundan kaynaklanmıştır.

Değişik rüşeym un kombinasyonları ile edilen kurabiyelerin ham selüloz değerleri ortalama %4.69 olurken, en yüksek değer ise 70 rüşeym: 30 un oranlı askorbik asit ilaveli %100 (50g) yağa sahip örnekten %6.00 olarak hesaplanmıştır. Buğday rüşeyminin zengin ham selüloz içeriği (%7.50) son ürüne de yansımış olup 50 rüşeym: 50 un oranlı kurabiyelerdeki ortalama ham selüloz miktarı %14.88 artış ile 60 rüşeym: 40 un oranında, %37.39 artış ile de 70 rüşeym: 30 un oranında hesaplanmıştır.

Serbest yağ asitliği değerleri oleik asit cinsinden hesaplanmış ve %2.98-0.98 arasında değişim göstermiştir. Kurabiyeler genel olarak incelendiğinde, artan unu tamamlayıcı rüşeym miktarı arttıkça serbest yağ asitliğinin yükselmesinin rüşeymin kimyasal kompozisyonunun doymamış yağ asitlerince zengin olmasına bağlanabileceği düşünülmektedir.

Peroksit sayısı değeri en düşük 50 rüşeym: 50 un oranında ortalama 2.76 meqO_2/kg yağ şeklinde bulunmuştur. Peroksit sayısı miktarını daha çok etkileyen faktörün rüşeym yağının doğal yapısında bulunan iki veya üç çift bağ içeren doymamış yağ asitlerinin olduğu sanılmaktadır.

Kurabiyelere rüşeym ilavesi ile birlikte mineral madde içeriklerinde önemli artışlar gözlemlenmiştir. 100 gram (kuru madde üzerinden) 70 rüşeym: 30 un oranlı kurabiye tüketildiğinde günlük ortalama Ca, Mg, K, P, Zn ihtiyacının sırasıyla %4.73, 54.64, 28.84, 58.67, 40.30'u karşılanmış olurken Mn için değerlendirildiğinde ise Mn ihtiyacının 2 katı alınacak buna ilaveten %82'si daha karşılanmış olacaktır.

45. gün için yapılan analizlerde 50 rüşeym: 50 un oranı için *L**, *a**, *b** değeri 0. güne göre artmıştır.

Su miktarının 45. günde en yüksek değerine 50 rüşeym: 50 un oranına ait askorbik asitli %20 (10g) yağlı kurabiyelerde ulaşılmıştır. Depolama boyunca genel olarak tüm faktörlerde nem miktarında artış görülmüştür.

Ham yağ ve serbest yağ asitliği 0. güne göre 45. günde genel olarak yüksek çıkmıştır. Ham yağ ve serbest yağ asitliği içeriğinin yüksek olması, rüşeymin kimyasal kompozisyonuna dayanarak yağca zengin olmasından dolayı oksidasyona uğrama hızının artarak açığa çıkan yağın parçalanma ürünlerinin fazlalığına bağlanmıştır.

Peroksit sayısının 45. gün için en yüksek değeri 3.5 meqO_2/kg yağ olarak bulunmuştur. 0. güne nazaran 45. gün peroksit sayısı değerlerinde azalış saptanmıştır. Bu azalış oksidasyonun devam etmesiyle var olan peroksitlerin diğer parçalanma ürünlerine dönüşmesiyle ilişkilendirilmiştir.

Duyusal analizlerin 0. günü değerlendirildiğinde yağ oranında şekil ve simetri, tat ve koku, genel kabuledilebilirlik için en yüksek puanları %100 (50g) yağlı kurabiyeler almıştır. Askorbik asit içeren örnekler daha çok beğeni toplamıştır.

45. gün duyusal analizlerinde de formül faktöründe 60 rüşeym: 40 un ve 70 rüşeym: 30 un oranı istatistiki olarak yakın puanlar almıştır. Çiğneme özelliğinde ise askorbik asit ilavesi ön plana çıkmıştır. Genel kabuledilebilirlikte ise en yüksek puanı %100 (50g) yağlı kurabiyeler, en düşük puanı %20 (10g) yağlı olanlar almıştır.

5.2. Öneriler

Genellikler kullanım alanı ülkemizde sınırlı olan ve yem sanayinde tercih edilen buğday rüşeymi için yürütülen bu çalışmamızdan olumlu sonuçlar alınmıştır. Teknolojik ve duyusal özellikler beraber değerlendirildiğinde yağ oranı %20 (10g) ve %40 (20g)'a kadar azaltılmadan rüşeym miktarının arttırılması tavsiye edilmektedir.

Buğday rüşeyminin yüksek protein içeriği, dengeli amino asit dağılımı, esansiyel yağ asitlerini içermesi, lif bakımından önemli bir kaynak olması; besinsel ve fonksiyonel özelliklerin geliştirilmesi için kurabiye üretiminde kullanılabilecek bir hammadde olduğunu göstermektedir. Ayrıca mineral madde (Ca, Zn, Fe, Mn, K, P…) ve E vitamini açısından da ürünü zenginleştirmek amacıyla faydalanılabilir.

Yağ oranındaki azaltma isteğimize uygun olarak %80 (40g) yağlı kurabiyler kimyasal, fiziksel ve duyusal bakımdan %100 (50g) yağlı kurabiyelerden çok farklı sonuçlar vermemiştir. %80 (40g) yağ oranıyla daha az yağlı fakat daha fazla proteinli ürün elde edilebilmiştir.

Oda koşullarında 45 gün bekletilen kurabiyelerde gözle görülür ve duyusal analizlerle anlaşılır bir olumsuzluğa rastlanılmamıştır. Duyusal analiz yapan panelistler ne kadar zaman depolandığını tam olarak fark edememişlerdir. Yani askorbik asit ve BHT ilavesi diğer fırın ürünlerinde kullanıldığı gibi kurabiye tarzı ürünlerde de bu açıdan faydalı sonuçlar vermiştir.

KAYNAKLAR

Addo, K., Burton, D., Stuart, M. R., Burton, H. R. and Hilderband, D. F., 1993, Soybean flour lipoxygenase isozyme mutant effect on bread dough volatiles, *Journal of Food Science*, 58, 583-608.

Aktaş, K., 2012, Sütçülük yan ürünleri ve β glukan ilavesi ile eriştenin besinsel özelliklerinin araştırılması üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Konya, 29-30.

Alobo, A. P., 2001, Effect of sesame seed flour on millet biscuit characteristics, *Plant Foods for Human Nutrition*, 56, 195-202.

Altındağ, G., 2011, Karabuğday mısır ve pirinç unundan üretilen kurabiyelerin bazı kalite özellikleri ve raf ömrünün belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı,* Antalya, 48-52-54-82-86.

Altuğ, T., Ova, G., Demirağ, K., Elmacı, Y., Zorba, M. ve Bahar, B., 2006, Gıda katkı maddeleri, *Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü*, İzmir, 17-41.

Andersen, A. J. C. and Williams, P. N., 1965, Raw materials, In Andersen, A. J. C. and Williams, P. N. (Eds.), Margarine, *Pergaman Press*., New York, 21-80.

Andres, C., 1979, Crunch and texture of peanuts available at 1/3 less cost, *Food Processing*, 40 (2), 82.

Anonim, 1999, *Vatan gıda haber bülteni*, İstanbul.

Anonim, 2011a, http://www.ziraatciyiz.biz/sut-ve-sut-urunleri-teknolojisi-pdf-t1491.html?s=487bdc1cdc526e31b09047df30c79e23&amp/ [Ziyaret Tarihi: 10.12.2011].

Anonim, 2011b, http://www.bahadirakan.com/index.php/kimyasallar/124-askorbk-ast--e-300-vtamn-c-c6h8o6.html [Ziyaret Tarihi: 10.12.2011].

Anonim, 2011c, http://www.yilmazkimya.com.tr/index.php/urunler/detay/id/12/askorbik-asit-vitamin-c, [Ziyaret Tarihi: 10.12.2011].

Anonim, 2014a, http://tr.mydearbody.com/mineraller/kalsiyum-minerali.html [Ziyaret Tarihi: 25.01.2014].

Anonim, 2014b, http://www.dengeli-beslenme.net/bakir-minerali.html [Ziyaret Tarihi: 25.01.2014].

Anonim, 2014c, http://www.e-diyetisyen.com/saglikli-beslenme/mineraller/potasyum/ [Ziyaret Tarihi: 25.01.2014].

Anonim, 2014d, http://tr.mydearbody.com/mineraller/manganez-minerali.html [Ziyaret Tarihi: 25.01.2014].

Anonim, 2014e, http://tr.mydearbody.com/mineraller/fosfor-minerali.html [Ziyaret Tarihi: 25.01.2014].

Anonim, 2014f, http://mucizeiksirler.blogspot.com/2008/09/fosfor-minerali-fosforun-faydalar.html [Ziyaret Tarihi: 25.01.2014].

Anonim, 2014g, http://tr.mydearbody.com/mineraller/cinko-minerali.html [Ziyaret Tarihi: 25.01.2014].

Anonymous, 1989, AOCS, Official methods and recommended practices of the American oil chemists´ society, 4th edn., *American Oil Chemists´ Society, Champaign,* method Ac 5-41.

Anonymous, 1992, AOCS, Official methods and recommended practices of the American oil chemists´ society, 4th edn., *American Oil Chemists´ Society, Champaign,* method Cd 8-53.

Anonymous, 2012a, http://www.ams.usda.gov/AMSv1.0/getfile?dDocName=STELDEV3004470, [Ziyaret Tarihi: 03.04.2012].

Aparicio-Saguilián, A., Sáyago-Ayerdi, S. G., Vargas-Torres, A., Tovar, J., Ascencio-Otero, T. E. and Bello-Pèrez, L. A., 2006, Slowly digestible cookies prepared from resistant starch rich lintnerized banana starch, *Journal of Food Composition and Analysis*, 20 (3-4), 175-181.

Arshad, M. U., Zakir, S., Anjum, F. M., Zahoor, T. and Nawaz, H., 2008, Nutritive value of cookies containing wheat germ oil, *Pakistan Journal of Life and Social Sciences*, 6 (2), 127-134.

Arshad, M., Anjum, F. and Zahoor, T., 2007, Nutritional assessment of cookies supplemented with defatted wheat germ, *Food Chemistry*, 102, 123-128.

Artz, W. E., Warren, C. C., Mohring, A. E. and Villota, R., 1990, Incorporation of corn fiber into sugar snap cookies, *Cereal Chemistry*, 67 (3), 303-305.

Attia, F. and Creek, R. D., 1965, Studies on raw and heated wheat germ for young chicks, *Poultry Science*, 42, 494-497.

Bacigalupo, A., 1969, Protein rich foods in Peru, In protein enriched cereal foods for World needs, Ed. M. Milner, *American Association of Cereal Chemistry*, St. Paul, MN, 288.

Badi, S. M. and Hoseney, R. C., 1976, Use of sorghum and pearl millet flours in cookies, *Cereal Chemistry,* 53 (5), 733-738.

Barnes, P. J., 1983, Lipids in cereal technology, *Academic Press*, London.

Bass, E. J., 1988, Wheat flour milling, In wheat chemistry and technology volume II (Ed. Y. Pomeranz), *American Association of Cereal Chemistry*, USA.

Bath, D. E., Shelke, K. and Hoseney, R. C., 1992, Fat replacers in high ratio layer cakes, *Cereal Food World,* 37 (7), 495-500.

Bauernfeind, J. C., and I. D. Desai., 1977, The tocopherol content of food and influencing factors, *Critical Reviews in Food Science & Nutrition,* 8-4, 337-382.

Bernussi, A. L. M., Chang, Y. K. and Martinez-Bustos, F., 1998, Effects of production by microwave heating after conventional baking on moisture gradient and product quality of biscuits (cookies), *Cereal Cheistry,* 75 (5), 606-611.

Bilgiçli, N., İbanoğlu, Ş. and Herken, E. N., 2007, Effect of dietary fibre addition on selected nutritional properties of cookies, *Journal of Food Engineering*, 78 (1), 86-89.

Blessin, C. W., Inglett, G. E., Garcia, W. J. and Deathrage, W. L., 1972, Defatted corn germ flour food ingredients from corn, *Food Product Development*, 5-33.

Boz, H., Karaoğlu, M. M., Kotancılar, H. G. ve Gerçekaslan, K. E., 2008, Fırın ürünlerinde kullanılan bazı doğal katkılar, *Türkiye 10. Gıda Kongresi (21-23 Mayıs 2008),* Erzurum, 367-368.

Budryn, G. and Nebesny, E., 2012, Effect of gren and roasted coffee antioxidants on quality and shelf life of cookies and chocolates, *Journal of Food Processing and Preservation*, 37 (5), 835-845.

Bure, J., 1980, Lá pate de farine de blè la chimie du blè, *In la Chimie du blè*, SEPAIC (Ed) Collection Proma.

Bushunk, W. and Rasper, V. F., 1996, Wheat production properties an quality, *Blackie Acedemic and Professional an imprint of Champman and Hall*, UK.

Campbell, L. A., Ketelsen, S. M. and Antenucci, R. N., 1994, Formulating oatmeal cookies with calorie sparing ingredients, *Food Technology*, 48 (5), 98-105.

Cara, L., Dubois, C., Borel, P., Armand, M., Senft, M., Portugal, H., Pauli, A. M., Bernard, P. M. and Lairon, D., 1992a, Effects of oat bran, wheat fiber, and wheat grem on postprandial lipemia in healthy adults *The American Journal of Clinical Nutrution*, 55(1), 81-88.

Cara, L., Armand, M., Borel, P., Senft, M., Portugal, H., Pauli, A. M., Lafont, H. and LArion, D., 1992b, Long term wheat germ intake beneficially affects plasma lipis

and lipoprotein s in hypercholesterolemic human subjects, T*he Journal of Nutrition*, 122 (2), 317.

Castello, P., Jollet, S., Potus, J., Baret, J. L. and Nicolas, J., 1998, Effect of exogenus lipase on dough lipids during mixing of wheat flours, *Cereal Chemistry,* 75, 595-601.

Cauvain, S. P. and Young, L. S., 2006, Baked products: science technology and practise, *Blackwell Publishing*, UK.

Cemeroğlu, B., 2004, Meyve ve sebze işleme teknolojisi, *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, 35.

Chichester, C. O., Mrak, E. M. and Stewart, G. F., 1977, Advances in food research, In S. R. Shurpalekar and P. Haridas Rao (Eds.) wheat germ volume 23, *Academic Press*, 189-289.

Chinma, C. E. and Gernah, D. I., 2007, Physicochemical and sensory properties of cookies produced from cassava/soybean/mango composite flours, *Journal of Food Technology*, 5 (3), 256-260.

Chrysam, M. M., 1985, Table spreads and shortenings, Vol 3, T. H. Applewhite (Ed.), Bailey's industrial oil and fat products, *John Wiley and Sons*. New York, 41-125.

Chrysam, M. M., Erickson, D. R., Jackson, H. W., Leo, D. A., List, G. R., Norris, F. A., Sleeter, R. T. and Thomas, A. E., 1985, Bailey's industrial oil and fat products, Applewhite T. H. (Ed.), *Kraft Incorporation Research and Development*, 2, 41-111.

Conforti, F. D., Charles, S. A. and Dunkan, S. E., 1996, Sensory evaluation and consumer acceptance of carbohydrate based fat replacers in biscuits, *Journal of Consumer Studies and Home Economics*, 20, 285-296.

Coulter, R. B., 1988, Extending shelf life by using traditional phenolic antioxidants, *Cereal Foods World,* 32, 207–210**.**

Creek, R. D. and Vasaitis, V., 1962, Detection of an antiproteolytic substance in raw wheat germ, *Poultry Science,* 41(4), 1351-1352.

Çakmaklı, Ü., Köse, E. ve Kemahlıoğlu, K., 1995, Ham ve stabilize ticari buğday rüşeyminin bir katkı maddesi kombinasyonu ile birlikte katımının hamur ve ekmek niteliklerine etkileri, *Gıda*, 20 (4), 243-248.

Demirci, M., 2008, Gıda kimyası, *Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü,* Tekirdağ, 128.

Deng, J. C., Watson, M., Bates, R. P. and Schroeder, E., 1978, Ascorbic acid as an antioxidant in fish flesh and its degradation, *Journal of Food Science*, 43, 457-460.

Dinçer, A., 1987, Gıdalarda kullanılan antioksidanlar ve fonksiyonları, *Gıda Sanayii*, 1, 40-42.

Drewnowski, F. D., Nordenten, K. and Dwyer, J., 1998, Replacing sugar and fat in cookies impact on product quality and preference, *Food Quality and Preference*, 9 (1/2), 13-20.

Dziezak, J. D., 1986, Antioxidant, *Food Technology*, 40 (9), 94-102.

EC, 1990, Reports of the scientific committe for food, 22 nd series, *Commission of the Europen Communities*, Luxembourg.

Elgün, A. ve Ertugay, Z., 2000, Tahıl işleme teknolojisi, 4. Baskı, *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi*, Erzurum, 297.

Elgün, A., Ertugay, Z., Kurt, A. ve Gökalp, H., 1994, Gıda Bilimi ve Teknolojisi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Kitapları*, Erzurum, 53.

El-Hady, S. R. A., 2012, Utilization of defatted wheat germ flour as nutrient supplement of biscuits, *Journal of Agriculture Research Kafer El-Sheikh University*, 38 (1).

Finney, K. F., Yamazaki, W. T. and Morris, V. H., 1950, Effect of varying quantities of sugar shortening and ammonium bicarbonate on the spreading and top grain of sugar snap cookies, *Cereal Chemistry*, 27-30.

Finney, P. L., 1989, Soft wheat: View from the Eastern United States, *Cereal Foods World*, 34(9), 682-687.

Flaczyk, E. and Kaminski, E., 1978, Proteolytic preparations obtained from grain products, *Przemysl Spozywczy*, 32 (12), 466-468.

Fogg, N. E. and Tinklin, G. E., 1972, Influence of glandless cottonseed flours on quality acceptability and amino acid of sugar cookies, *Cereal Science. Today*, 17-70.

Francis, F. J., 1998, Colour analyses, In Food Analysis, S.S. Nielson (Ed.) *Chapman and Hall*, New York.

Frankel, E. N., 1991, Recent advances in lipid oxidation, *Journal of the Science of the Food Agriculture*, 54 (4), 495-511.

Frazier, P. J., Brimblecombe, F. A., Daniels, N. W. R. and Resulles, E. P. W., 1977, The effect of lipoxygenase action on the mechanical development of doughs from fat extracted and reconstituted wheat flour, *Journal of the Science of the Food Agriculture*, 28, 247-254.

Gallager, E., Gromley, T. R. and Arendt, E. K., 2004, Recent advances in the formulation of gluten free cereal based products, *Trend in Food Science and Technology*, 15, 143-152.

Gallagher, E., Gormley, T. R. and Arendt, E. K. 2004. Recent advances in the formulation of gluten free cereal-based products, *Trends in Food Science and Technology*, 15, 143-152.

Garcia, R., Kaid, N., Vignaud, C. and Nicalus, J., 2000, Purification and some properties of catalase from wheat germ (Tr. aestivum L.), *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 48, 1050-1057.

Garcia, W. J., Gardner, H. W., Cavins, J. F., Stringfellow, A. C., Blessin, C. W. and Inglett, G. E., 1972, Composition of air classified defatted corn and wheat germ flours, Cereal chemistry, *American Association of Cereal Chemists,* St Paul, MA, USA.

Ge, Y., Sun, A., Ni, Y. and Cai, T., 2000, Some nutritional and functional properties of defatted wheat germ protein, *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 48, 6215-6218.

Ge, Y., Sun, A., Ni, Y. and Cai, T., 2001, Study and development of a defatted wheat germ nutritive noodle, *European Food Research and Technology*, 212, 344-348.

Ghotra, B. S., Dyal, S. D. and Narine, S. S., 2002, Lipid shortenings a rewiev, *Food Research International*, 35, 1015-1048.

Gökalp, H. S. ve Çakmakçı, S., 1991, Gıda sanayinde antimikrobiyal maddeler ve kullanımları, *Araştırma Dergisi,* 3 (33), 27-32.

Gupta, M., Bawa, A. S. and Abu-Ghannam, N., 2011, Effect of barley flour and freeze thaw cycles on textural nutritional and functional properties of cookies, *Food and Bioproducts Processing*, 89, 520-527.

Gül, H., 2007, Konya ve civarından alınan buğday ve öğütme ürünleri ile kepekli ekmeklerin kalıntı ve kontaminasyon içeriği üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Konya, 47.

Gürsu, Ö., Ercan, R. ve Denli, E., 1997, Soya unu katkısının bisküvi kalitesine ve raf ömrüne etkisi, *Gıda*, 22 (2), 95-103.

Hamama, A. A. and Nawar, W. W., 1991, Thermal decomposition of some phenolic antioxidants, *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 39 (6), 1063-1069.

Hettiarachchy, N. S., Griffin, V. K. and Gnanasambandam, R., 1996, Preparation and functional properties of a protein isolate from defatted wheat germ, *Cereal Chemistry*, 73 (3), 363-367.

Hışıl, Y. ve Ötleş, S., 1991, Vitamin and mineral contents of wheat germ, *Gıda*, 16 (5), 303-306.

Hix, D. K., Klopfenstein, C. F., and Walker, C. E., 1997, Physical and chemical attributes and consumer acceptance of sugar snap cookies containing naturally

occurring antioxidants, *The American Association of Cereal Chemistry,* 74, 281–283.

Hoojjat, P. and Zabık, M. E., 1984, Sugar-snap cookies prepared with wheat-navy bean-sesame seed flour blends, *Cereal Chemistry*, 61 (1), 41-44.

Hoseney, R. C., 1989, The interactions the produce unique products from wheat flour, Wheat is unique, Y. Pomeranz (Ed), *American Association of Cereal Chemistry*, St Paul, MN, USA, 595-606.

Hoseney, R. C., 1994, Principles of cereal science and techology, Second Edition, *American Association of Cereal Chemistry Incorporotion*, St Paul, Minesota.

Hoseney, R. C., Rao, H., Faubion, J. M. and Sidhu, J. S., 1980, The mechanism by which lipoxygenase increases mixing tolerance, *Cereal Chemistry*, 57, 163-166.

Hung, T. H. T., Seib, P. A. and Kramer, K. J., 1987, Determination of Lascorbyl-6-palmitate in bread using reverse-phase high performance liquid chromatography (HPLC) with electrochemical (EC) detection, *Journal of Food Science,* 52, 948–953.

Hussain, S., Anjum, F. M., Butt, M. S., Khan, M. I. and Asghar, A., 2006, Physical and sensoric attributes of flaxseed flour supplemented cookies, *Turkish of Journal Biology,* 30, 87-92.

İbanoğlu, E., 2002, Kinetic study on colour changes in wheat germ due to heat, *Journal of Food Engineering*, 51, 209-213.

İbanoğlu, Ş., Gökpınar ,İ., Dalgıç, A.C. ve Öner, M. D., 1999, Buğday rüşeymi özellikleri ve kullanım alanları, *Unlu Mamüller Teknolojisi*, 8 (6), 39-43.

Inglett, G. E., Warner, K. and Newman, R. K., 1994, Sensory and nutritional evaluations of oatrim, *Cereal Foods World*, 39, 755-759.

Jacob, J. and Leelavathi, K., 2007, Effect of fat type on cookie dough and cookie quality, *Journal of Food Engineering,* 79 (1), 299-305.

Jeon, E. and Park, I., 2006, Effect of Angelica plant powder on the quality characteristics of batter cakes and cookies, *Korean Journal of Food Cookery Science*, 22 (1), 62-68.

Jia, J., Ma, H., Zhao, W., Wang, Z., Tian, W., Luo, L. and He, R., 2010, The use of ultrasound for enzymatic preparation of ACE-inhibitory peptides from wheat germ protein, *Food Chemistry*, 119, 336-342.

Kahlon, T. S., 1989, Nutrional implication and uses of wheat and oat kernel oil, *Cereal Foods World*, 34 (10), 872-875.

Kahveci, B. ve Özkaya, H., 1990, Soya ve buğday rüşeymi katkılı unların kalitesini düzeltme imkanları üzerinde araştırmalar I. soya ve buğday rüşeymine uygulanan

ısıl işlemin ve SSL katkınsın reolojik özellikler üzerine etkileri, *Gıda,* 15 (6), 367-377.

Kahveci, B. ve Özkaya, H., 1991, Soya ve buğday rüşeymi katkılı unların kalitesini düzeltme imkanları üzerinde araştırmalar II, *Gıda,* 16 (1), 63-66.

Kasarda, D. D., Nimmo, C. C. and Kohler, G. O.,1978, Proteins and the amino acid composition of wheat fraction, Wheat chemistry and technology, Y. Pomeranz (Ed.), *American Association of Cereal Chemistry Incorporation,* St Paul, Minnesota.

Kay, R. M., 1982, Dietary fiber, *The Journal of Lidip Research*, 23, 221-242.

Kayahan, M., 2002, Modifiye yağlar ve üretim teknolojileri, Ankara, 1. Baskı, *ODTÜ Yayıncılık*, 1–17.

Kent, L. N., 1983, Technology of cereals, *Pergamon Press Limited*, London.

Keskin, H., 1981, Besin kimyası, 1. Cilt (4. Basım), *Fatih Yayınevi ve Matbaası*, İstanbul.

Kissell, L. T., Pomeranz, Y. and Yamazaki, W. T.,1971, Effects of flour lipids on cookie quality, *Cereal Chemistry*, 48, 655-662.

Kumar, P. K., Manohar, R. S., Indiramma, A. R. and Krishna, A. G. G., 2012, Stability of oryzanol fortified biscuits on storage, *Journal of Food Science Technology*, 1-8.

Kumar, P., Yadava, R. K., Gollen, B., Kumar, S., Verma, R. K. and Yadav, S., 2011, Nutritional contents and medicinal properties of wheat a review, *Life Sciences and Medicine Research*, 22.

Lai, C. S., Hoseney, R. C. and Davis, A. B., 1989, Functional effects of shorts in breadmaking, *Cereal Chemistry*, 66 (3), 220-223.

Lampert, L. M., 1947, Milk and dairy products their composition food value chemistry bacteriology and processing, *Chemical Publishing Company*, Brooklyn, New York.

Larion, D., Lacombe, C., Boul, P., Corraze, G., Nibbelink, M., Chautan, M., Chanussot, F. and Lafont, H., 1987, Benefical effect of wheat germ on circulating lipoproteins and tissue lipids in rats fed a high fat colesterol containing diet, *Journal of Nutrition*, 117, 838-845.

Lee, S. and Inglett, G. E., 2006, Rheological and physical evaluation of jet –cooked oat bran in low calorie cookies, *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 553-559.

Leon, A. E., Rubiolo, A. and Anon, M. C., 1996, Use of triticale flours in cookies quality factors, *Cereal Chemistry*, 73 (6), 779-784.

Levent, H., 2005, Farklı kaynaklardan elde edilen besinsel liflerin bisküvi kalitesi üzerine etkilerinin karşılaştırılması, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı,* Konya, 43-47.

Mac Master, M. M., Hinton, J. J. C and Bradbury, D., 1978, Microscopic structure and composition of the wheat kerrnel: wheat chemistry and technology, Y. Pomeranz (Ed.), *American Association of Cereal Chemistry Incoropation*, St Paul, Minnesota.

Madhavi, D. L., Deshpande, S. S. and Salunkhe, D. K., 1996, Food antioxidants, *Marcel Dekker Incorporation*, New York.

Manley D., 2000, Technology of biscuits crackers and cookies, Third Edition, *Woodhead Publishing Limited,* Cambridge- England, 162-174.

Manley, D. J. R., 1991, Technology of biscuits crackers and cookies, *Ellis Harwood Limited Press*, England, 1-476.

Matteuzzi, D., Swennen, E., Rossi, M., Hartman, T. and Lebet, V., 2004, Prebiotic effects of a wheat germ prepartion in human healty subjects, *Food Microbiology*, 21, 119-124.

Mattil, K. F., 1964, Plastic shortening agents, In D. Swern (Ed.), Bailey' s industrial oil and fat products, *Interscience Publishers-A Division of John Wiley and Sons*, 265-388.

Mecham, D. K., 1978, Lipids: wheat chemistry and technology, Y. Pomeranz (Ed.) *American Association of Cereal Chemists Incorporation*, St Paul, Minnesota.

Miller, R. A., Hoseney, R. C. and Morris, C. F., 1997, Effect of formula water content on the spread of sugar snap cookies, *Cereal Chemistry*, 74 (5), 669-671.

Mohsen, S. M., Fadel, H. H. M., Bekhit, M. A., Edris, A. E and Ahmed, M. Y. S., 2009, Effect of substitution of soy protein isolate on aroma volatiles chemical composition and sensory quality of wheat cookies, *International Journal of Food Science Technology*, 44, 1705-1712.

Moran, E. T., Summers, J. R. and Bass, E. J., 1968b, Heat germ oil defatted wheat germ and their effect on rheological and baking properties, *Egyptian Journal of Food Science and Technology India*, 17 (4), 171-175.

Moran, E. T., Summers, J. R. and Stenvert, N. L., 1968a, Heat processing of wheat germ meal and its effect on utulization and protein quality fort he growing chick toasting and autoclaving, *Cereal Chemistry*, 45, 304-318.

Moss, R., Murray, L. F. and Stenvert, N. L., 1984, Wheat germ in bakers flour its effect on oxidant requirements, Baker's digest, *Siebel Publishing Company*, New York, 58 (3), 12-17.

Mostafa, M. K., 1982, Studies on wheat germ uses II. germ wheat oil defatted germ wheat and their effect on rheological and baking properties, *Egyptian Journal of Food Science*, 10, 29-37.

Nanditha, B. and Prabhasankar, P., 2009, antioxidants in bakery products a review, *Critical Review in Food Science and Nutrition*, 49, 1-27.

Nas, S., Gökalp, H. Y. ve Ünsal, M., 1998, Bitkisel yağ teknolojisi, *Pamukkale Üniversitesi Yayınları*, No; 5, Denizli.

Nissan, T. R. and Ollins, V. K., 1958, Improving cereals with defatted wheat germ, *Food Technology*, 12, 585-589.

Nonaka, H. H., 1997, Plant carbahydrate derivied products as fat replacers and calorie reducers, *Cereal Foods World*, 42, 377-378.

Olewnik, M. C. and Kulp, K., 1984, The effect of mixing time and ingredient variation on farinograms of cookie doughs, *Cereal Chemistry*, 61 (6), 532-537.

Özay, G., Pala, M. ve Saygı, B., 1993, Bazı gıdalrın su aktivitesi yönünden incelenmesi, *Gıda*, 18 (6), 377-383.

Özdalyan, B., 1991, Doğal antioksiadan vitaminler, *Gıda Sanayii*, 5 (3), 27.

Özkaya, B. ve Özkaya, H., 1996, Değişik kaynaklı konsantre diyet liflerinin makarnaya katılma olanakları, *Gıda Teknolojisi*, 1-4.

Özkaya, B., 1995, Bisküvi üretiminde kullanılacak unların değerlendirilmesi, *Un Mamülleri Dünyası,* 4, 35-41.

Pahsa, I., Butt, M. S., Anjum, F. M. and Shehzadi, N., 2002, Effect of dietetic sweeteners on the quality of cookies, *International Journal of Agriculture Biology*, 4 (2), 245-248.

Pala, M. Saygı, Y. B., 1983, Su aktivitesi ve gıda işlemedeki önemi, *Gıda*, 8 (1), 33-39.

Pareyt, B. and Delcour J.A., 2008, The role of wheat flour constituents, sugar, and fat in low moisture cereal based products: review on sugar-snap cookies. *Food Science Nutrution*, 48, 824–39.

Park, H., Seib, P. A., Chung, O. K., and Seitz, L. M., 1997, Fortifying bread with each of three antioxidants, *Cereal Chemistry,* 74, 202–206.

Pınarlı, İ., İbanoğlu, Ş. and Öner, M. D., 2004, Effect of storage on the selected properties of macaroni enriched with wheat germ, *Journal of Food Engineering,* 64, 249-256.

Piazza, L. and Masi, P., 1997, Development of crispness in cookies during baking in an industrial oven, *Cereal Chemistry*, 74 (2), 135-140.

Pomeranz, Y. (Ed), 1978, Wheat chemistry and technology, *American Association of Cereal Chemistry,* St Paul, MA, USA.

Pomeranz, Y. and Wehrli, H. P., 1969, Syntetic glycosylglycerides in bread making, *Food Technology*, 23, 1213.

Pomeranz, Y., 1970, Germ bread: baker's digest, 6, *Siebel Publishing Company*, New York, 30-33.

Pomeranz, Y., 1971, Composition and functionality of wheat flour components, Pomeranz, Y. (Ed.) Wheat chemistry and technology,*American Association of Cereal Chemistry*, Minnesota.

Pomeranz, Y., 1987, Modern science and technology.*VCH Publisher*, New York.

Pomeranz, Y., Carvajal, M. Z., Hoseney, R. C. and Ward, A. B., 1970a, Wheat germ in bread making 1. composition of germ lipids and germ protein fractions, *Cereal Chemistry*, 47, 373-380.

Pomeranz, Y., Carvajal, M. Z., Shogren, M. D. and Hoseney, R. C., 1970b, Wheat germ in bread making 2. improving breadmaking properties by physical and chemical methods, *Cereal Chemistry*, 47, 429-437.

Prentice, N., Kissell, L. T., Lindsay, R. C. and Yamazaki, W. T., 1978, High fiber cookies containing brewers' spent grain, *Cereal Chemistry*, 55 (5), 712-721.

Pyler, E. J., 1952, Plastic baking fats, Vol 1, In Pyler E.J. (Ed.), Baking science and technology , *IL: Siebel Publishing Company*, Chicago, 279-308.

Pyler, E. J., 1988, Baking science and technology, Vols. 1. and 2., *Sosland Publishing Company*, Meriam, Kansas.

Rajiv, J., Lobo, S., Lakshmi, A. J. and Rao, G. V., 2012, Influence of gren Gram flour *(Phaseolus aureus*) on the rheology microstructure and quality of cookies, *Journal of Texture Studies*, 43, 350-360.

Rao, R. G. C. P., Rao, H. P., Kumar, G. V. and Shurpalekar, S. R., 1980, Utilization of wheat germ in the preparation of bread and biscuits, *Journal of Food Science and Technology*., India, 17 (4), 171-175.

Reddy, V., Urooj, A. and Kumar, A., 2005, Evaluation of antioxidant activity of some plant extracts and their application in biscuits, *Food Chemistry*, 90, 317-321.

Riemenschneider, R. W., 1955, Oxidative rancidity and antioxidant, Handbook of food and agriculture, Blanck, F. C. (Ed.), *Reinhold Publishing Corporation Chapman Hall Limited*, New York.

Ritter, K., 1967, Getreide als grundlage dietischer productc, *Getreide und Mehl*, 17, 25-27.

Rizello, C. G., Nionelli, L., Coda, R., Cagno, R. D. and Gobbetti, M., 2010, Use of sourdough fermented wheat germ for enhancing the nutritional texture and sensory characteristics of the white bread, *European Food Research Technology*, 230, 645-654.

Rogers, D. E., Hoseney, R. C., Lookhart, G. L., Curran S. P., Lin, W. D. A. and Sears, R. G., 1993, Milling and cookie baking quality of near-isogenic lines of wheat differing in kernel hardness, *Cereal Chemistry,* 70(2), 183-187.

Romero, A. L., Romero, J. E., Galaviz, S. and Fernandez, M. L., 1998, Cookies enrichhed with psyllium or oat bran lower plasma LDL cholesterol in normal and hypercholesterolemic men from Northern Mexico, *Journal of the American College of Nutrition*, 17 (6), 601-608.

Rothe, M. und Stöckel, J., 1962, Zur qualitätsbeurteilung von weizenkeimlingen: dei getreidemühle, 12, 310-312.

Saldamlı, İ, 1985, Gıda katkı maddeleri ve ingrediyentler, *Hacettepe Ünviversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü*, Ankara.

Saldamlı, İ., 1998, Gıda Kimyası, *Hacettepe Üniversitesi Yayınları,* Ankara.

Sanchez, C., Klopfenstein, C. F. and Walker, C. E., 1995, Use of carbohydrate based fat substitutes and emulsifying agents in reduced fat shortbread cookies, *Cereal Chemistry*, 72 (1), 25-29.

Sharif, M. K., Butt, M. S., Anjum, F. M. and Nawaz, H., 2009, Preparation of fiber and mineral enriched defatted rice bran supplemented cookies, *Pakistan Journal of Nutrition*, 8 (5), 571-577.

Shurpalekar, S. A. and Rao, P. H., 1977, Wheat germ in advances in food research, Volume 23, C.O. Chichester (Ed.), *Academic Press*, New York.

Shurpalekar, S. R., Rao, R. G. C. P., Kumar, G. V. and Rao, H. P., 1979, Utilization of wheat germ in bakery products, Preceedings of the first İndian convention of food scientits and technologists.

Sidhu, J. S., Al-Hooti, S. N., Al-Saqer, J. M. and Al-Othman, A., 2001, Studies on the development of pan bread using raw wheat germ, *Journal of Food Quality*, 24, 235-247.

Sidhu, J. S., Al-Hooti, S. N., Al-Saqer, J. M., 1999, Effect of adding wheat bran and germ fractions on the chemical composition of high fiber toast bread, *Food Chemistry*, 67, 365-371.

Sindhuja, A., Sudha, M. L. and Rahim, A., 2005, Effect of incorporation of amaranth flour on the quality of cookies, *European Food Research Technology*, 221, 597-601.

Singh, M. and Mohamed, A., 2007, Influence of gluten-soy protein blends on the quality of reduced carbohydrates cookies, *LWT-Food Science and Technology*, 40, 353-360.

Sivri, D., Köksel, H. ve Özkaya, H., 1992, Buğday rüşeymi katkılı unların ekmeklik kalitesini düzeltme imkanları II. buğday rüşeymi katkılı unların ekmeklik kalitesi üzerine ısıl işlemlerin ve potasyum bromat' ın ($KBrO_3$) etkileri, *Gıda*, 17 (4), 219-226.

Śkrbić, B. and Cvejanov, J., 2011, The enrichment of wheat cookies with high-oleic sunflower seed and hull-less barley flour: impact on nutritional composition, content of heavy elements and physical properties, *Food Chemistry*, 124, 1416-1422.

Skujins, S., 1998, Handbook for ICP–AES (Vartian-Vista), version 1, A short guide to Vista series ICP–AES operation, *Variant International AG*, Zug, Switzerland.

Slade, L., Levine, H. and Finley, J. W., 1989, In R. D. Philips and J. W. Finley (Eds.) Protein quality and the effects of processing , *Marcel Dekker*, New York, 9-124.

Smith, W. H., 1972, Biscuits crackers and cookies technology production and management, *Applied Science Publisher Limited*, London.

Sonntag, N. O. V., 1979, Bailey' s industrial oil and fat and products, Vol. 1, Swem D. (Ed.), *A Wiley Interseince Publication John Wiley Sons*, Toronto, New York.

Stuckey, B. N., 1972, Antioxidants as food stabilizers, Ch 3 in CRC handbook of food additives 2nd Furia T. E. (Ed.), *The Chemical Rubber Company*, Cleveland, Ohio, USA.

Subrahmanyan, V., 1958, Manufacture of nutro biscuits, *Research Industry*, New Delhi, (3), 178-179.

Sümbül, Y. ve Tanju, Ş., 1982, Ülkemiz buğdaylarından rüşeymin elde edilmesi ve gıda endüstrisinde değerlendirilme olanaklarının araştırılması, *Tübitak Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü,* Gebze/Kocaeli.

Tait, S. P. C. and Galliard, T,. 1988, Effect on baking quality of changes in lipid composition during wholemeal storage, *Journal of Cereal Science*, 8 (2), 125-137.

Thachuk, R.,1969, Nitrogen to protein conversion factors for cereals and oil seed meals: cereal chemistry, *American Association of Cereal Chemistry Incorporation*, St Paul, Minnesota, (46), 419-424

Thebauidin, J. Y., Levebvre, A. C., Harrington, M. and Bourgeois, C. M., 1997, Dietary fibres: nutritional and technological interest, *Trends Food Science Technology*, 8, 41-48.

Tosi, E. A., Ciappini, M. C. and Masciarelli, R., 1996, Utilisation of whole amaranthus (Amaranthus cruentus) flour in the manufacture of biscuits for coeliacs, *Alimentaria,* 34, 49–51.

Tsen, C. C., Bauck, L. J. and Hoover, W. J., 1975, Using surfactants to improve the quality of cookies made from hard wheat flours, *American Association of Cereal Chemistry*, St Paul, MN.

Tsen, C. C., Peters E. M., Shaffer T. and Hoover, W.J., 1973, High protein cookies. 1. effect of soy fortification and surfactans. *Baker's Digest*, 47, 34.

Türker, S., 2010, Yumuşak buğday ürünleri ders notu, *Selçuk Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü,* Konya.

Türker, S., Elgün, A. ve Keskinoğlu, R., 1996, Rüşeym ekmeği üzerine araştırmalar, *Un Mamülleri Dünyası,* 5 (5), 4-11.

Ubbor, S. C. and Aobundu, E. N. T., 2009, Quality characteristics of cookies from composite flours of watermelon seed cassava and wheat, *Pakistan Journal of Nutrition*, 8 (7), 1097-1102.

Ugarcıc, Z. and Snezana, D., 1990, The effect of adding wheat germ on the reological and baking qualities of wheat, *International Association for Cereals Science and Technology 13 Congress*, 39.

Ünal, S., 1986, Hububat teknolojisi**,** *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi*, Çoğalma Yayınları, No;29, İzmir.

Vetter, J. L., 1989, Soft wheat: View from the AIB, *Cereal Foods World,* 34(9), 691-6.

Vitti, P., Leitao, R. F. F. and Arima, H. K., 1979, Germe de trigo em pao, *Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Brazil*, 16 (1), 91-98.

Vukobratovic, R. and Beleslin, D., 1991, New wheat products in the nutrition of the elderly, *Hrana i ishrana*, Yugoslavia, 32.

Waheed, A., Rasool, G. and Asghar, A., 2010, Effect of interesterified palm and cottonseed oil blends on cookie quality, *Agriculture Biology Journal of North America*, 1 (3), 402-406.

Weiss, T. J., 1983, Food oils and their uses, *AVI Publishing Company*, Westport.

Yamazaki, W. T. and Lord, D. D., 1971, Soft wheat products in wheat chemistry and technology, Pomeranz, Y.(Ed.), *American Association of Cereal Chemistry*, St Paul, MN.

Yıldız, M., Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench.) ve Lüpen (*Lupinus albus* L.) unlarının glutensiz bisküvi üretiminde kullanımı üzerine bir araşttırma, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Konya, 26-30.

Zaitsev, V. I. and Shashkina, Z. I., 1974, Utilization of wheat germ flour in breadmaking, Izvestiya Vysskikh uchebnkh Zovadenii, *Pishavevaya Tecknologiya*, 3, 35-37.

Zhu, K. X., Zhou, H. M. and Qian, H. F., 2006, Protein extracted from defatted wheat germ: nutritional and structural properties , *Cereal Chemistry*, 83, 69-75.

Zoulias, E. I., Oreopoulou, V. and Tzia, C., 2002b, Textural properties of low fat cookies containing carbohydrate or protein based fat replacers, *Journal of Food Engineering*, 55, 337-342.

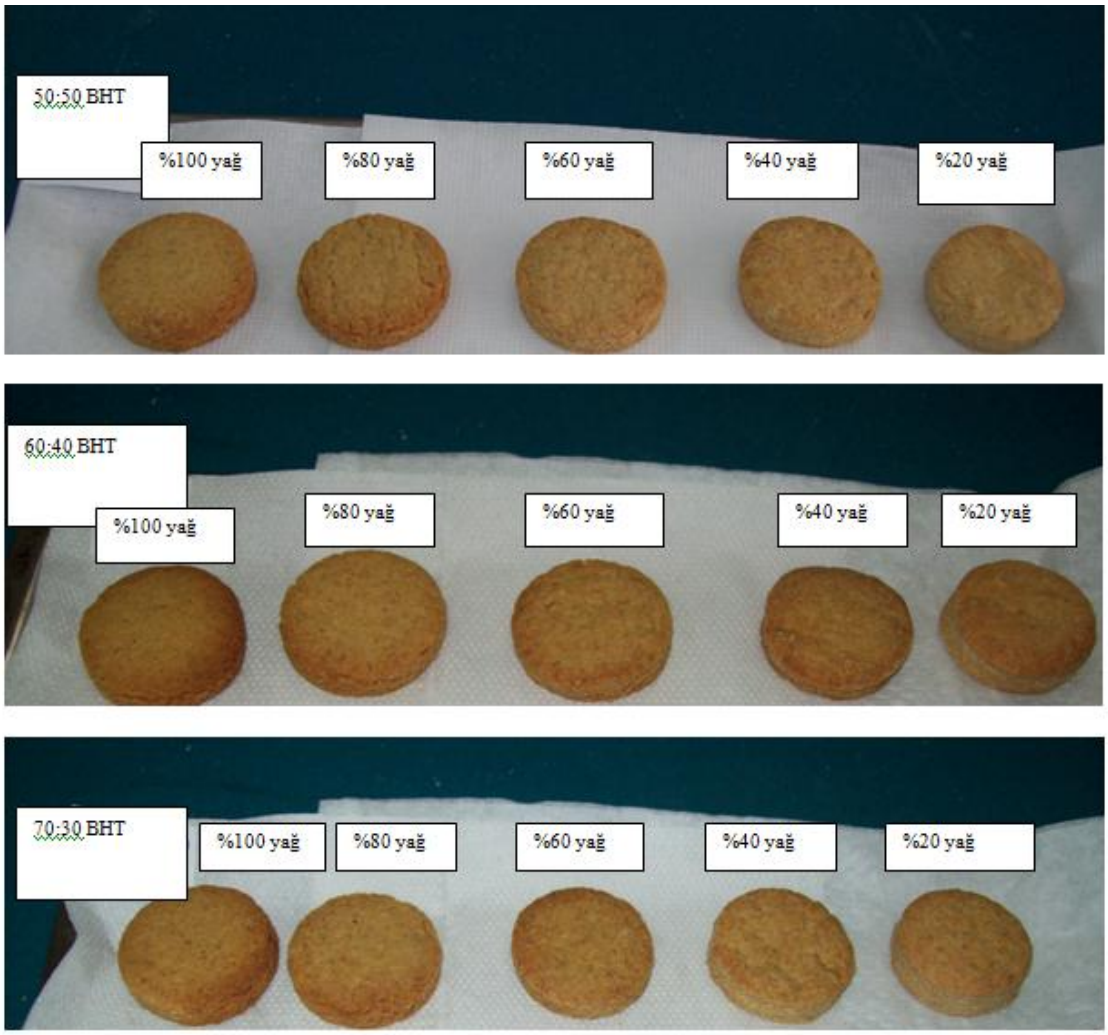
Zoulias, E., Oreopoulou, V. and Kounalaki, E., 2002a, Effect of fat and sugar replacement on cookie properties, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82, 1637-1644.

EKLER

EK-1 50 rüşeym: 50 un, 60 rüşeym: 40 un ve 70 rüşeym: 30 un oranlı askorbik asit (A.A) ilaveli kurabiyeler



EK-2 50 rüşeym: 50 un, 60 rüşeym: 40 un ve 70 rüşeym: 30 un oranlı BHT ilaveli kurabiyeler



EK-3 Kurabiye örnekleri için kullanılan duyusal analiz formu ve kriterleri

Örnek	Şekil ve simetri	Renk	Tat ve koku	Çiğneme özelliği	Tekstür	Genel kabuledilebilirlik
1						
2						
3						
4						
5						

1-3: Kötü 4-5: Orta 6-7: İyi 8-10: Çok iyi

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Gizem AVCIOĞLU
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : KADİRLİ-1988
Telefon : -
Faks : -
e-mail : gizem_avcioglu@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:	Bahri Çelen Anadolu Lisesi Erzin/Hatay	2006
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi Selçuklu/Konya	2010
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi Selçuklu/Konya	-

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2010-2010	Çevikler Un Fabrikası Konya	Gıda Mühendisi
2012-2013	Beyoğlu Yemek Sanayi Osmaniye	Gıda Mühendisi

YABANCI DİL

İngilizce