ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YULAF KEPEĞİ KATKILI EKMEKLERİN FONKSİYONEL VE KALİTE ÖZELLİKLERİNE EKMEK YAPIM YÖNTEMLERİNİN ETKİSİ

Mustafa SAKA

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2019

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Mustafa SAKA tarafından hazırlanan **"Yulaf Kepeği Katkılı Ekmeklerin Fonksiyonel ve Kalite Özelliklerine Ekmek Yapım Yöntemlerinin Etkisi"** adlı tez çalışması 22/08/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Berrin ÖZKAYA
Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri:

Başkan : Prof. Dr. Recai ERCAN
Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Berrin ÖZKAYA
Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Dilek SİVRİ ÖZAY
Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Özlem YILDIRIM

Enstitü Müdür Vekili

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

22/08/2019



Mustafa SAKA

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YULAF KEPEĞİ KATKILI EKMEKLERİN FONKSİYONEL VE KALİTE ÖZELLİKLERİNE EKMEK YAPIM YÖNTEMLERİNİN ETKİSİ

Mustafa SAKA

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Berrin ÖZKAYA

Yulaf kepeğinin diyet lif, fenolik madde ve antioksidanlar bakımından oldukça zengin bir kaynak olduğu anlaşıldıktan sonra, bundan insan gıdası olarak yararlanma yolları araştırılmış ve yulaf kepeğinin fonksiyonel bileşiklerinden en iyi yararlanma yöntemlerinden birisinin ekmeğe katılması olabileceği ifade edilmiştir. Bu amaçla çalışmada farklı özellikteki iki ekmeklik una (A ve B) değişik oranlarda (%0, %5, %10, %15 ve %20) yulaf kepeği katılarak doğrudan, sponge ve ekşi hamur yöntemleriyle ekmekler yapılıp, bu ekmeklerin fonksiyonel ve teknolojik özellikleri incelenmiştir. Yulaf kepeği her üç yöntemde de ekmeklerin fitik asit, toplam fosfor, çözünmeyen, çözünen ve toplam diyet lif miktarlarıyla fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerini artırmıştır. Yulaf kepeği ekmeklerin hacim verimlerini ve spesifik hacimlerini azaltmış, ekmek rengini koyulaştırmış, sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerini ise artırmıştır. Farklı yöntemlerle yapılan yulaf kepeği katkılı ekmeklerde en düşük fitik asit miktarı ekşi hamur yöntemiyle yapılanlardan elde edilmiştir. Yöntem farkı yulaf kepeği katkılı ekmeklerin diyet lif miktarlarını genellikle etkilememiştir. Fenolik madde miktarları ve antioksidan aktiviteleri genelde sponge ve ekşi hamur yöntemleriyle yapılanlarda daha yüksek bulunmuştur. Ekmeklerin spesifik hacimlerinin ve hacim verimlerinin ekşi hamur ekmeklerinde genellikle en düşük olduğu belirlenmiştir. En yüksek toparlanma kabiliyeti, esneklik, elastikiyet ve kohesiflik değerleri doğrudan yöntemle yapılan ekmeklerden, en yüksek sertlik ve çiğnenebilirlik değerleriyse ekşi hamur yöntemiyle yapılan ekmeklerden elde edilmiştir. Ekmeklerin duyusal değerlendirmesinde en yüksek puanları genellikle doğrudan yöntemle yapılan ekmekler almış, tat ve koku özellikleri bakımından ise sponge yöntemi ekmekleri daha çok beğenilmiştir. Panelistler tarafından verilen puanlara göre, her üç yöntemde de % 10'a kadar yulaf kepeği katılan ekmeklerin yüksek kabul edilebilirlik özelliklerine sahip olduğu görülmüştür.

Ağustos 2019, sayfa 97

Anahtar Kelimeler: Yulaf kepeği, fitik asit, diyet lif, antioksidan aktivite, fenolik madde, doğrudan yöntem, sponge yöntemi, ekşi hamur yöntemi, ekmek kalitesi

ABSTRACT

Master Thesis

THE EFFECT OF BREAD MAKING METHODS ON FUNCTIONAL AND QUALITY CHARACTERISTICS OF OAT BRAN BLENDED BREADS

Mustafa SAKA

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Berrin ÖZKAYA

After understanding that oat bran is a rich source of dietary fiber, phenolic compounds and antioxidants, ways of benefiting from it as human food have been investigated and it has been stated that one of the best ways to make use of the functional compounds of oat bran may be addition of it to bread formulation. For this purpose, in this study, different levels of oat bran (0%, 5%, 10%, 15% and 20%) were blended with two different bread flour (A and B) and breads were produced using straight dough, sponge dough and sour dough methods. Then, functional and technological properties of these breads were investigated. In all three methods, oat bran increased phytic acid, total phosphorus, insoluble, soluble and total dietary fiber contents, phenolic compounds and antioxidant activity values. Oat bran decreased the volume yields and specific volumes of breads, darkened the bread color and increased the hardness and chewiness values. The lowest amount of phytic acid between oat bran blended breads was obtained from sour dough method. The method differences did not generally affect dietary fiber contents of oat bran-blended breads. Phenolic contents and antioxidant activities were generally higher in sponge and sour dough methods. Specific volumes and volume yields of bread were generally found to be the lowest in sour dough breads. The highest recoverable work, resilience, elasticity and cohesiveness values were obtained from the breads made using straight dough method and the highest hardness and chewiness values were obtained from the breads made using sour dough method. In the sensory evaluation of the breads, the highest scores were generally obtained from the breads made using the straight dough method, but the sponge dough method breads were more appreciated in terms of taste and odor characteristics. According to the scores given by the panelists, it was observed that up to 10% oat bran breads had high acceptability properties in all three methods.

August 2019, 97 pages

Key Words: Oat bran, phytic acid, dietary fiber, antioxidant activity, phenolic compounds, straight dough, sponge dough, sour dough, bread quality

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarımda bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren, sabrı ve anlayışıyla yanımda olan, çalışmalarım haricinde de iyi ve kötü günlerimde hep yanımda bulduğum, öğrencisi olmaktan büyük mutluluk ve gurur duyduğum Prof. Dr. Berrin ÖZKAYA'ya (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı),

Değerli tecrübeleri ve bilgisiyle zorlandığımız anlarda bize yol gösteren, tavsiyeleriyle çalışmalarımıza büyük katkılarda bulunan Prof. Dr. Hazım ÖZKAYA'ya (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı),

Bu süreçte tanıştığım hem eşim hem çalışma arkadaşım olan, çalışmalarımda maddi ve manevi olarak beni hep destekleyen, bilgi ve becerisiyle bana yardımcı olan, zor zamanlarımda çalışmalarıma devam etmemi sağlayan sevgili eşim Arş. Grv. İrem SAKA' ya (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı),

Çalışmamda kullandığım materyalin temin edilmesini sağlayan, değerli arkadaşım Arş. Grv. Ali Samet BABAOĞLU'na (Selçuk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı),

Ömrü boyunca hep yanımda olan, eğitimim için bütün olanakları sağlayan, hayatıma ışık tutan değerler kazandıran, yokluğunu her an hissettiğim sevgili babam Merhum Hüseyin SAKA'ya, sevgi ve şefkati ile beni onurlandıran, her an beni destekleyen, bugünlere gelmemi sağlayan biricik annem Hatice SAKA'ya,

Bu süreçte, akademik çalışmalarımı sürdürmemde bana anlayış gösteren Tarım ve Orman Bakanlığı Rehberlik ve Teftiş Başkanlığı başkan ve başkan yardımcılarına sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mustafa SAKA
Ankara, Ağustos 2019

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI
ETİK ..... **i**
ÖZET ..... **ii**
ABSTRACT ..... **iii**
TEŞEKKÜR ..... **iv**
SİMGELER DİZİNİ ..... **vii**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **viii**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **ix**
1. GİRİŞ **1**
2. KAYNAK ÖZETLERİ **4**
2.1 Yulaf ve Yulaf Kepeği **4**
2.2 Yulaf Kepeğinin Sağlık Üzerine Etkileri **10**
2.3 Yulaf Kepeğinin Ekmek Özelliklerine Etkisi **11**
2.4 Farklı Ekmek Yapım Yöntemlerinin Ekmek Kalitesi Üzerine Etkileri **12**
3. MATERYAL ve YÖNTEM **15**
3.1 Materyal **15**
3.2 Yöntem **15**
3.2.1 Kimyasal ve fizikokimyasal analizler **15**
3.2.1.1 Rutubet miktarı tayini **15**
3.2.1.2 Kül miktarı tayini **15**
3.2.1.3 Protein miktarı tayini **15**
3.2.1.4 Yaş gluten miktarı tayini **16**
3.2.1.5 Kuru gluten miktarı tayini **16**
3.2.1.6 Zeleny sedimentasyon değeri tayini **16**
3.2.1.7 Düşme sayısı tayini **16**
3.2.1.8 Diyet lif miktarı tayini **16**
3.2.1.9 Toplam antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarı tayini **16**
3.2.1.10 Fosfor miktarı tayini **17**
3.2.1.11 Fitat fosforu ve fitik asit miktarı tayini **17**
3.2.2 Reolojik analizler **17**
3.2.2.1 Farinograf analizleri **17**
3.2.2.2 Ekstensograf analizleri **17**
3.2.3 Ekmek yapım yöntemleri **17**
3.2.4 Ekmek örneklerinde yapılan analizler **19**
3.2.4.1 Kimyasal analizler **19**
3.2.4.2 Fiziksel analizler **19**
3.2.4.3 Tekstür analizleri **19**
3.2.4.4 Toparlanma kabiliyeti **19**
3.2.4.5 Renk analizi **20**
3.2.4.6 Duyusal analiz **20**
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA **21**
4.1 Un Örnekleri ile Yulaf Kepeğinin Bazı Özellikleri **21**
4.1.1 Kimyasal ve fizikokimyasal özellikler **21**
4.1.2 Fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor içerikleri **22**
4.1.3 Çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif içerikleri **23**

4.1.4 Toplam fenolik madde miktarları ve toplam antioksidan aktivite değerleri 24
4.2 Un Örneklerine Farklı Oranlarda Yulaf Kepeği Katılarak Elde Edilen Karışımların Reolojik Özellikleri 25
4.2.1 Farinogram özellikleri 25
4.2.2 Ekstensogram özellikleri 28
4.3 Farklı Oranlarda Yulaf Kepeği Katılarak Farklı Yöntemlerle Yapılan Ekmeklerin Fonksiyonel Özellikleri 30
4.3.1 Ekmeklerin fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor içerikleri 30
4.3.2 Ekmeklerin çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif içerikleri 36
4.3.3 Ekmeklerin toplam fenolik madde miktarları ve toplam antioksidan aktivite değerleri 41
4.4 Farklı Oranlarda Yulaf Kepeği Katılarak Farklı Yöntemlerle Yapılan Ekmeklerin Teknolojik Özellikleri 47
4.4.1 Ekmeklerin hacim verimi, ekmek verimi ve spesifik hacim değerleri 47
4.4.2 Ekmeklerin renk değerleri 54
4.4.3 Ekmeklerin toparlanma kabiliyeti ve esneklik değerleri 60
4.4.4 Ekmeklerin tekstür değerleri 65
4.5 Ekmeklerin Duyusal Özellikleri 70
5. SONUÇ 77
KAYNAKLAR 79
EKLER 94
EK 1 A Ununa Farklı Oranlarda Yulaf Kepeği Katılarak Farklı Yöntemlerle Yapılan Ekmeklerin Fotoğrafları 95
EK 2 B Ununa Farklı Oranlarda Yulaf Kepeği Katılarak Farklı Yöntemlerle Yapılan Ekmeklerin Fotoğrafları 96
ÖZGEÇMİŞ 97

SİMGELER DİZİNİ

a^*	Kırmızılık Derecesi
b^*	Sarılık Derecesi
°C	Santigrat derece
A	Alan
dak	Dakika
F	Kuvvet
g	Gram
HCL	Hidroklorik Asit
kcal	Kilokalori
kg	Kilogram
L^*	Aydınlık Derecesi
mg	Miligram
mL	Mililitre
mm	Milimetre
N	Azot
s	Saniye
μ	Mikron
π	Pi Sayısı
ΔE	Renk Farklılığı
σ	Gerilim
ε_h	Hencky Gerinimi

Kısaltmalar

A	Enerji
AACCI	Uluslararası Amerikan Hububat Kimyacıları Birliği
AOAC	Resmi Analitik Kimyacılar Birliği
BU	Brabender Ünitesi
E	Uzama Kabiliyeti
HDL	Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein
LDL	Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
R_m	Hamurun Uzamaya Karşı Gösterdiği Maksimum Direnç
R_5	Hamurun Sabit Deformasyondaki Direnci
SPSS	Sosyal Bilimler için İstatistik Programı
TA	Tekstür Analizatörü
TPA	Tekstür Profil Analizi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Yulaf tanesinin yapısı.....5
Şekil 4.1 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak elde edilen karışımların gelişme süresi ve stabilite değerleri……...26
Şekil 4.2 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak elde edilen karışımların gelişme süresi ve stabilite değerleri……...27
Şekil 4.3 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak elde edilen karışımların enerji ve hamurun uzamaya karşı gösterdiği maksimum direnç değerleri.....29
Şekil 4.4 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak elde edilen karışımların enerji ve hamurun uzamaya karşı gösterdiği maksimum direnç değerleri.....29
Şekil 4.5 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin fitik asit miktarları……..……..33
Şekil 4.6 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin fitik asit miktarları.....33
Şekil 4.7 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin toplam diyet lif miktarları……...39
Şekil 4.8 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin toplam diyet lif miktarları……...39
Şekil 4.9 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin fenolik madde miktarları ve antioksidan aktiviteleri……..44
Şekil 4.10 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin fenolik madde miktarları ve antioksidan aktiviteleri……..44
Şekil 4.11 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin hacim verimleri ……..52
Şekil 4.12 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin hacim verimleri ……..53
Şekil 4.13 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin L* ve b* değerleri……...57
Şekil 4.14 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin L* ve b* değerleri……...57
Şekil 4.15 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin toparlanma kabiliyeti ve esneklik değerleri……....63
Şekil 4.16 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin toparlanma kabiliyeti ve esneklik değerleri……63
Şekil 4.17 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin polar koordinat grafikleri……73
Şekil 4.18 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin polar koordinat grafikleri……....74

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Yulaf kepeği, buğday kepeği ve yulaf kırmasının bileşimi.....6
Çizelge 4.1 Yulaf kepeği ve un örneklerine ait bazı kimyasal ve fizikokimyasal özellikler.....21
Çizelge 4.2 Yulaf kepeği ve un örneklerine ait fitik asit, fitat fosforu, toplam fosfor ve toplam fosforun %' si olarak fitat fosforu miktarları.....22
Çizelge 4.3 Un örneklerine ve yulaf kepeğine ait çözünmeyen, çözünen ve toplam diyet lif miktarları.....23
Çizelge 4.4 Un örneklerine ve yulaf kepeğine ait toplam fenolik madde ve toplam antioksidan aktivite miktarları …….24
Çizelge 4.5 A ve B unlarına farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak elde edilen karışımların farinogram değerleri……...…….26
Çizelge 4.6 A ve B unlarına farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak elde edilen karışımların ekstensogram değerleri…….28
Çizelge 4.7 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin fitik asit, fitat fosforu, toplam fosfor ve toplam fosforun %'si olarak fitat fosforu miktarları…….....31
Çizelge 4.8 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin fitik asit, fitat fosforu, toplam fosfor ve toplam fosforun %'si olarak fitat fosforu miktarları…….....32
Çizelge 4.9 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin çözünmeyen, çözünen ve toplam diyet lif miktarları*…….…..37
Çizelge 4.10 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin çözünmeyen, çözünen ve toplam diyet lif miktarları*.....38
Çizelge 4.11 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin toplam fenolik madde miktarı ve toplam antioksidan aktivite değeri……42
Çizelge 4.12 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri…..….43
Çizelge 4.13 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin ağırlık verimi, hacim verimi ve spesifik hacim değerleri…….....48
Çizelge 4.14 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin ağırlık verimi, hacim verimi ve spesifik hacim değerleri….....49
Çizelge 4.15 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin renk değerleri……...…….55
Çizelge 4.16 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin renk değerleri……...….56
Çizelge 4.17 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin toparlanma kabiliyeti ve esneklik değerleri……..….61
Çizelge 4.18 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin toparlanma kabiliyeti ve esneklik değerleri…….…….62
Çizelge 4.19 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin tekstür değerleri……...…….66

Çizelge 4.20 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin tekstür değerleri……...….67
Çizelge 4.21 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin duyusal özellikleri…….71
Çizelge 4.22 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin duyusal özellikleri……...…….….72

1. GİRİŞ

Günümüzde tüketicilerin hızlı tüketilebilen gıdalara olan taleplerinin artması diğer yandan bedensel etkinliklerinin azalması ve doğru olmayan beslenme alışkanlıkları, kalp damar hastalıkları, sindirim sistemi hastalıkları, diyabet ve şişmanlık gibi bazı sağlık problemlerinde artışa neden olmuştur (Burdurlu ve Karadeniz 2003). Ayrıca hayvansal gıda tüketiminin fazla olduğu ülkelerde de, yetersiz lif alımından kaynaklanan bu gibi hastalıklar oldukça yaygınlaşmıştır. Bu hastalıkların önlenmesi için araştırmacılar, diyetin lifçe zenginleştirilmesini önermektedir.

Beslenme uzmanlarının ve diyetisyenlerin diyet lif tüketimini teşvik etmelerine rağmen batı ülkelerinde lif tüketiminin hala önerilen düzeyin oldukça altında olduğu belirtilmektedir. O nedenle lifçe zengin, aynı zamanda tüketicilerin ilgisini çeken ürünler geliştirilmesinin diyet lif alımını arttırma çabalarında önemli olacağı ileri sürülmektedir (Van Der Kamp 2003).

Tahıl kepekleri yüksek oranda diyet lif içerdiklerinden bağırsak sağlığını iyileştirmede ve çeşitli hastalıklardan kaçınmada özellikle faydalı görülmektedir (Mongeau ve Brassard 1982, Ferguson ve Harris 1997, Zhang ve Moore 1999, Cho vd. 2004, de Munter vd. 2007, Jenkins vd. 2008). Ayrıca tahıl kepekleri içerdikleri yüksek orandaki fenolik maddeler ve antioksidanlar nedeniyle de dikkat çekmektedirler. Fenoliklerin ve antioksidanların insanlarda kronik hastalık riskinin azaltılmasında önemli rollerinin bulunduğu belirtilmektedir (Yu vd. 2002). Yapılan çalışmalar fenolik maddelerin insan vücudunda antikanserojen ve antioksidan olarak görev yapabildiklerini (Han vd. 2007), antioksidanların ise vücutta özellikle sindirim sistemindeki ve bağırsak dokusundaki serbest radikalleri, reaktif oksijen ve nitrojen bileşiklerini ortadan kaldırıcı, enzim sistemini düzenleyici, ayrıca kan glikoz düzeyini regüle edici fonksiyonlarının bulunduğunu göstermiştir (Duthie ve Crozier 2000, Esposito vd. 2005, Qu vd. 2005, Saura-Calixto 2011).

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda besinsel liflerin, LDL serum kolesterol konsantrasyonunu düşürme ve HDL serum kolesterol konsantrasyonunu yükseltme

konusundaki mekanizması tam olarak açıklanamasa da, önemli bir lif kaynağı olarak kabul edilen yulaf kepeğinin serum kolesterol düzeyini önemli ölçüde düşürdüğü bilinmektedir (Chen vd. 2006, Hillier 2008, Maki vd. 2010). Ayrıca yulaf kepeğinin koroner kalp hastalıklarını azaltıcı (Berg vd. 2003), diyabet semptomlarını giderici (Tapola vd. 2005), kan basıncını düşürücü (Berg vd. 2003), kanser önleyici (Adom ve Liu 2002) ve obezite önleyici (Zdunczyk vd. 2006) etkileri olduğu, bu etkilerinin daha çok yulaf kepeğindeki β-glukandan kaynaklandığı ifade edilmiştir (Bourdon vd. 1999, Stevenson vd. 2009).

Ekmek çok tüketilen bir gıda olduğundan diyet lifçe zenginleştirme söz konusu olduğu zaman ilk akla gelen ürün olmuştur. Bugüne kadar da ekmeğin diyet lifçe zenginleştirilmesinde daha çok buğday kepeği kullanılmıştır. Ancak yulaf kepeğinin sağlık açısından değeri anlaşıldıktan sonra lif kaynağı olarak yulaf kepeğinden yararlanma çalışmaları da başlamıştır. Bu konuda yapılan az sayıdaki çalışmalarda yulaf kepeğinin buğday kepeğine kıyasla unun su absorbsiyonunu daha fazla arttırdığı, hamuru yumuşattığı, ekmek hacmini daha fazla düşürdüğü fakat buna karşılık yulaf kepeği katkılı ekmeklerin duyusal özellik bakımından daha tercih edilebilir olduğu ifade edilmiştir (D'Appolonia ve Youngs 1978, Krishnan vd. 1987, Sosulski ve Wu 1988, Sudha vd. 2007).

Fonksiyonel bileşikler bakımından üstün bir kaynak olan yulaf kepeğinin kullanılmasının yaygınlaştırılmasına katkı sağlamak amacıyla yapılan bu çalışmada, farklı oranlarda yulaf kepeği katılan ve farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin teknolojik özellikleri araştırılıp, kabul edilebilir niteliklerde ekmek üretimi için uygun yöntemin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada ayrıca yulaf kepeğinin toplam, çözünen ve çözünmeyen lif bileşikleri, toplam fenolik madde ve toplam antioksidan aktivitesi gibi fonksiyonel bileşikler ile fitik asit gibi antinutrisyonel bileşikler üzerine prosesin etkisi araştırılmış ve bu bileşiklerin yönteme bağlı olarak nasıl bir değişim gösterdikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Böylece çalışma sonuçlarının besin değeri yüksek yulaf kepeği katkılı ekmek üretimi için en uygun katma oranı ve en uygun yöntem belirlenerek insan sağlığına katkı sağlayacağına ve ayrıca yulaf kepeğinin

değerlendirilerek daha yüksek katma değerli bir ürüne dönüştürülmesinde yararlı olacağına inanılmaktadır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Yulaf ve Yulaf Kepeği

Tahıl ürünleri ülkemiz tarımının başlıca ürünlerinden biridir. Tahıl ürünleri içerisinde de en önemli yeri buğday almaktadır. Ülkemizdeki yulaf tarımı ise özellikle hayvan beslenmesi açısından önem arz etmektedir. Yulaf hayvan beslenmesi dışında, gıda, ilaç ve kozmetik sanayilerinde önemli bir yere sahiptir. Zengin lif içeriğinden dolayı gıda sanayinde özellikle bebek maması, çorba, ekmek, bisküvi, salça ve sosis yapımında kullanılmaktadır (Sobayoğlu 2017). Yulaf, yulaf unu, yulaf kepeği ve yulaf ezmesi olarak özellikle kahvaltılık ürünlerde tercih edilmektedir. Yulaf, dünyada buğdaydan ve pirinçten çok daha düşük miktarlarda tüketilmesine rağmen, tam tahıl tanesi olarak tüketilmesi avantajına sahiptir (Peterson 2001).

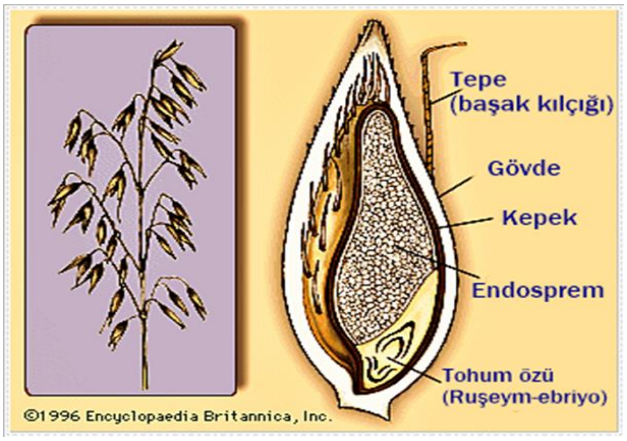
Türkiye' de yetiştirilen yulaflar hexaploid grubundadır (2n=42). Yulaf bitkisi anayurdu Batı Akdeniz bölgesi olan Aristulatae ve anayurdu Moğolistan olan Denticulatae olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. İnsanlar tarafından uzun yıllardır yetiştirilen kültür yulafları Denticulatae grubuna dahildir ve en yaygın olanı beyaz yulaftır (*Avena sativa*). *Avena sativa* dünyadaki kültür yulaflarının yaklaşık % 67' sini oluşturmaktadır (Anonim 2018).

Dünyada yıllık ortalama 22.2 milyon ton yulaf üretilmektedir. En büyük yulaf üreticisi olan ülke Avrupa Birliği ülkeleri olup yulaf üretiminin % 34' ünü karşılamaktadır. Bunu % 21' lik bir oran ile Rusya takip etmektedir. Ülkemizde ise yulaf üretimi 204- 260 bin ton arasında değişmektedir. Türkiye bu değerler ile dünyada 8. sıradadır (Anonim 2018).

İnsanların refah seviyesinin yükselmesi, bilgi ve becerilerinin artması ve gıda alanında yapılan çalışmaların gelişmesi, insanların besin içeriği yüksek gıda tüketme arzularını artırmıştır. Yulaf da zengin lif içeriği yanında yüksek yağ, protein, demir, kalsiyum, fosfor ve vitamin içeriği nedeniyle başta ekmek olmak üzere birçok gıda ürününde besin değerini artırmak amacıyla kullanılmaktadır (Yaver ve Ertaş 2014).

Yulaf, B ve E vitaminleri bakımından zengin olmasına rağmen, A, D ve C vitaminlerini düşük oranda içermektedir (Pomeranz 1986). Yulafta bulunan beta-glukan, yulafın insan beslenmesinde daha çok kullanılmasını sağlamaktadır (Anonymous 1997). Yulaf, buğday ekmeğinden farklı bir tada sahiptir. Yüksek su tutma kapasitesinden dolayı ekmeğin daha uzun süre taze kalmasını sağlayan bir üründür. Bu nedenle buğday ekmeğine alternatif olarak düşünülebilmektedir (Duran vd. 2004). Yulaf kepeği çözünmeyen lif oranının yüksek olması nedeniyle bağırsaklarda su tutarak, bağırsak hacmini artırmakta ve bağırsak sistemini düzenlemektedir. Ayrıca yapısında bulunan beta-glukanın bağışıklık sistemini güçlendirdiği, sindirimi yavaşlatarak kandaki kolestrolü ve kan şekerini düşürdüğü, obeziteyi önlemede olumlu etkilerinin olduğu belirtilmiştir (Özkaya 1993, Tiwari ve Cummins 2009, Şimşekli ve Doğan 2015). Yulafın bu faydaları insan beslenmesinde önemli bir gıda bileşeni olarak kullanımının artmasını sağlamıştır (Özkaya ve Özkaya 1993).

Yulaf kepeği, yulafın yenilebilir dış tabakası olup öğütülmüş yulaf unundan elenerek, çekilerek ve diğer uygun yöntemlerle alt fraksiyonlara ayrılarak elde edilmektedir (Alakhrash vd. 2016).



Şekil 2.1 Yulaf tanesinin yapısı

Fenolikler ve diğer besin öğeleri, daha çok yulafın dış kepek katmanında bulunur (Peterson 2001). Yulaf kepeği, buğday kepeği gibi tanenin dış kısmından elde edilmesine rağmen özellikleri buğday kepeğinden farklıdır ve taneden tam olarak

ayrılamamaktadır. Bu nedenle, nişastalı endospermi yüksek oranda içermektedir. Buğday ve yulaf kepeğinin bileşimleri yaklaşık olarak çizelge 2.1' de verilmiştir. Buna göre, yulaf kepeği, buğday kepeğine kıyasla daha yüksek protein ve nişasta içerirken, daha az oranda diyet lif içermektedir. Ancak yulaf kepeğinde bulunan suda çözünen lif miktarı, buğday kepeğindekinden yaklaşık 4 kat daha fazladır (Tamerler ve Oakenfull 1991)

Çizelge 2.1 Yulaf kepeği, buğday kepeği ve yulaf kırmasının bileşimi (g/100 g) (Tamerler ve Oakenfull 1991)

	Yulaf Kepeği	Buğday Kepeği	Yulaf Kırması
Protein	20.1	14.1	15.3
Yağ	6.0	5.5	6.0
Nişasta	38.4	23.0	57.6
Su	10.0	8.3	10.0
Suda çözünen diyet lif	10.5	2.8	4.8
Suda çözünmeyen diyet lif	11.7	39.9	4.8
Toplam diyet lif	22.2	42.7	9.6

Diyet lif, suda çözünmeyen ve suda çözünen olmak üzere iki grup altında incelenmektedir. Lif bileşiklerinin suda çözünen fraksiyonunu oluşturan guar gum, β-glukan, pektin ve zamksı maddelerin (LaCourse 2008, Jalili vd. 2001) koroner kalp hastalığı riskini azalttığı (Ripsin vd. 1992, Theuwissen ve Mensink 2008), yemek sonrası glukoz, insülin ve glukagon düzeyini düşürerek veya gastrointestinal hormon salgısını azaltarak glukoz absorpsiyonunu yavaşlattığı ifade edilmiştir (Anderson vd. 1990, Bourdon vd. 1999). Diyetteki lignin, selüloz, hemiselüloz ve pentozanlar gibi suda çözünmeyen liflerin ise vücuda alındığı miktara bağlı olarak kolon fonksiyonlarını iyileştirdiği (Fox ve Eberl 2002), kolon içeriğini seyrelttiği, fekal çıkışı arttırdığı, intestinal geçişi hızlandırdığı ve kolon kanseri riskini azalttığı ifade edilmektedir (Grasten vd. 2000). Bunların ayrıca, kabızlık, divertiküloz, hemoroid, şişmanlık ve diğer sindirim sistemi hastalıklarının önlenmesinde de etkili oldukları kanıtlanmıştır (Trowell 1975, Anderson vd. 1990, Asp vd. 1993, Potty 1996).

Kardiyovasküler hastalık (KVH) riskini azaltmanın iyi bilinen bir yolu, doymuş yağ asitleri alımını azaltarak serum LDL kolesterol seviyelerini düşürmektir. Bununla birlikte, suda çözünür diyet liflerin alımının arttırılması gibi yaklaşımların önemi de giderek artmaktadır. Theuwissen ve Mensink (2008) diyete eklenen her suda çözünen diyet lifin toplam ve LDL kolestrol konsantrasyonunu sırasıyla 0.028 mmol/L ve 0.029 mmol/L oranında düşürdüğünü ileri sürmektedirler. Suda çözünür diyet lif bakımından zengin yiyecekler yulaf, arpa ve bazı meyve ve sebzelerdir (Anderson vd. 1990). Sanayileşmiş ülkelerin çoğunda yetişkinler arasında günlük ortalama lif alımı, çeşitli sağlık kuruluşları tarafından önerilen minimum miktar olan 25 g'ın altındadır (Bazzano 2003). Brown vd. (1999) yulaftan elde edilen 1 gr suda çözünen diyet lifin toplam kolestrolü 0.037 mmol/L, LDL kolestrol konsantrasyonunu 0.032 mmol/L düşürdüğünü ifade etmişlerdir. FDA, klinik olarak anlamlı bir serum kolesterol düşürücü etki elde etmek için günde 3 g β-glukan tüketilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Diyet lifin sadece sindirim ve emilime yardımcı olmakla kalmadığı, aynı zamanda dışkı kütlesini arttırdığı, kolon fermantasyonunu uyardığı ve insülin tepkilerini azaltığı ifade edilmiştir (Elleuch vd. 2011). Yulaf kepeği gibi fazla miktarda çözünür lif içeren gıdaların, kandaki lipid seviyelerini düşürme etkileri önem kazanırken buğday kepeği gibi çözünmeyen lif oranı yüksek gıdaların ise laksatif etkileri ağır basmaktadır (Anonymous 2008).

Tıp Enstitüsü Gıda ve Beslenme Kurulu (Anonymous 2001) tarafından, günlük ortalama diyet lif gereksiniminin 50 yaşından küçük kadınlar için günde 25 g, 50 yaşından büyük kadınlar için günde 21 g, 50 yaşından küçük erkekler için günde 38 g ve 50 yaşından büyük erkekler için günde 30 g olduğu belirtilmiştir. Diyet lif alımı cinsiyet ve yaşa bağlı olarak değişmekle beraber günlük lif alımının yaklaşık % 20-30' unun çözünür liflerden gelmesi gerektiği uzmanlar tarafından önerilmektedir.

Tahıl kepekleri önemli birer diyet lif kaynağı olmalarının yanında antioksidan ve fenolik maddeleri de yüksek oranda içermektedir. Yulaf, antioksidan aktivite gösteren birçok bileşiğin kaynağı olup, E vitamini, fitik asit ve bazı fenolik bileşikler yulafta en fazla bulunan antioksidanlardır. Bu antioksidanlar tanenin dış katmanlarında

toplanmışlardır. Antioksidanlar, özellikle işlenmiş yulaf ürünlerinin stabilitesinin korunmasına yardımcı olurlar (Peterson 2001). Diyet lifin, dirençli nişastanın ve antioksidanların sinerjik etkisi ile, glukoz emilim oranının düşürülmesinden, bunun sonucu olarak da kilo yönetimini etkileyen insülin salınımının geciktirilmesinden sorumlu olduğu kabul edilir (Cho vd. 2013).

Yulaf, bileşimindeki antioksidanlara ilaveten in vitro ve in vivo da güçlü antioksidan aktiviteleri olduğu kanıtlanmış birçok fenolik bileşik içermektedir (Cai vd. 2011). Yulaf fenolikleri, reaktif oksijen ve azot bileşiklerini temizleyerek ve/ veya geçiş minerallerini şelatlayarak güçlü antioksidanlar olarak işlev görebilmektedir (Chen vd. 2004). Avenantramidler yulafta bulunan önemli fenolik bileşiklerdir. Bunlar tüm öğütme fraksiyonlarında bulunurlarsada daha çok, tanenin kepek ve dış katmanlarında yer alırlar (Peterson vd. 2002, Jastrebova vd. 2006, Meydani 2009).

Yulaf, fenoller de dahil olmak üzere birçok biyoaktif bileşikler bakımından zengin olduklarından gıdaların besin kalitesini artırmak için ümit vaat eden bir ürün olarak değerlendirilmektedir. Yulaf sekonder metabolitleri ve aktif radikalleri bağlayıcı olarak faydalıdır ve ayrıca kardiyovasküler hastalıklara, tümör büyümesine ve yaşlılığa bağlı hastalıklara karşı pozitif etkilere sahiptir (Alfieri ve Redaelli 2015).

Bitkisel ürünlerden elde edilen fenolik bileşiklerin insan sağlığı üzerindeki faydalı etkileri birçok çalışmada bildirilmiştir. Epidemiyolojik çalışmalar, tam tahıl tüketimi ile kronik hastalıklar arasında bir ilişki olduğunu göstermiştir. Tahıllarda bulunan antioksidan özelliklere sahip fitokimyasalların, hücreleri oksidatif hasara karşı koruduğu ifade edilmiştir (Okarter ve Liu 2010, Chu vd. 2013). Tahılların koruyucu etkisi esas olarak hem polifenollerin hem de diyet liflerinin varlığı ile ilişkilendirilmektedir. Antioksidanlar olarak, fenolik bileşiklerin hücresel organelleri, proteinleri, lipidleri, DNA'yı ve RNA'yı oksidatif hasara karşı koruduğu iddia edilmektedir (Peterson 2001).

Tahıl kepeklerinin tüm bu olumlu özelliklerinin yanında, içerdikleri bazı indirgen bileşikler nedeniyle ekmek kalitesi üzerinde olumsuz etkileri bulunabilmektedir (Every vd. 2006). Ayrıca tahıl kepeklerinde özellikle de alöron tabakasında yüksek miktarda

bulunan fitik asidin beslenme açısından da sorun teşkil ettiği araştırmacılar tarafından kabul edilmektedir.

Antioksidan fonksiyonlara sahip olan fitik asitin yulaftaki miktarı yapılan çalışmalarla belirlenmiş ve bu bileşiğin tüm yulaf tanesinde 1140 mg/ 100 g (Larsson ve Sandberg 1992), yulaf kepeğinde ise 1890.2 mg/100 g olarak bulunduğunu bildirilmiştir (Baumgartner vd. 2018). Fitik asit demir ile kompleks oluşturarak kolonda hidroksil radikallerinin oluşumunda düşme sağlar ve vücutta yararlı etkileri bulunmaktadır (Graf ve Eaton 1993, Harland ve Morris 1995, Gobbetti 2005). Bu etkilerine rağmen fitik asit Zn, Fe, Mg, Ca, Cu, Co ve Ni gibi esansiyel mineral maddeleri ile de kompleks oluşturarak bu maddelerin emilimini azaltmaktadır (Peterson 1992, Welch 1995). Vücuda alınan 2-8 g/gün düzeyindeki fitik asidin mineral emilimini önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir. Fitik asit, sadece minerallerin yararlılığını düşürmekle kalmayıp proteinler ve nişasta ile de kompleksler oluşturmaktadır (Cheryan 1980, Rukma 2002)

Tahıl kepeklerinin % 5' in üzerinde fitik asit içerdiği, ancak bunun fermantasyon, çimlenme, gıda işleme sırasında veya bağırsaktaki fitazlar ile belli oranda hidrolize olduğu anlaşılmıştır (Burbano vd. 1995).

Yapılan çalışmalar fermantasyonun üründeki fitik asit içeriğini azaltabildiğini (Lopez vd. 2000, de Angelis vd. 2003, Katina vd. 2005, Palacios vd. 2008, Türksoy vd. 2010) ve ekmekteki mineral çözünürlüğünü artırabileceğini göstermiştir (Lopez vd. 2001, Chaoui vd. 2003). Ayrıca, ekşi hamurun ekmek içindeki fitik asit konsantrasyonunu düşürmede maya fermantasyonundan daha etkili olduğu (Lopez vd. 2001, Özkaya vd. 2013), İran "sangak" ekmekleri üzerinde yapılan bir çalışmada ekşi hamur fermantasyonunun fitik asitte % 52-86 oranında düşme sağladığı bildirilmiştir (Najafi 2012).

Ekmek yapımında en fazla fermantasyon aşamasında fitik asit kaybı olmaktadır. Fitik asit miktarının düşürülmesinde kullanılan maya miktarı ve fermantasyon süresinin önemli etkenler olduğu bilinmektedir (Bilgiçli 2002, Çay vd. 2009).

2.2 Yulaf Kepeğinin Sağlık Üzerine Etkileri

Yulaf kepeğinin, obezite, bağırsak komplikasyonları, diyabet ve koroner hastalık risklerini azaltabildiği, 140 g/gün yulaf ezmesi tüketen sağlıklı kişilerin serum kolesterol konsantrasyonunun 3 haftada % 11 oranında, 125 g/gün yulaf ezmesi tüketenlerde ise % 8 oranında düştüğü görülmüştür (He vd. 2004).

Yulaf kepeği safra asidini bağlama kapasitesinden dolayı serum kolesterolünü azaltabilmekte (Drizikova vd. 2005), kabızlıkta ve B12 biyoyararlılığında iyileşme sağlayabilmektedir (Sturtzel vd. 2010).

Yulaf kepeği tüketiminin LDL kolesterolü düşürdüğüne inanılmaktadır (Brown vd. 1999, Liu vd. 2004, Singh vd. 2013). Yapılan klinik çalışmalar, yulaf antioksidanlarının, serum kolesterolünü düşürerek ve LDL kolesterol oksidasyonunu ve peroksidasyonunu inhibe ederek kardiyovasküler riskleri azaltma potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir (Cook ve Samman 1996, Ji vd. 2003, Inglett ve Chen 2012). Bir başka çalışma da, yulaf ve yulaf kepeği tüketiminin, sadece yüksek lif içerikleri nedeniyle değil aynı zamanda bileşimindeki avenantromidler nedeniyle kolon kanseri riskini azaltabileceği belirtilmiştir (Guo vd. 2010).

Yulaf kepeği, B kompleks vitaminleri, protein, yağ, β-glukan, arabinoksi, fenolik bileşikler, tokoller ve minerallerin de iyi bir kaynağıdır (Alrahmany ve Tsopmo 2012, Herranen vd. 2010). Aşırı kilolu kadınlar üzerinde yapılan bir çalışmada deneklere bir ay boyunca günde 28 g yulaf kepeği ile zenginleştirilmiş kek verildiğinde deneklerin HDL kolesterol seviyelerinde iyileşme görülmüştür (Robitaille vd. 2005).

Yulaf kepeğinin kan lipitleri, hemostatik faktörler ve enerji kullanımı üzerindeki etkilerini incelemek için yapılan bir çalışmada, 2 hafta boyunca günde 102 g yulaf kepeği tüketildiğinde toplam kolesterolün % 14, LDL kolesterolün % 16 ve toplam triaçilgliserolün % 21 oranında azaldığı belirlenmiştir (Kristensen ve Bügel 2011). Başka bir çalışmada 4 hafta boyunca yulaf kepeği diyeti ile beslenen farelerin plazma

kolesterolünün % 19 oranında düştüğü ve % 40 oranında daha fazla safra asidinin atıldığı ifade edilmiştir (Andersson vd. 2013).

Kepeğin doygunluğa neden olan etkisini kanıtlamak için bir takım biyokimyasal ve analitik çalışmalar da yapılmıştır. Yulaf lifli kahvaltılık gevreklerin doyma üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada lifin doza bağlı olarak 2 saat boyunca insülin salgısını zayıflattığı görülmüştür (Beck vd. 2009). Yulaf kepeğinin atıştırmalık ürünlere dahil edilmesi glikoz salım süresini uzatmış ve tokluk hissi vermiştir (Brennan vd. 2012).

2.3 Yulaf Kepeğinin Ekmek Özelliklerine Etkisi

Diğer liflerce zengin kaynaklarda olduğu gibi yulaf kepeğinin de su ve yağ tutma kapasitesinin yüksek olduğu, bu nedenle de değişik gıdalarda yağ ve su tutma kapasitesini veya emilsiyon stabilitesini arttırmak için kısmen de olsa yağ ve şeker yerine kullanılabileceği ifade edilmektedir (Elleuch vd. 2011). Yulaf kepeğinin bunlara ilave olarak sentetik bir antioksidan olan Tersinir Bütil Hidrokinon (TBHQ) kadar etkili antioksidan kapasitesine sahip bulunduğu ve bu nedenle de katıldığı gıdanın yağ stabilitesini ve raf ömrünü arttırabileceği bildirilmiştir (Peterson 2001).

Diğer lif bileşiklerinde olduğu gibi yulaf kepeğinin de unun su tutma kapasitesini artırmak suretiyle ekmek içine yumuşaklık verip taze kalma süresini biraz uzatsa da ekmek hacminde ve ekmek içi özelliklerinde bazı değişiklikler meydana getirebildiği ve bu nedenle de unlu gıdalara sınırlı oranlarda katılabileceği ifade edilmiştir (Wang vd. 2002, Sangnark ve Noomhorm 2004, Elleuch vd. 2011).

Ekmek özelliklerine buğday ve yulaf kepeğinin etkilerini araştıran araştırıcılar, lifli materyal eklenen ekmeklerde hacmin düştüğü ve iç yapının bozulduğunu bildirmişlerdir (Pomeranz vd 1977, Krishnan vd 1987, Özkaya ve Özkaya 1993a, b). Lif bileşiklerinin ekmek özelliklerine etkilerinin incelendiği başka bir araştırmada % 2 düzeyinde katılan lif oranının ekmek özelliklerini etkilemediği, buğday lifinin % 5 düzeyinde katıldığında tat üzerine olumlu olsa bile diğer duyusal özelliklerini bozduğu, bu düzeyde katılması

halinde ekmek kalitesinin bozulmaması için oksidanlar ve vital gluten ilavesinin yararlı olacağı ifade edilmiştir (Gómez vd. 2003).

2.4 Farklı Ekmek Yapım Yöntemlerinin Ekmek Kalitesi Üzerine Etkileri

Ekmek, kültürel alışkanlıklara bağlı olarak dünyada farklı şekillerde ve farklı yöntemlerle üretilen bir gıdadır. Son yıllarda, piyasadaki taleplere daha iyi cevap verebilmek ve ekmeğin raf ömrünü uzatmak için yeni katkı maddeleri ve farklı pişirme teknolojileri geliştirilmiştir. Özellikle ekşi hamur, katkı maddelerinin kullanımından kaçınmak için bir mayalanma şekli olarak kullanılmaktadır (Chavan ve Chavan 2011).

Ekşi hamur ekmeği, un ve su ile yapılan karışımın spontan fermantasyonu ile yapılmaktadır. Ekşi hamur mikrobiyotasının metabolik aktiviteleri, hamur ve ekmeğin doku ve tat özelliklerinde rol oynayan farklı bileşiklerin oluşumuna yol açmaktadır (Chavan ve Chavan 2011).

Ekşi hamur kullanılmasının, doğrudan hamur işlemine kıyasla, ekmekte fazlaca aromatik bileşiklerin oluşmasına yol açıp aromayı iyileştirdiği bildirilmektedir. Ekşi hamurdaki uzun fermantasyon süresi, pişirme sırasındaki Maillard reaksiyonları için substrat olarak işlev görecek ve hamurda lezzet gelişimini etkileyebilecek fazla miktarda aminoasidin oluşmasına neden olmaktadır (Hansen ve Hansen 1996, Thiele vd. 2002, Hansen ve Schieberle 2005). Ekşi hamur ekmeklerinin, daha düşük pH ve daha yüksek laktik asit/ asetik asit oranına sahip olduğunu ve bunun sonucu olarak da doğrudan hamur ekmeklerine kıyasla daha yüksek hacimde olup daha geç bayatladığını bildiren araştırıcılar vardır (Barber vd. 1992).

Ekşi hamur kullanımının ekmeğe, karakteristik lezzet verip (Hansen ve Hansen 1996, Czerny ve Schieberle 2002, Hansen ve Schieberle 2005), tekstürü geliştirmesi yanında (Meignen vd. 2001) aynı zamanda antimikrobiyel bileşikler (organik asitler, bakteriyosinler vb.) nedeniyle ekmeğin raf ömrünün uzatılmasını da sağladığı ifade edilmektedir (Katina vd. 2002, Messens ve De Vuyst 2002).

Durum buğdayı ve yumuşak buğday unları ile yapılan bir çalışmada ekşi hamur yöntemi kullanılmasının raf ömrü boyunca ekmek içinin karakteristik özelliklerini ve nem içeriğini daha iyi koruduğu belirtilmiştir (Rinaldi vd. 2015).

Ekmek yapımında kullanılan sponge yöntemi, ekmek mayasına (*S. cerevisiae*) ortama alıştırmak için ön işlem uygulandığı böylece, ekmek hacminin, ekmeğin tadının, lezzetinin ve raf ömrünün uzatılmasının amaçlandığı bir yöntemdir. Teknolojik ve mikrobiyolojik açıdan bakıldığında, doğrudan hamur ve ekşi hamur yöntemi arasında bir işlem olarak kabul edilebilen dolaylı bir prosestir. Sponge hamurları ekşi hamur kategorisine dahil edilebilmekte ve 2 aşamada yapılmaktadır. İlk aşamada (ön hamur) ekmek mayası, formülasyondaki un ve suyun bir kısmı ile karıştırılmakta, ikinci aşamada ise un, su ve diğer malzemelerin geri kalanının tamamı ön hamura eklenmektedir (Cavanagh vd. 2010). Sponge yönteminin, ekmek yapımında çeşitli avantajlar sağladığı düşünülmektedir. Bunlar daha uzayabilir bir hamur elde etmek, mayanın aktivasyonu ile hamur gelişimini kolaylaştırmak, üstün aroma ve tat vermek, ipeksi, yumuşak ve düzenli ekmek içi elde etmektir (Pyler 1988, Cauvain 1998, Sluimer 2005).

Genel olarak ekmek yapımında doğrudan hamur yöntemi tercih edilmektedir. Ancak az sayıda çalışmada farklı prosesler de uygulanmıştır (Różyło vd. 2014). Yapılan bir çalışmada ekmek ve kek üretiminde farklı ekmek yapım yöntemleri uygulanmış ve yöntemler arasında genel olarak, sponge yöntemi en iyi ekmek içi yapısını verirken, ekşi hamur yöntemi ve doğrudan ekmek yapım yöntemi arasında istatistiki bir fark bulunamamıştır. Örnekler kabuk rengi bakımından incelendiğinde de ekşi hamur yöntemi ile sponge yöntemi arasında önemli bir fark görülmemiştir (Onuegbu vd. 2013).

Sponge ve doğrudan ekmek yapım yöntemlerinin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada sponge yöntemiyle yapılan hamurların daha yumuşak, daha parlak ve doğrudan yöntemle yapılanlara göre daha iyi işleme özelliklerine sahip olduğu belirlenmiştir. Sponge yöntemiyle üretilen hamurların daha küçük hava kabarcıklarına sahip olduğu ve bu yöntemle üretilen ekmeklerin daha yumuşak ve süngerimsi olduğu gözlenmiştir.

Ekmeklerin bayatlama özellikleri incelendiğinde ise sponge yönteminin daha yumuşak ekmekler verdiği ve bu sebeple doğrudan yöntemle üretilen ekmeklere göre daha geç bayatladığı ileri sürülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre sponge yöntemiyle üretilen ekmeklerin genel kalitesinde, doğrudan yöntemle üretilen ekmeklerin kalitesine kıyasla önemli bir artış olduğu görülmüştür. Bununla birlikte sponge yönteminin, doğrudan ekmek yapım yöntemine göre daha uzun fermantasyon süresi, daha geniş çalışma alanı, daha fazla enerji ve iş gücü gerektirmesinin büyük ölçekli üretimlerde kullanımını sınırladığı ifade edilmiştir (Amr ve Ajo 2005).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

Araştırmada materyal olarak kullanılan yulaf kepeği, Konya Sağlık Tarım Ürünleri ve Gıda Ltd. Şti. aracılığıyla temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan iki farklı özellikteki ekmeklik unlar ise iki farklı ticari değirmenden temin edilmiştir. Yulaf kepeği, Falling Number Type 120 Laboratuvar Değirmeni (Perten Instruments, Huddinge, İsveç) ile öğütülerek partikül iriliği 300 μm'nin altına düşürülmüştür.

3.2 Yöntem

3.2.1 Kimyasal ve fizikokimyasal analizler

3.2.1.1 Rutubet miktarı tayini

Kepek ve un örneklerinin rutubet miktarları AACCI (International Approved Methods of American Association of Cereal Chemists) Standart Metot No: 44- 01 (Anonymous 2002)'e göre belirlenmiştir.

3.2.1.2 Kül miktarı tayini

Kepek ve un örneklerinde kül miktarı tayini AACCI Standart Metot No: 08- 01 (Anonymous 2002)'e göre yapılmıştır.

3.2.1.3 Protein miktarı tayini

Kepek ve un örneklerinin protein miktarları AACCI Standart Metot No: 46-10 (Anonymous 2002)'a göre tayin edilmiştir.

3.2.1.4 Yaş gluten miktarı tayini

Un örneklerinde yaş gluten miktarı AACCI Standart Metot No: 38- 10 (Anonymous 2002)'a göre belirlenmiştir.

3.2.1.5 Kuru gluten miktarı tayini

Kuru gluten miktarı, yaş glutenin glutork kurutma cihazında 5 dakika kurutulduktan sonra desikatörde soğutulup tartılması ile belirlenmiştir (Özkaya ve Özkaya 2005).

3.2.1.6 Zeleny sedimentasyon değeri tayini

Zeleny sedimentasyon değeri tayini, un örneklerinde AACCI Standart Metot No: 56-61A (Anonymous 2002)'ya göre yapılmıştır.

3.2.1.7 Düşme sayısı tayini

Un örneklerinde düşme sayısı tayini, AACCI Standart Metot No: 56-81B (Anonymous 2002)' e göre yapılmıştır.

3.2.1.8 Diyet lif miktarı tayini

Yulaf kepeği ve un örneklerinin toplam, çözünmeyen ve çözünen diyet lif miktarları tayini AOAC Metot No: 991.43 (Anonymous 2000)'e göre yapılmıştır.

3.2.1.9 Toplam antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarı tayini

Toplam antioksidan aktivitesi Brand Williams vd. (1995)' ne göre, toplam fenolik madde miktarı ise Singleton ve Rossi (1965) ve Gao vd. (2002) tarafından belirtilen metoda göre belirlenmiştir.

3.2.1.10 Fosfor miktarı tayini

Un örnekleri ve yulaf kepeğinin toplam fosfor miktarları Özkaya ve Özkaya (2005) tarafından belirtildiği gibi Vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemine göre spektrofotometrik olarak tayin edilmiştir.

3.2.1.11 Fitat fosforu ve fitik asit miktarı tayini

Örneklerdeki fitik asidin 0.2 N HCL çözeltisi ile ekstrakte edildikten sonra belli miktardaki demir (III) çözeltisi ile muamele edilip çöktürülmesi ve serum kısmında kalan demir miktarının spektrofotometrik yolla belirlenmesi esasına dayalı yöntem kullanılmıştır (Tangkongchıtr vd. 1981, Haug ve Lantzsch 1983).

3.2.2 Reolojik Analizler

3.2.2.1 Farinograf analizleri

Örneklerin farinogram özellikleri, AACCI Standart Metot No: 54-21 (Anonymous 2002)'e göre belirlenmiştir.

3.2.2.2 Ekstensograf analizleri

Örneklerin ekstensogram özellikleri, AACCI Standart Metot No: 54-10 (Anonymous 2002)'a göre tayin edilmiştir.

3.2.3 Ekmek yapım yöntemleri

Doğrudan ekmek (straight dough) yapım yöntemi ile ekmek yapımında AACCI Standart Metot No: 10-10B (Anonymous 2000) yöntemi modifiye edilerek uygulanmıştır. Buna göre buğday unu ve yulaf kepeği (% 0, % 5, % 10, % 15 ve % 20), şeker (% 1), tuz (% 1.5), maya (% 5) ve farinografta belirlenen miktarda su ile Rapid

Mix'te 20 s + 40 s karıştırılmıştır. Elde edilen hamurlar 30° C'da, % 80±5 rutubete sahip fermantasyon kabininde 20-10-30 dakika olmak üzere toplamda 1 saat fermantasyona bırakılmış ve sonrasında 250° C'da 25 dakika pişirilmiştir.

İndirek ya da dolaylı ekmek (sponge dough) yapım yöntemi ile ekmek yapımında AACCI Standart Metot No:10-11 (Anonymous 2000) yöntemi modifiye edilerek uygulanmıştır. Buna göre ingrediyenler iki aşamada karıştırılmıştır. İngrediyenlerin miktarları toplam un miktarı üzerinden hesaplanmıştır. İlk aşamada unun bir kısmı (% 60), farinografta belirlenen miktarda su, maya (% 2) ve maya besini (% 0.5) ile karıştırılmıştır. Karışım 30° C'da 4 saat fermantasyona bırakılarak sponge hamuru elde edilmiştir. Daha sonra sponge, unun geri kalanı (% 40), yulaf kepeği (% 0, % 5, % 10, % 15 ve % 20), su (sponge hamurundan gelen su dikkate alınarak ön denemelerle belirlenmiştir), tuz (% 2) ve şeker (% 5) ile karıştırılarak hamur hazırlanmıştır. Hamur bu haliyle aynı koşullarda 30 dakika fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyondan çıkartılan hamur şekil verilerek 45 dakika daha fermantasyona bırakılmış ve sonrasında 250° C'da 25 dakika pişirilmiştir.

Ekşi hamur (sour dough) yöntemi ile ekmek yapımında Akbaş (2000) tarafından kullanılan yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır. Buna göre buğday unu, şeker (% 1), tuz (% 1) ve maya (% 5) farinografta belirlenen miktarda su ile karıştırılmıştır. Elde edilen hamur 28° C'da 1 saat fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyon sonunda hamurdan 1 kg' lık kısım alınarak, aynı formülasyonla yeniden hazırlanan 1 kg' lık hamura ilave edilmiş ve bu hamur karışımı 28° C'da 4 saat fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyon tamamlandıktan sonra hamurdan tekrar 1 kg' lık kısım alınmış ve yeni hazırlanan 6 kg' lık hamura ilave edilip 20° C'da 12 saat fermantasyona bırakılmıştır. Süre sonunda elde edilen hamur ekşi maya olarak kullanılmıştır. Daha sonra buğday unu, yulaf kepeği (% 0, % 5, % 10, % 15 ve % 20), şeker (% 1), tuz (% 1.5), ve ekşi maya (% 35) hamurun kaldırabileceği oranda su (ekşi hamurdan gelen su dikkate alınarak ön denemelerle belirlenmiştir) ile karıştırılmıştır. Ekşi maya kullanım oranı ön denemelerle belirlenmiştir. Hamur 28° C'da % 80±5 rutubete sahip fermantasyon kabininde 90-90 dakika olmak üzere iki kez fermantasyona bırakılmış ve sonrasında 250° C'da 25 dakika pişirilmiştir.

3.2.4 Ekmek örneklerinde yapılan analizler

3.2.4.1 Kimyasal analizler

Yulaf kepeği katkılı ekmeklerin çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarları, toplam fenolik madde miktarları, toplam antioksidan aktiviteleri ile fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor miktarları bölüm 3.2.1' de verilen yöntemlere göre belirlenmiştir.

3.2.4.2 Fiziksel analizler

Hazırlanan ekmeklerin hacimleri, hacim ölçme aleti ile AACCI Standart Metot No: 10-05A (Anonymous 2000)' ya göre belirlenmiştir. Ağırlıkları ölçülen ekmeklerin hacim verimleri ve ağırlık verimleri hesaplanarak bu değerlerden spesifik hacim değerleri (mL/ g) hacim verimi/ ağırlık verimi orantısından hesaplanmıştır.

3.2.4.3 Tekstür analizleri

Ekmeklerin tekstür özellikleri, tekstür analiz cihazında (TA-TX2i, Stable Micro System, Surrey, UK) 1.7 mm/s test hızında 25 mm çapındaki alüminyum ölçüm ucu ile ekmeklerin % 50 gerinime (strain) sıkıştırılmasıyla belirlenmiştir. Analizde Bourne (1978) tarafından belirtilen yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır.

3.2.4.4 Toparlanma kabiliyeti

Ekmeklerin toparlanma kabiliyeti, Baik ve Chinachoti (2002) tarafından belirtilen yönteme göre belirlenmiştir. Buna göre ekmeklerden alınan 2 cm kalınlığındaki dilimler, tekstür cihazında 10 mm/dakika test hızında 25 mm çapındaki alüminyum ölçüm ucu ile % 50 gerinime (strain) sıkıştırılmış ve aynı hızda gevşetilmiştir. Elde edilen kuvvet-süre grafiği, önce kuvvet-gerinim grafiğine çevrilmiş, daha sonra da SigmaPlot v.11.0 (Systat Software, California, ABD) kullanılarak bu veriler gerilim

(stress= $\sigma=F/\pi r^2$) - Hencky gerinime (Hencky strain=$\varepsilon_h= \ln(L/L_0)$ dönüştürülmüştür. Bu verilerden grafik çizilerek baskı ve gevşemeyle oluşan alanlar hesaplanmıştır. Toparlanma kabiliyeti ise gevşeme ile oluşan alanın baskı ile oluşan alana oranı ile % olarak belirlenmiştir.

3.2.4.5 Renk analizi

Ekmeklerin renk değerleri Minolta CR-300 (Konica Minolta, Tokyo, Japonya) renk tayin cihazı ile ölçülmüştür. Buna göre ekmekler dilimlenerek 5 farklı noktadan ölçümler alınmış ve L^* (aydınlık derecesi), a^* (+kırmızı/-yeşil) ve b* (+sarı/-mavi) değerleri belirlenmiştir. Yulaf kepeği katılarak yapılan ekmeklerin L*, a*, b* değerleri, şahit örneklerin L*, a* ve b* değerlerinden çıkarılarak toplam renk değişikliği (ΔE) değeri aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Peressini ve Sensidoni 2009).

$$\Delta E = \sqrt{(L^*_{katkılı} - L^*_{şahit})^2 + (a^*_{katkılı} - a^*_{şahit})^2 + (b^*_{katkılı} - b^*_{şahit})^2}$$

3.2.4.6 Duyusal analiz

Ekmeklerin duyusal değerlendirmesinde 8 panelist yer almıştır. Panelistler ekmekleri, görünüş, kabuk rengi, tekstür, elastikiyet, gözenek, homojenlik, tat, koku ve genel kabul edilebilirlik özellikleri bakımından değerlendirmişlerdir. Değerlendirmede hedonik skala kullanılarak, 1-10 arasında puanlama yapılmıştır. Belirtilen her bir özellik için verilen puanların ortalaması alınmış (Hooda ve Jood 2005) ve puanlar, Microsoft Excel programı (Microsoft, ABD) kullanılarak polar koordinat grafiklerine işlenmiştir.

3.2.5 İstatistiksel değerlendirme

Üzerinde durulan özellikler bakımından elde edilen veriler faktöriyel düzende varyans analizi tekniği (ANOVA) ile değerlendirilmiş, ortalamaları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli olanlara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Analizde SPSS v.20 (IBM, Armonk, NY, ABD) istatistik programı kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 Un Örnekleri ile Yulaf Kepeğinin Bazı Özellikleri

4.1.1 Kimyasal ve fizikokimyasal özellikler

Çalışmada kullanılan ekmeklik unlara (A ve B) ait bazı kimyasal ve fizikokimyasal özellikler ile yulaf kepeğine ait bazı kimyasal özellikler çizelge 4.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Yulaf kepeği ve un örneklerine ait bazı kimyasal ve fizikokimyasal özellikler

	A unu	B unu	Yulaf kepeği
Rutubet Miktarı (%)	13.64	13.94	8.64
Kül Miktarı (%)*	0.53	0.52	2.25
Protein Miktarı (%) (N×5.7)*	14.83	14.46	15.46**
Yaş Gluten Miktarı (%)*	35.81	42.40	-
Kuru Gluten Miktarı (%)*	14.19	15.82	-
Sedimentasyon Değeri (mL)***	44.5	39.0	-
Düşme Sayısı Değeri (sn)	398	633	-

*Kuru madde üzerinden verilmiştir.
**N×5.83
***%14 rutubete göre belirlenmiştir.

Çizelge 4.1' de görüldüğü gibi A ve B unlarının rutubet, kül ve protein içerikleri birbirlerine oldukça yakın bulunmuştur. Yaş gluten ve kuru gluten miktarı en yüksek B ununda bulunurken, en yüksek sedimentasyon değeri ise 44.5 mL ile A unundan elde edilmiştir. Örneklerin düşme sayısı A ununda 398 sn, B ununda 633 sn olarak bulunmuş olup, B ununun α-amilaz aktivitesinin A ununa göre düşük olduğu görülmüştür.

Çalışmada kullanılan yulaf kepeğinin rutubet miktarı % 8.64, kül miktarı % 2.25 ve protein miktarı ise % 15.46 olarak belirlenmiştir.

Yulaf kepeği ile yapılan bir çalışmada yulaf kepeğinin rutubet, kül ve protein içerikleri sırasıyla % 10.8, % 3.95 ve % 14.3 olarak belirlenirken (Özkaya vd. 2017), diğer bir çalışmada yulaf kepeğinin % 6.6 rutubet, % 17.3 protein ve % 2.9 kül içerdiği ifade edilmiştir (Welch 2016). Yulaf kepeği ile ilgili bu değerler yulafın çeşidine, yetiştirme koşullarına ve kepek elde etme yöntemine bağlı olarak değişmektedir. Çalışmada elde edilen değerlerin literatür verileriyle uyumlu olduğu görülmektedir.

4.1.2 Fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor içerikleri

Ekmeklik unlara ve yulaf kepeğine ait fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor miktarları ile toplam fosforun yüzdesi olarak fitat fosforu miktarları çizelge 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Yulaf kepeği ve un örneklerine ait fitik asit, fitat fosforu, toplam fosfor ve toplam fosforun %' si olarak fitat fosforu miktarları

Örnek	Fitik Asit Miktarı (mg/ 100g)*	Fitat Fosforu Miktarı (mg/ 100g)*	Toplam Fosfor Miktarı (mg/ 100g)*	Toplam Fosforun %'si Olarak Fitat Fosforu
A unu	120.07	33.86	128.97	26.26
B unu	113.52	32.01	112.89	28.36
Yulaf kepeği	1062.69	299.69	498.28	60.14

* Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi çalışmada kullanılan ekmeklik buğday unlarının fitik asit miktarları 113.52-120.07 mg/ 100g, fitat fosforu miktarları 32.01-33.86 mg/ 100g, toplam fosfor miktarları 112.89-128.97 mg/ 100g arasında değişirken, toplam fosforun yüzdesi olarak fitat fosforu değerleri % 26.26-28.36 arasında değişmektedir. Yulaf kepeğinin ise fitik asit miktarının 1062.69 mg/ 100g, fitat fosforu miktarının 299.69 mg/ 100g, toplam fosfor miktarının 498.28 mg/ 100g ve toplam fosforun yüzdesi olarak fitat fosforu miktarının ise % 60.14 olduğu belirlenmiştir.

Yulaf kepeğinde ve unda bulunan fitik asit miktarı çeşide, yetiştirme koşullarına, kepeğin elde edilme metoduna ve özellikle unda randımana, öğütme koşullarına bağlı olarak yulaf kepeğinde yaklaşık 600-2406 mg/ 100 g arasında (García-Estepa vd. 1999, Kaur vd. 2011), unda ise 71.8-266.9 mg/100 g arasında değişmektedir (Türksoy vd. 2010). Buna göre çalışmada kullanılan yulaf kepeğinin fitik asit içeriği literatür verileriyle uyuşmaktadır. Yulaf kepeği ile zenginleştirilen ürünlerin fonksiyonel ve fiziksel özelliklerinin incelendiği bir diğer çalışmada ise yulaf kepeğinin fitik asit miktarı 1890.2 mg/ 100 g olarak belirlenmiştir (Baumgartner vd. 2018).

4.1.3 Çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif içerikleri

Çalışmada kullanılan ekmeklik unlara ve yulaf kepeğine ait çözünmeyen, çözünen ve toplam diyet lif içerikleri çizelge 4.3' te verilmiştir.

Çizelge 4.3 Un örneklerine ve yulaf kepeğine ait çözünmeyen, çözünen ve toplam diyet lif miktarları

Örnek	Çözünmeyen Diyet Lif Miktarı (%)*	Çözünen Diyet Lif Miktarı (%)*	Toplam Diyet Lif Miktarı (%)*
A unu	2.84	1.03	3.87
B unu	2.49	1.09	3.58
Yulaf kepeği	19.00	3.70	22.70

* Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Çizelge 4.3'te görüldüğü gibi çalışmada kullanılan ekmeklik unların çözünmeyen diyet lif miktarları % 2.49-2.84, çözünen diyet lif miktarları % 1.03-1.09 ve toplam diyet lif miktarları % 3.58-3.87 arasında değişmektedir. Yulaf kepeğinin ise çözünmeyen diyet lif miktarının % 19.00, çözünen diyet lif miktarının % 3.70, toplam diyet lif miktarının ise % 22.70 olduğu belirlenmiştir.

Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda yulaf kepeğinin çözünmeyen, çözünen ve toplam diyet lif oranları sırası ile % 8.68 - % 20.20, % 3.45 - % 8.92 ve %

20.40 - % 30.60 arasında bulunurken (Sudha vd. 2007, Sudha vd. 2012, Baumgartner 2018) buğday ununun çözünmeyen, çözünen ve toplam diyet lif oranları ise sırasıyla % 1.20- % 2.45, % 0.25 - % 1.61, % 2.02 - % 4.06 oranında değişmiştir (Türksoy ve Özkaya 2011, Hager vd. 2012, Sudha vd. 2012).

Un ve kepekteki lif oranları çeşit, yetiştirme koşulları ve özellikle de tanedeki kabuk soyma işlemlerine bağlı olarak geniş sınırlar içinde değişmekle (Spiller 2001, Wood vd. 2002) beraber bulunan sonuçlar literatür verileriyle uyuşmaktadır.

4.1.4 Toplam fenolik madde miktarları ve toplam antioksidan aktivite değerleri

Araştırmada kullanılan ekmeklik unlar ile yulaf kepeğinin toplam fenolik madde miktarları ve toplam antioksidan aktivite değerleri çizelge 4.4' te verilmiştir.

Çizelge 4.4 Un örneklerine ve yulaf kepeğine ait toplam fenolik madde ve toplam antioksidan aktivite miktarları

Örnek	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/ kg)*	Toplam Antioksidan Aktivite (µmol TE/ 100g)*
A unu	663.85	94.20
B unu	704.91	101.41
Yulaf kepeği	3798.07	516.31

* Kuru madde üzerinden verilmiştir.
GAE: Gallik asit eşdeğeri
TE: Troloks eşdeğeri

Araştırmada kullanılan A ve B unları ile yulaf kepeğine ait fenolik madde miktarları sırasıyla 663.85 mg GAE/ kg, 704.91 mg GAE/ kg ve 3798.07 mg GAE/ kg olarak bulunmuştur. A ununun antioksidan aktivite miktarının 94.20 µmol TE/ 100 g, B ununun antioksidan aktivite miktarının 101.41 µmol TE/ 100 g olduğu görülmüştür. Yulaf kepeğinin ise antioksidan aktivite miktarının 516.31 µmol TE/ 100 g olduğu belirlenmiştir.

Yapılan çalışmalarda yulaf kepeğinin toplam fenolik madde ve toplam antioksidan aktivite değerleri sırasıyla 3623 mg GAE/kg (Dar vd. 2016), 561 μmol TE/100 g (Chen vd. 2016), unun toplam fenolik madde ve toplam antioksidan aktivite değerleri ise sırasıyla 805.75 mg GAE/kg (Baumgartner 2018) ve 72 μmol TE/100 g olarak (Menga vd. 2010) belirlenmiştir.

Tahıl kepeklerinde ve undaki fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinin çeşide, yetiştirme koşullarına, kabuk soyma işleminin etkinliğine ve tayin yöntemine göre geniş sınırlar içinde değiştiği ifade edilmektedir (Yu vd. 2003, Zhou vd. 2004, Moore vd. 2006, Liyono-Patrihone ve Shahidi 2007, Verma vd. 2008)

Yulaf kepeği ve un örneklerinde belirlenen toplam fenolik madde ve toplam antioksidan aktiviteye ait sonuçlar literatür değerleri arasında bulunmaktadır.

4.2 Un Örneklerine Farklı Oranlarda Yulaf Kepeği Katılarak Elde Edilen Karışımların Reolojik Özellikleri

4.2.1 Farinogram özellikleri

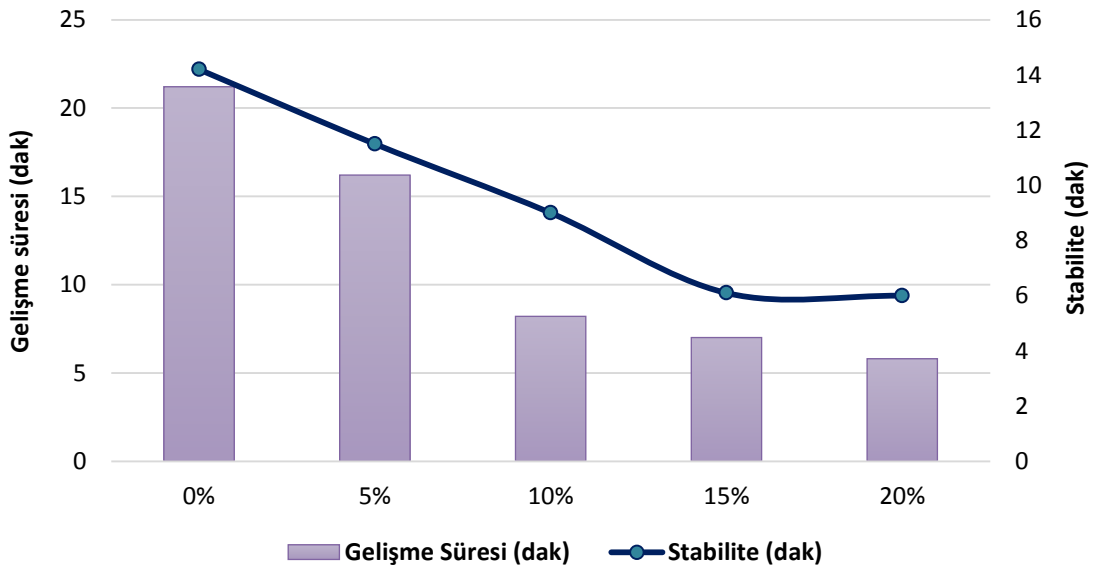
Çalışmada kullanılan ekmeklik unlara, farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak elde edilen karışımların su absorbsiyonu, stabilite, gelişme süresi ve yumuşama derecesi değerleri çizelge 4.5, şekil 4.1 ve 4.2'de verilmiştir.

A ve B unlarına % 0, % 5, % 10, % 15 ve % 20 oranlarında katılan yulaf kepeği katma oranına bağlı olarak, A ununun su absorbsiyonu değerini % 63.6' dan % 66.1' e kadar, B ununun ise su absorbsiyonunu % 61.2' den % 66.7' ye kadar artırmıştır. Gelişme sürelerine bakıldığında A unu için 21.2 dakikadan 5.8 dakikaya (Şekil 4.1), B unu için 6.5 dakikadan 3.8 dakikaya kadar düştüğü görülmüştür (Şekil 4.2). Yulaf katkılı unlardan yapılan hamurların stabilite değerlerinin A unu için 14.2 dakikadan 6.0 dakikaya, B unu için 11.1 dakikadan 4.6 dakikaya kadar düştüğü, yumuşama derecesi değerlerinin ise A unu için 44 BU' dan 131 BU' ya, B unu için 60 BU' dan 120 BU' ya kadar yükseldiği görülmüştür.

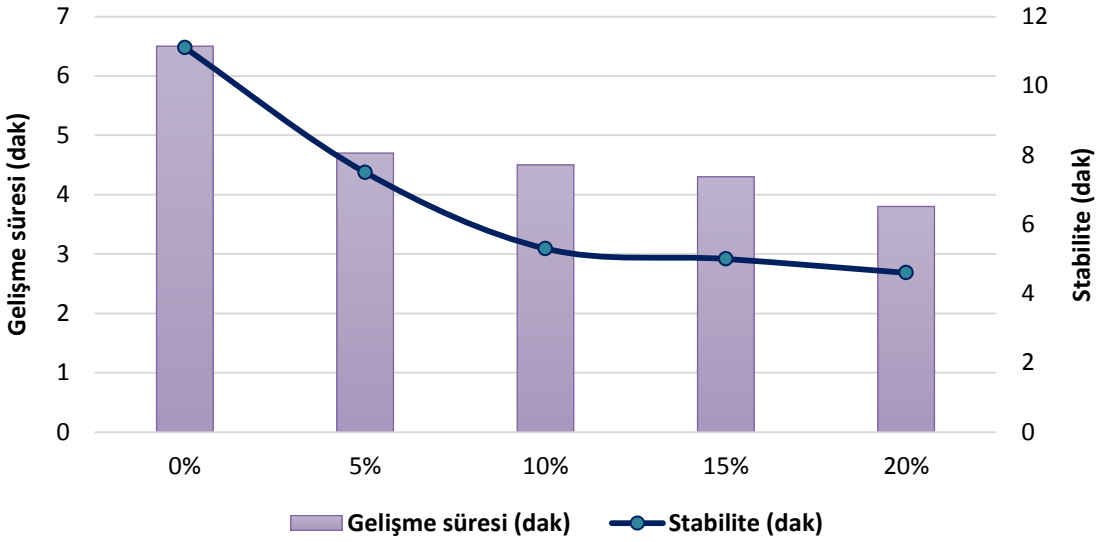
Çizelge 4.5 A ve B unlarına farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak elde edilen karışımların farinogram değerleri

Örnek	Yulaf Kepeği Katma Oranı (%)	Su Absorpsiyonu (%)	Gelişme Süresi (dak)	Stabilite (dak)	Yumuşama derecesi (BU)
A unu	0	63.6	21.2	14.2	44
	5	65.0	16.2	11.5	94
	10	65.2	8.2	9.0	85
	15	65.6	7.0	6.1	110
	20	66.1	5.8	6.0	131
B unu	0	61.2	6.5	11.1	60
	5	64.7	4.7	7.5	86
	10	65.5	4.5	5.3	120
	15	66.1	4.3	5.0	120
	20	66.7	3.8	4.6	117

BU: Brabender Ünitesi



Şekil 4.1 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak elde edilen karışımların gelişme süresi ve stabilite değerleri



Şekil 4.2 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak elde edilen karışımların gelişme süresi ve stabilite değerleri

Çalışmada A ve B unlarına artan oranlarda yulaf kepeği ilavesi her iki undan elde edilen hamurların su absorpsiyon değerlerini artırmıştır. Bunun nedeni olarak da yüksek lif içerikli yulaf kepeğinin güçlü su bağlama kabiliyetine sahip olması ileri sürülebilir (Sudha 2007, Özkeser 2015). Su absorpsiyonu değerlerindeki artış ise daha yumuşak ve yapışkan özellikte hamurlar elde edilmesine neden olmuştur. Bunun sonucunda da elde edilen hamurların yumuşama derecelerinin katma oranlarına bağlı olarak artış göstermesi son derece doğaldır. Buğday ve yulaf kepeğinin hamur özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada farklı oranlarda yulaf kepeği katılması hamurların su absorpsiyonu değerlerini artırırken stabilite değerlerini azaltmıştır. Hamurların gelişme süreleri arasında ise önemli farklar görülmemiştir (Ruiling vd. 2009). Yapılan bazı araştırmalarda protein ve lif bileşikleri arasındaki interaksiyon nedeniyle tahıl kepeklerinin hamur gelişme süreleri üzerindeki etkilerinin farklı olabileceği belirtilmiştir (Salehi ve Bibalan 2012).

Ekmeklik unlarda ekmek hacmi ile bazı reolojik ve fizikokimyasal özellikler arasındaki ilişkilerin incelendiği bir çalışmada 314 farklı buğday genotiplerinden elde edilen unların stabilite değerlerinin 1.2-18 dakika arasında, gelişme sürelerinin ise 1.5-19.6 dakika arasında değiştiği belirtilmiştir (Şahin vd. 2013). Wang vd. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada yulaf β-glukanın artan oranlarda ilavesinin hamurların su

absorpsiyonu ve yumuşama derecesini artırırken, stabilite değerlerini azalttığı, bunun nedeni olarak da β-glukan ilavesinin gluten ağ yapısına zarar vermesi olduğu ifade edilmiştir.

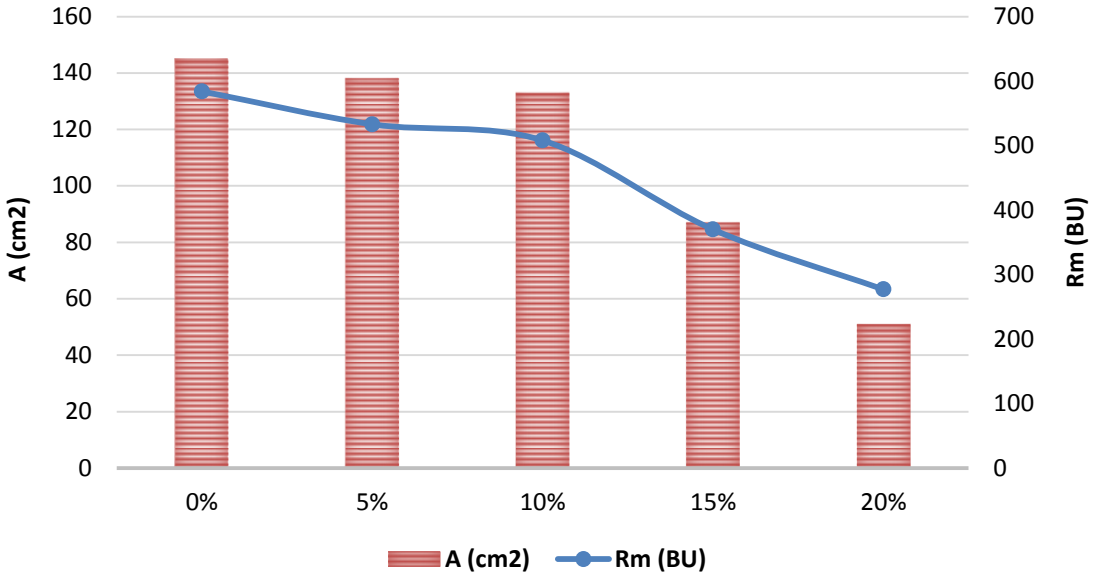
4.2.2 Ekstensogram özellikleri

A ve B unlarına farklı oranlarında yulaf kepeği katılarak elde edilen karışımların ekstensogram değerleri çizelge 4.6, şekil 4.3 ve 4.4' te verilmiştir.

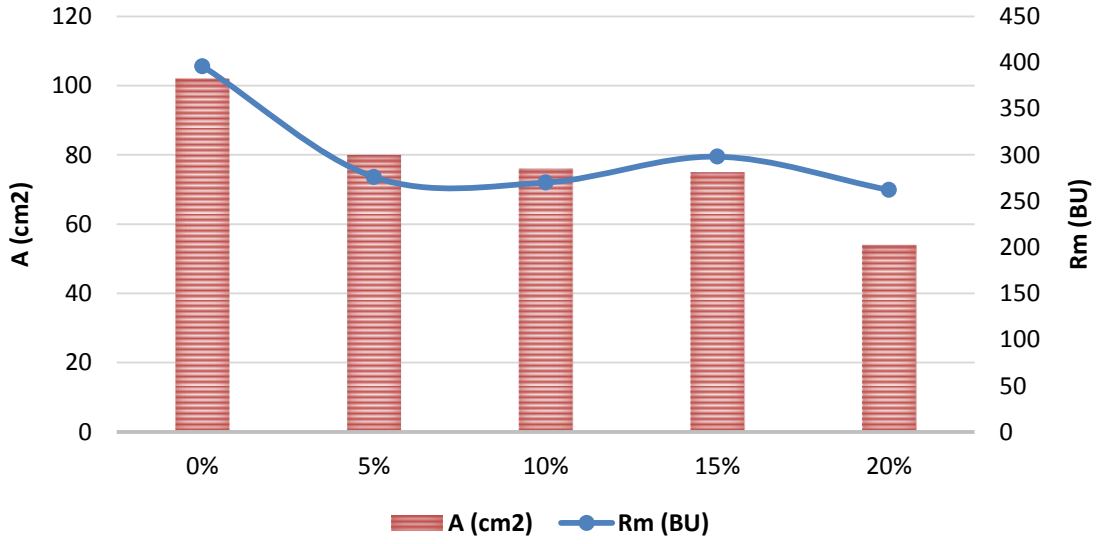
Çizelge 4.6 A ve B unlarına farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak elde edilen karışımların ekstensogram değerleri

Örnek	Yulaf Kepeği Katma Oranı (%)	R_5 (BU)	R_m (BU)	E (mm)	A (cm^2)
A unu	0	466	584	179	145
	5	385	533	181	138
	10	380	508	193	133
	15	300	370	123	87
	20	262	277	117	51
B unu	0	301	396	201	102
	5	236	276	198	80
	10	237	270	188	76
	15	277	298	164	75
	20	254	262	141	54

R_5: Hamurun sabit deformasyondaki direnci
R_m: Hamurun uzamaya karşı gösterdiği maksimum direnç
E: Uzama kabiliyeti
A: Enerji
BU: Brabender Ünitesi



Şekil 4.3 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak elde edilen karışımların enerji ve hamurun uzamaya karşı gösterdiği maksimum direnç değerleri



Şekil 4.4 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak elde edilen karışımların enerji ve hamurun uzamaya karşı gösterdiği maksimum direnç değerleri

Çizelge 4.6' dan görüldüğü gibi A ununa farklı oranlarda katılan yulaf kepekleriyle elde edilen karışımların ekstensogram değerlerinden hamurun sabit deformasyondaki direnci, hamurun uzamaya karşı gösterdiği maksimum direnç ve enerji değerlerinin yulaf kepeği katma oranına bağlı olarak azaldığı (şekil 4.3), uzama kabiliyetinin ise % 10 oranda yulaf kepeğine kadar artarken bu orandan sonra genel olarak düştüğü görülmüştür. En

yüksek ekstensogram değerleri (uzama kabiliyeti hariç) şahit örneklerden elde edilmiştir.

B ununa farklı oranlarda katılan yulaf kepekleriyle elde edilen karışımların ekstensogram değerlerinden hamurun uzamaya karşı gösterdiği maksimum direnç, uzama kabiliyeti ve enerji değerlerinin genel olarak azaldığı (şekil 4.4), hamurun sabit deformasyondaki direncinin ise katma oranıyla düzenli olarak değişmediği fakat şahit örneklere göre azaldığı belirlenmiştir. En yüksek ekstensogram değerleri ise yine şahit örneklerden elde edilmiştir.

Farklı tahıllardan elde edilen liflerin hamur reolojisi ve bisküvi kalitesi üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada farklı oranlarda katılan tahıl kepeklerinin hamurların uzama kabiliyeti ve enerji değerlerini azalttığı ifade edilmiştir. Hamurun uzamaya karşı gösterdiği maksimum direnç değerleri ise yulaf ve arpa kepeği kullanıldığında azalırken, pirinç ve buğday kepeği kullanıldığında artış göstermiştir (Sudha 2007). Buğday ve yulaf kepeğinin kullanıldığı başka bir çalışmada da artan oranlarda kepek ilavesinin sabit deformasyondaki direnci, maksimum direnci, uzama kabiliyeti ve enerji değerlerini azalttığı ifade edilmiştir (Ruiling vd. 2009).

4.3 Farklı Oranlarda Yulaf Kepeği Katılarak Farklı Yöntemlerle Yapılan Ekmeklerin Fonksiyonel Özellikleri

4.3.1 Ekmeklerin fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor içerikleri

Farklı özellikteki ekmeklik unlara farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak doğrudan, sponge ve ekşi hamur yöntemleri ile yapılan ekmeklerin fitik asit, fitat fosforu, toplam fosfor ve toplam fosforun yüzdesi olarak fitat fosforu miktarları çizelge 4.7- 4.8 ve şekil 4.5- 4.6’ da verilmiştir.

Çizelge 4.7 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin fitik asit, fitat fosforu, toplam fosfor ve toplam fosforun %'si olarak fitat fosforu miktarları

Ekmek Yapım Yöntemi	Yulaf Kepeği Katma Oranı (%)	Fitik Asit Miktarı (mg/ 100g)*	Fitat Fosforu Miktarı (mg/ 100g)*	Toplam Fosfor Miktarı (mg/ 100g)*	Toplam Fosforun %'si Olarak Fitat Fosforu
Doğrudan Ekmek Yapım Yöntemi	0	73.72^{aC}	20.79^{aC}	127.15^{aA}	16.35^{aA}
	5	96.93^{bB}	27.33^{bB}	141.70^{bA}	19.29^{bB}
	10	127.87^{cB}	36.06^{cB}	162.01^{cA}	22.26^{cB}
	15	143.54^{dB}	40.48^{dB}	177.48^{dA}	22.81^{cC}
	20	175.58^{eC}	49.52^{eC}	196.98^{eA}	25.14^{dB}
Sponge Yöntemi	0	71.75^{aB}	20.24^{aB}	129.66^{aA}	15.61^{aA}
	5	93.49^{bA}	26.37^{bA}	143.99^{bA}	18.31^{bAB}
	10	123.20^{cAB}	34.74^{cAB}	166.18^{cB}	20.91^{cA}
	15	137.56^{dA}	38.79^{dA}	181.89^{dB}	21.33^{dB}
	20	164.47^{eB}	46.38^{eB}	201.18^{eA}	23.05^{eA}
Ekşi Hamur Yöntemi	0	68.89^{aA}	19.43^{aA}	131.61^{aA}	14.76^{aA}
	5	93.45^{bA}	26.35^{bA}	146.74^{bA}	17.96^{bA}
	10	121.31^{cA}	34.21^{cA}	167.20^{cC}	20.46^{cA}
	15	131.88^{dA}	37.19^{dA}	184.30^{dC}	20.18^{cA}
	20	158.25^{eA}	44.63^{eA}	204.88^{eA}	21.78^{dA}

* Kuru madde üzerinden verilmiştir.
Aynı sütunda verilen "a-e" harfleri aynı ekmek yapım yöntemlerinin farklı yulaf kepeği oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p< 0.05$).
Aynı sütunda verilen 'A-C' harfleri farklı ekmek yapım yöntemleri için aynı katma oranlarındaki yulaf kepeklerinin ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p<0.05$).

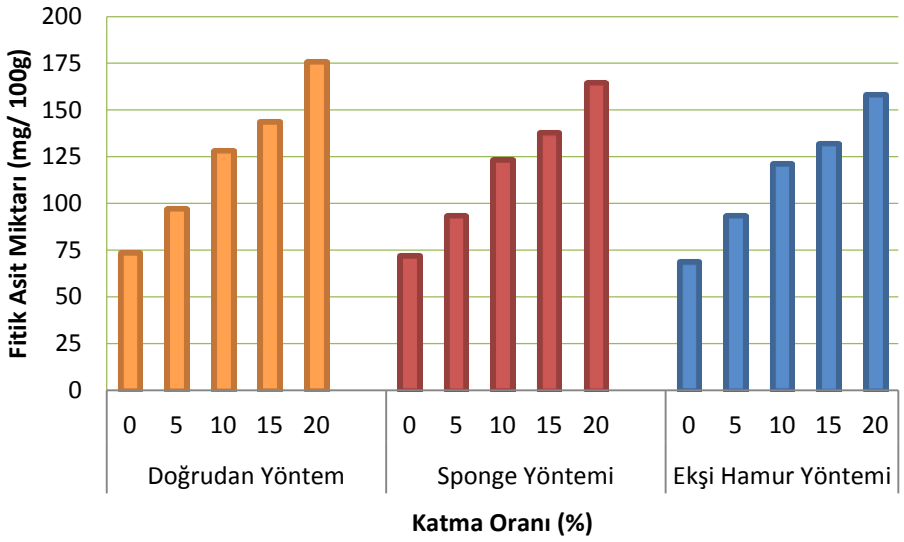
Çizelge 4.8 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin fitik asit, fitat fosforu, toplam fosfor ve toplam fosforun %'si olarak fitat fosforu miktarları

Ekmek Yapım Yöntemi	Yulaf Kepeği Katma Oranı (%)	Fitik Asit Miktarı (mg/ 100g)*	Fitat Fosforu Miktarı (mg/ 100g)*	Toplam Fosfor Miktarı (mg/ 100g)*	Toplam Fosforun %'si Olarak Fitat Fosforu
Doğrudan Ekmek Yapım Yöntemi	0	65.02^{aC}	18.34^{aC}	120.92^{aA}	15.16^{aB}
	5	86.28^{bA}	24.33^{bA}	139.12^{bA}	17.49^{bA}
	10	122.57^{cB}	34.57^{cB}	157.91^{cA}	21.89^{cC}
	15	135.60^{dA}	38.24^{dA}	175.99^{dA}	21.73^{cB}
	20	162.50^{eB}	45.83^{eB}	185.37^{eA}	24.72^{dC}
Sponge Yöntemi	0	63.84^{aB}	18.00^{aB}	120.66^{aA}	14.92^{aB}
	5	85.15^{bA}	24.01^{bA}	142.34^{bA}	16.87^{bA}
	10	117.73^{cA}	33.20^{cA}	163.33^{cB}	20.33^{cA}
	15	134.44^{dA}	37.91^{dA}	179.10^{dB}	21.17^{dAB}
	20	161.03^{eAB}	45.41^{eAB}	192.87^{eB}	23.54^{eB}
Ekşi Hamur Yöntemi	0	61.26^{aA}	17.27^{aA}	124.06^{aA}	13.92^{aA}
	5	85.78^{bA}	24.19^{bA}	142.35^{bA}	16.99^{bA}
	10	121.58^{cB}	34.29^{cB}	159.34^{cAB}	21.52^{dB}
	15	134.49^{dA}	37.93^{dA}	180.60^{dC}	21.00^{cA}
	20	157.27^{eA}	44.35^{eA}	197.54^{eC}	22.45^{eA}

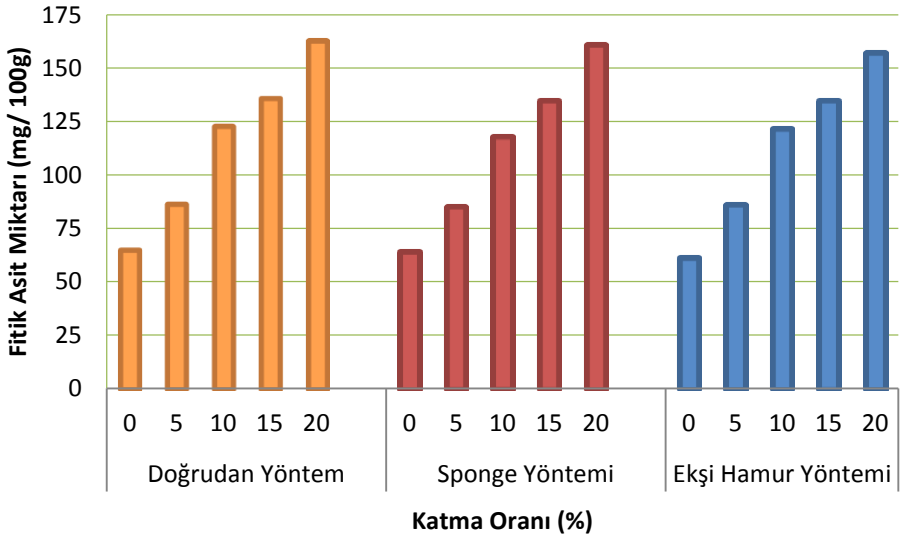
* Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Aynı sütunda verilen "a-e" harfleri aynı ekmek yapım yöntemlerinin farklı yulaf kepeği oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p< 0.05$).

Aynı sütunda verilen 'A-C' harfleri farklı ekmek yapım yöntemleri için aynı katma oranlarındaki yulaf kepeklerinin ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p<0.05$).



Şekil 4.5 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin fitik asit miktarları



Şekil 4.6 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin fitik asit miktarları

A ununa farklı oranlarda katılan yulaf kepeğinin ekmeklerin fitik asit, fitat fosforu, toplam fosfor ve toplam fosforun yüzdesi olarak fitat fosforu miktarlarını katma oranına bağlı olarak genelde artırdığı ve bu artışların tüm ekmek yapım yöntemleri için genelde önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). En düşük fitik asit ve fitat fosforu miktarları ekşi hamur yöntemiyle yapılan şahit örneklerden elde edilirken (68.89 mg/ 100g, 19.43 mg/ 100g), en yüksek değerler doğrudan yöntemle yapılan % 20 yulaf kepeği katkılı ekmeklerden elde edilmiştir (175.58 mg/ 100g, 49.52 mg/ 100g). Toplam fosfor miktarları incelendiğinde ise en yüksek değer ekşi hamur yöntemi ile yapılan % 20 yulaf kepeği katkılı ekmekten elde edilirken (204.88 mg/ 100g), en düşük değer doğrudan yöntem ile yapılan şahit ekmekten elde edilmiştir (127.15 mg/ 100g).

A unu kullanılarak aynı oranlarda farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin fitik asit ve fitat fosforu içerikleri, doğrudan yöntemle yapılanlara göre azalma göstermiştir (şekil 4.5). Bu azalmalar şahit ve % 20 oranında yulaf kepeği içeren ekmekler için tüm yöntemler bakımından önemli bulunurken ($p<0.05$), diğer katma oranlarında ekşi hamur ve sponge yöntemi bakımından genel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Toplam fosforun yüzdesi olarak fitat fosforu miktarları, farklı ekmek yapım yöntemleri bakımından aynı katma oranları için doğrudan yöntemle yapılanlara göre azalma göstermiştir. Bu azalmalar şahit ekmeklerde önemli bulunmazken ($p>0.05$), % 15 oranında yulaf kepeği katılan ekmeklerde tüm yöntemler için önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Ekmeklerin toplam fosfor içerikleri, aynı katma oranları için sponge ve ekşi hamur yöntemleriyle yapılan ekmeklerde doğrudan yöntemle yapılanlara göre artış göstermiştir. Bu artışlar % 10 ve % 15 oranında yulaf kepeği katkılı ekmekler için tüm yöntemlerde önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

B ununa farklı oranlarda katılan yulaf kepeğinin A unundan yapılan ekmeklerde olduğu gibi, ekmeklerin fitik asit, fitat fosforu, toplam fosfor ve toplam fosforun yüzdesi olarak fitat fosforu miktarlarını katma oranına bağlı olarak genelde arttırdığı ve bu artışların tüm ekmek yapım yöntemleri için genelde önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). En düşük fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosforun yüzdesi olarak fitat fosforu miktarları ekşi hamur yönteminin şahit ekmeğinden (sırasıyla 61.26 mg/ 100g, 17.27 mg/ 100g, % 13.92), en düşük toplam fosfor miktarı ise sponge yönteminin şahit ekmeğinden (120.66

mg/ 100g) elde edilmiştir. En yüksek fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosforun yüzdesi olarak fitat fosforu miktarları doğrudan yöntemle yapılan % 20 yulaf kepeği katkılı ekmekten elde edilirken (sırasıyla 162.50 mg/ 100g, 45.83 mg/ 100g, % 24.72), en yüksek toplam fosfor miktarı ekşi hamur yöntemi ile yapılan % 20 yulaf kepeği katkılı ekmekten elde edilmiştir (197.54 mg/ 100g).

B unu kullanılarak aynı oranlarda farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosforun yüzdesi olarak fitat fosforu içerikleri doğrudan yöntemle yapılanlara göre azalma göstermiştir (şekil 4.6). Bu azalmalar % 5 ve % 15 oranlarında yulaf kepeği katılan ekmeklerde genellikle önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Farklı yöntemlerle yapılan şahit ekmeklerin fitik asit ve fitat fosforu miktarlarının birbirlerinden farklı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Farklı ekmek yapım yöntemleri kullanılarak yapılan ekmeklerin toplam fosfor değerleri aynı katma oranları için incelendiğinde, % 10, % 15 ve % 20 yulaf kepeği katkılı ekmeklerin toplam fosfor içeriklerindeki değişim genellikle önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin toplam fosforun yüzdesi olarak fitat fosforu içerikleri aynı katma oranları için incelendiğinde % 5 yulaf kepeği katkısı dışındaki ekmeklerde değişim genellikle önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Ekmeklerin fitik asit, fitat fosforu, toplam fosfor ve toplam fosforun yüzdesi olarak fitat fosforu değerleri A ve B unları için karışılaştırıldığında A unundan yapılan ekmeklerde bu değerler yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni ise, fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor içeriğinin A ununda daha yüksek olmasıdır.

Yulaf kepeği yüksek fitik asit içeriğine sahip olduğundan, hamurlara artan oranlarda ilavesinin ekmeklerin fitik asit içeriğini artırması beklenen bir durumdur. Sponge ve ekşi hamur yöntemleriyle yapılan ekmeklerde fermantasyon süresi daha uzun olduğundan ekmeklere ait fitik asit ve fitat fosforu miktarları doğrudan yöntemle yapılanlara göre daha düşük, toplam fosfor miktarları ise daha yüksek bulunmuştur. Çimlendirme, pişirme, depolama, fitaz aktivitesi, otoklavlama, dış kabuğun ayrılması ve fermantasyon işlemleri fitik asit miktarını düşürmektedir (Ahmad vd. 2010, Abdel ve Osman 2011, Albarracín 2013). Ekşi hamur fermantasyonunda oluşan asidik ortam da

tahıllardaki fitaz aktivitesini hızlandırmaktadır. Buğdayda fitaz aktivitesi için optimum pH değeri 5.0'dır. Ekşi hamur fermantasyonu sırasında ortam pH'sı 5.5 ve daha altına düşmektedir. Bu da enzim aktivitesini artmaktadır. Bu sayede buğday ununda bulunan fitik asit içeriğinin % 70 oranında azaldığı belirtilmektedir (Leenhardt 2005, Ertop ve Hayta 2016). Fitik asit içeriğindeki bu azalma unda bulunan mineral biyoyararlılığını dolayısıyla da besin değerini artırmaktadır. Yapılan bir çalışmada laktik asit bakterileri ile kepeğin ön fermantasyonu, fitat yıkımını % 90'a kadar çıkarmış ve bu da özellikle fosfor ve magnezyumun çözünürlüğünü artırmıştır (Poutanen vd. 2009).

4.3.2 Ekmeklerin çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif içerikleri

Farklı özellikteki ekmeklik unlara farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak doğrudan, sponge ve ekşi hamur yöntemleri ile yapılan ekmeklerin çözünmeyen, çözünen ve toplam diyet lif miktarları çizelge 4.9- 4.10 ve şekil 4.7-4.8' de verilmiştir.

A ununa farklı oranlarda katılan yulaf kepeğinin ekmeklerin çözünmeyen, çözünen ve toplam diyet lif miktarlarını katma oranına bağlı olarak artırdığı ve bu artışın tüm ekmek yapım yöntemlerinde genelde önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). En düşük çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarlarının doğrudan yöntem ile yapılan şahit ekmeklerden elde edildiği (% 2.61, % 1.13, % 3.74), en yüksek çözünmeyen ve toplam diyet lif oranlarının ekşi hamur yöntemi ile yapılan % 20 yulaf kepeği katkılı ekmeklerde (% 5.90, % 7.78), çözünen diyet lif oranının ise sponge yöntemi ile yapılan % 20 yulaf kepeği katkılı ekmeklerde (% 1.89) olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.9 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin çözünmeyen, çözünen ve toplam diyet lif miktarları*

Ekmek Yapım Yöntemi	Yulaf Kepeği Katma Oranı (%)	Çözünmeyen Diyet Lif Miktarı (%)	Çözünen Diyet Lif Miktarı (%)	Toplam Diyet Lif Miktarı (%)
Doğrudan Ekmek Yapım Yöntemi	0	2.61^{aA}	1.13^{aA}	3.74^{aA}
	5	3.65^{bB}	1.35^{bB}	5.00^{bA}
	10	4.37^{cA}	1.50^{cA}	5.87^{cA}
	15	5.32^{dC}	1.78^{dA}	7.10^{dA}
	20	5.83^{eA}	1.86^{eA}	7.69^{eA}
Sponge Yöntemi	0	2.79^{aA}	1.14^{aA}	3.81^{aA}
	5	3.70^{bC}	1.32^{abA}	5.02^{bAB}
	10	4.46^{cB}	1.48^{bcA}	5.99^{cA}
	15	5.16^{dB}	1.72^{cdA}	6.88^{dA}
	20	5.83^{eA}	1.89^{dA}	7.72^{eA}
Ekşi Hamur Yöntemi	0	2.65^{aA}	1.39^{aA}	4.04^{aA}
	5	3.59^{bA}	1.52^{bC}	5.11^{bB}
	10	4.57^{cC}	1.61^{cB}	6.18^{cB}
	15	5.01^{cA}	1.73^{dA}	6.74^{cA}
	20	5.90^{dA}	1.88^{eA}	7.78^{dA}

* Kuru madde üzerinden verilmiştir.
Aynı sütunda verilen "a-e" harfleri aynı ekmek yapım yöntemlerinin farklı yulaf kepeği oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p< 0.05$).
Aynı sütunda verilen 'A-C' harfleri farklı ekmek yapım yöntemleri için aynı katma oranlarındaki yulaf kepeklerinin ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p<0.05$).

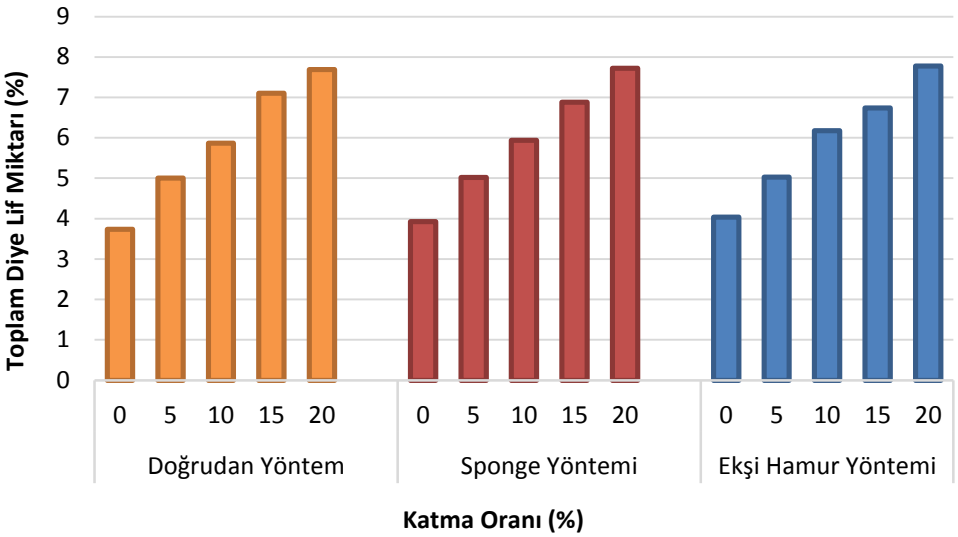
Çizelge 4.10 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin çözünmeyen, çözünen ve toplam diyet lif miktarları*

Ekmek Yapım Yöntemi	Yulaf Kepeği Katma Oranı (%)	Çözünmeyen Diyet Lif Miktarı (%)	Çözünen Diyet Lif Miktarı (%)	Toplam Diyet Lif Miktarı (%)
Doğrudan Ekmek Yapım Yöntemi	0	2.52^{aA}	1.19^{aA}	3.57^{aA}
	5	3.22^{bA}	1.37^{bA}	4.59^{bA}
	10	4.34^{cA}	1.42^{cA}	5.76^{cA}
	15	4.91^{dA}	1.86^{dA}	6.77^{dA}
	20	5.61^{eA}	2.00^{eA}	7.61^{eA}
Sponge Yöntemi	0	3.04^{aB}	1.21^{aA}	4.25^{aB}
	5	3.32^{bA}	1.35^{abA}	4.67^{bA}
	10	4.40^{cB}	1.42^{abA}	5.82^{cA}
	15	5.05^{dA}	1.90^{bcA}	6.95^{dA}
	20	5.70^{eB}	2.02^{cA}	7.72^{eB}
Ekşi Hamur Yöntemi	0	2.38^{aA}	1.19^{aA}	3.57^{aA}
	5	3.36^{bA}	1.44^{abA}	4.80^{bA}
	10	4.36^{cAB}	1.56^{bA}	5.92^{cA}
	15	4.94^{dA}	1.88^{cA}	6.82^{dA}
	20	5.78^{eC}	2.07^{cB}	7.85^{eC}

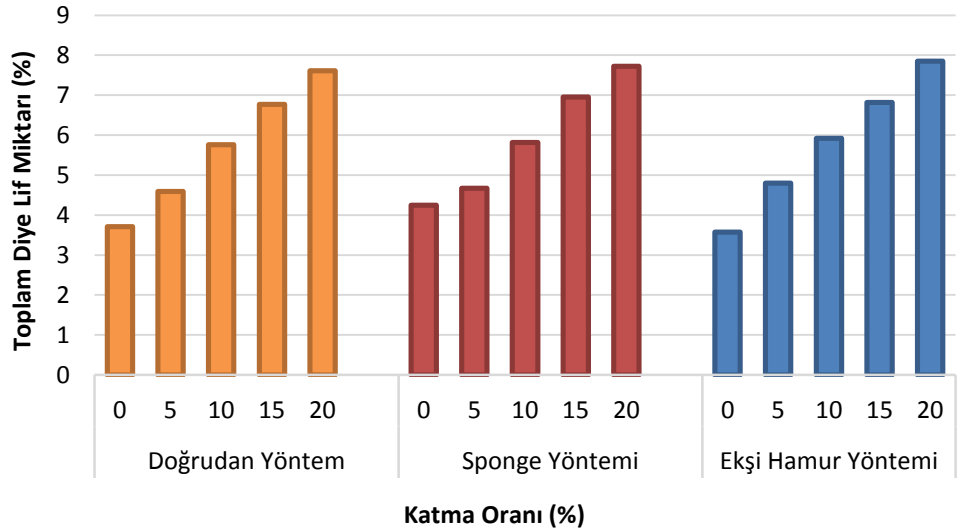
* Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Aynı sütunda verilen "a-e" harfleri aynı ekmek yapım yöntemlerinin farklı yulaf kepeği oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p< 0.05$).

Aynı sütunda verilen 'A-C' harfleri farklı ekmek yapım yöntemleri için aynı katma oranlarındaki yulaf kepeklerinin ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p<0.05$).



Şekil 4.7 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin toplam diyet lif miktarları



Şekil 4.8 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin toplam diyet lif miktarları

Sponge ve ekşi hamur yöntemleri ile yapılan ekmeklerin çözünmeyen diyet lif içeriklerinin şahit ve % 20 oranında yulaf kepeği katılan ekmeklerde doğrudan yönteme göre artmasına rağmen hiçbir ekmek yapım yöntemleri arasında fark olmadığı ($p>0.05$), diğer katma oranlarında ise farkın önemli olduğu ($p<0.05$) görülmüştür. Ekmeklerin çözünen ve toplam diyet lif içerikleri şahit, % 15 ve % 20 oranlarında yulaf kepeği

katılarak yapılan ekmeklerde ekmek yapım yöntemine göre değişmemiş ($p>0.05$), % 5 ve % 10 oranlarında yulaf kepeği katılan ekmeklerde çözünen diyet lif genelde önemli bir değişim göstermiştir ($p<0.05$). % 5 ve % 10 oranlarında yulaf kepeği katılarak ekşi hamur yöntemi ile yapılan ekmeklerin toplam diyet lif miktarları ise aynı oranlarda diğer yöntemlerle yapılan ekmeklerin toplam diyet lif miktarlarından farklı bulunmuştur ($p<0.05$).

B ununa farklı oranlarda katılan yulaf kepeği ekmeklerin çözünmeyen, çözünen ve toplam diyet lif miktarlarını katma oranına bağlı olarak artırmış ve bu artış tüm ekmek yapım yöntemlerinde genelde önemli bulunmuştur ($p<0.05$). En düşük çözünmeyen diyet lif oranının ekşi hamur yöntemi ile yapılan şahit ekmeklerden (% 2.38), en düşük çözünen ve toplam diyet lif oranının ise ekşi hamur yöntemi ve doğrudan yöntem ile yapılan şahit ekmeklerden elde edildiği belirlenmiştir (% 1.19, % 3.57). En yüksek çözünmeyen, çözünen ve toplam diyet lif miktarları % 20 oranında yulaf kepeği katkılı ekşi hamur yöntemi ile yapılan ekmeklerden elde edilmiştir (% 5.78, % 2.07, % 7.85).

Farklı yöntemlerle B unu kullanılarak yapılan ekmeklerin çözünmeyen diyet lif içeriklerinde % 5 ve % 15 oranlarında yulaf kepeği katılan ekmeklerde ekmek yapım yöntemleri bakımından bir fark olmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir. Doğrudan ve ekşi hamur yöntemleri ile yapılan şahit ekmeklerin çözünmeyen diyet lif içerikleri arasındaki fark önemli bulunmazken ($p>0.05$), sponge yöntemi ile elde edilen şahit ekmeklerin çözünmeyen diyet lif içeriklerinin diğer yöntemlerle yapılanlardan farklı olduğu ($p<0.05$) görülmüştür. Ekmek yapım yöntemleri bakımından değerlendirildiğinde % 10 ve % 20 oranlarında yulaf kepeği katkılı ekmeklerin çözünmeyen diyet lif içerikleri arasında fark olduğu gözlemlenmiştir ($p<0.05$). Farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin çözünen diyet lif içeriklerinin sadece % 20 oranında yulaf kepeği katılarak ekşi hamur yöntemi ile yapılanlarda farklı olduğu ($p<0.05$), diğer katma oranlarında ekmek yapım yöntemleri bakımından herhangi bir farklılık olmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir. Toplam diyet lif içeriklerinin ise % 5, % 10 ve % 15 oranlarında yulaf kepeği içeren ekmeklerde ekmek yapım yöntemleri için değişmediği ($p>0.05$) görülmüştür. Şahit ekmeklerde ise sponge yöntemi ile yapılan ekmeklerin toplam diyet lif içeriğinin doğrudan ve ekşi hamur yöntemi ile yapılanlardan farklı olduğu görülmüştür ($p<0.05$). A ve B unlarıyla

yapılan ekmeklerin toplam diyet lif içerikleri şekil 4.7 ve 4.8' de verilmiştir. A ununun çözünmeyen ve toplam diyet lif içerikleri B ununa kıyasla daha fazla olduğundan, A unu ile yapılan ekmeklerin B unu ile yapılanlara göre çözünmeyen ve toplam diyet lif içerikleri genellikle daha fazla bulunmuştur.

Yüksek lif içeriğine sahip olan yulaf kepeği, katıldığı ekmeklerde katma oranına bağlı olarak çözünmeyen, çözünen ve toplam diyet lif miktarlarını artırmıştır. Farklı oranlarda tahıl ya da baklagil kepekleri ilave edilerek hazırlanan formülasyonlar incelendiğinde artan katma oranlarının ürünlerdeki lif içeriklerini artırdığı görülmüştür (Özkeser 2015, Baumgartner 2018). Farklı oranlarda yulaf kepeği içeren bisküvilerin reolojik, fizikokimyasal ve duyusal özelliklerinin değerlendirildiği bir çalışmada artan katma oranlarındaki yulaf kepeğinin bisküvilerin toplam, çözünmeyen ve çözünen diyet lif içeriklerini önemli miktarda artırdığı belirlenmiştir (Duta ve Culetu 2015).

Ekşi hamur fermantasyonun ekmeklerde nişasta sindirilebilirliği üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada tam buğday ve beyaz un kullanılarak iki farklı mayalama tekniği uygulanmıştır. Yapılan istatistiksel analizler ekşi hamur fermantasyonu ile ekmek mayası kullanılarak gerçekleştirilen fermantasyonun toplam diyet lif içeriğini istatistiksel olarak değiştirmediğini göstermiştir (Scazzina vd. 2009).Ekşi hamurun mayalı ürünlerin fonksiyonel özelliklerine etkilerinin incelendiği başka bir çalışmada ise ekşi hamur fermantasyonunun diyet lif ve fitokimyasalların biyayararlılığını ve mineral alımını artırabileceği belirtilmiştir (Gobbetti vd. 2014).

4.3.3 Ekmeklerin toplam fenolik madde miktarları ve toplam antioksidan aktivite değerleri

Farklı özellikteki ekmeklik unlara farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak doğrudan, sponge ve ekşi hamur yöntemleri ile yapılan ekmeklerin toplam fenolik madde miktarı ve toplam antioksidan aktiviteleri çizelge 4.11-4.12 ve şekil 4.9- 4.10' da verilmiştir.

Çizelge 4.11 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin toplam fenolik madde miktarı ve toplam antioksidan aktivite değeri

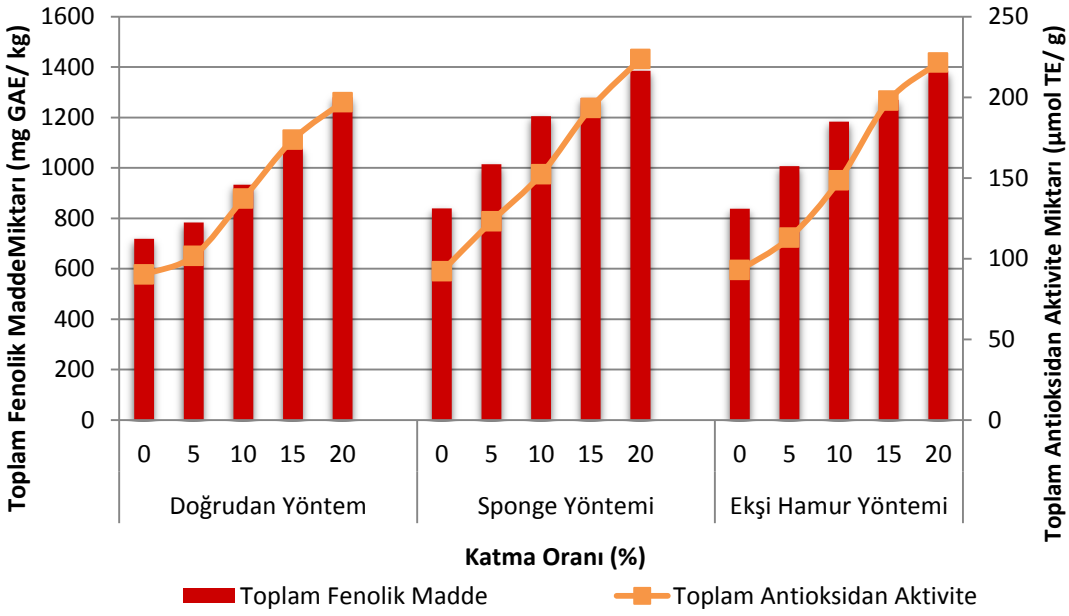
Ekmek Yapım Yöntemi	Yulaf Kepeği Katma Oranı (%)	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/ kg)*	Toplam Antioksidan Aktivite (µmol TE/ 100g)*
Doğrudan Ekmek Yapım Yöntemi	0	718.52^{aA}	90.08^{aA}
	5	783.71^{bA}	101.72^{aA}
	10	932.50^{cA}	137.16^{bA}
	15	1078.84^{dA}	173.74^{cA}
	20	1280.06^{eA}	196.89^{dA}
Sponge Yöntemi	0	838.71^{aB}	92.05^{aB}
	5	1013.86^{bB}	123.11^{bC}
	10	1204.79^{cC}	152.29^{cB}
	15	1277.36^{dB}	193.29^{dA}
	20	1385.47^{eA}	223.66^{eB}
Ekşi Hamur Yöntemi	0	837.65^{aB}	93.01^{aC}
	5	1007.14^{abB}	112.93^{bB}
	10	1183.35^{abB}	148.40^{cB}
	15	1269.31^{bB}	197.84^{dA}
	20	1382.24^{bA}	221.47^{eB}

* Kuru madde üzerinden verilmiştir.
GAE: Gallik asit eşdeğeri
TE: Troloks eşdeğeri
Aynı sütunda verilen "a-e" harfleri aynı ekmek yapım yöntemlerinin farklı yulaf kepeği oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p< 0.05$).
Aynı sütunda verilen 'A-C' harfleri farklı ekmek yapım yöntemleri için aynı katma oranlarındaki yulaf kepeklerinin ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p<0.05$).

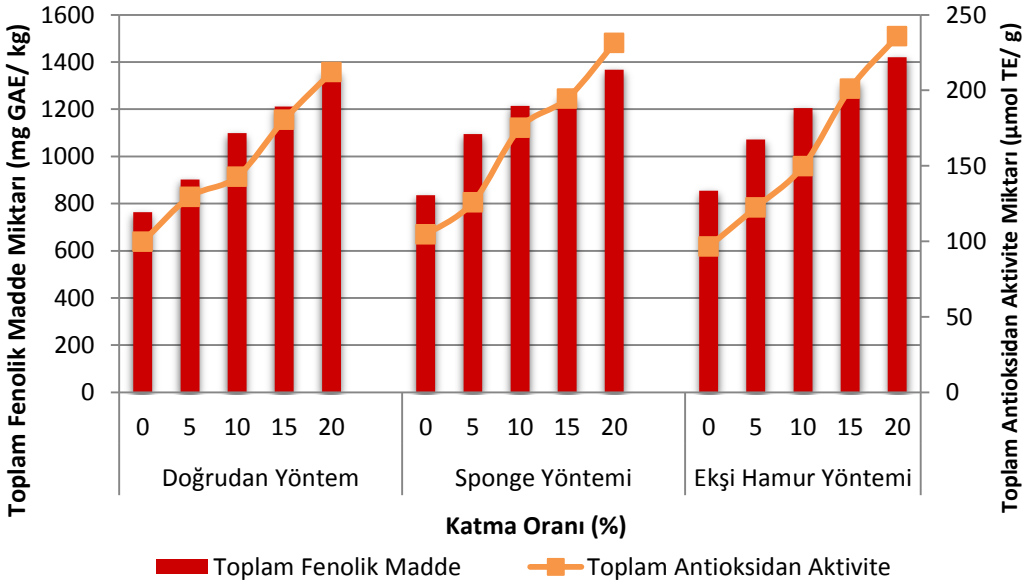
Çizelge 4.12 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin toplam fenolik madde miktarı ve toplam antioksidan aktivite değeri

Ekmek Yapım Yöntemi	Yulaf Kepeği Katma Oranı (%)	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/ kg)*	Toplam Antioksidan Aktivite (µmol TE/ 100g)*
Doğrudan Ekmek Yapım Yöntemi	0	763.02^{aA}	99.79^{aB}
	5	901.54^{bA}	129.46^{abC}
	10	1098.06^{cA}	142.83^{bcA}
	15	1210.80^{dA}	180.53^{cdA}
	20	1360.52^{eA}	211.95^{dA}
Sponge Yöntemi	0	834.99^{aB}	104.54^{aC}
	5	1094.60^{bC}	125.82^{aB}
	10	1214.61^{cB}	175.10^{bA}
	15	1251.38^{cAB}	194.55^{bcA}
	20	1367.32^{dA}	231.33^{cA}
Ekşi Hamur Yöntemi	0	855.08^{aC}	96.51^{aA}
	5	1071.15^{bB}	122.43^{abA}
	10	1205.10^{cB}	149.75^{bA}
	15	1317.35^{dB}	201.04^{cA}
	20	1420.85^{eB}	235.71^{dA}

* Kuru madde üzerinden verilmiştir.
GAE: Gallik asit eşdeğeri
TE: Troloks eşdeğeri
Aynı sütunda verilen "a-e" harfleri aynı ekmek yapım yöntemlerinin farklı yulaf kepeği oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p< 0.05$).
Aynı sütunda verilen 'A-C' harfleri farklı ekmek yapım yöntemleri için aynı katma oranlarındaki yulaf kepeklerinin ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p<0.05$).



Şekil 4.9 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktiviteleri



Şekil 4.10 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktiviteleri

A ununa farklı oranlarda katılan yulaf kepeğinin, ekmeklerin fenolik madde miktarını ve antioksidan aktivite değerlerini katma oranına bağlı olarak artırdığı ve bu artışın tüm ekmek yapım yöntemlerinde genelde önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). En düşük fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değeri doğrudan yöntem ile yapılan şahit örneklerden elde edilirken (718.52 mg GAE/ kg, 90.08 µmol TE/ 100g), en yüksek fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değeri % 20 yulaf kepeği katılarak sponge yöntemi ile yapılan ekmeklerden elde edilmiştir (1385.47 mg GAE/ kg, 223.66 µmol TE/ 100g).

A ununa değişik oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin fenolik madde içerikleri de % 20 oranında yulaf kepeği katkılı ekmeklerde ekmek yapım yöntemi bakımından fark görülmezken ($p>0.05$), % 10 oranında yulaf kepeği katılan ekmeklerde fenolik madde miktarının tüm ekmek yapım yöntemleri için birbirlerinden farklı olduğu ($p<0.05$) bulunmuştur. Şahit, % 5 ve % 15 oranlarında yulaf kepeği katılarak sponge ve ekşi hamur yöntemi ile yapılanların fenolik madde içeriklerinin birbirlerinden farklı olmadığı ($p>0.05$), doğrudan yöntem ile yapılan ekmeklerin fenolik madde içeriklerinin ise diğer yöntemlerle yapılanlardan düşük olduğu görülmüştür. Antioksidan aktivitelerinin ise % 15 oranında yulaf kepeği katılarak elde edilen ekmeklerde ekmek yapım yöntemi bakımından değişmediği ($p>0.05$) belirlenmiştir. Şahit ve % 5 oranında yulaf kepeği katılarak yapılan ekmeklerin antioksidan aktivitelerinin uygulanan tüm yöntemler için birbirlerinden farklı olduğu ($p<0.05$) görülmüştür. % 10 ve % 20 oranlarında yulaf kepeği katılarak sponge ve ekşi hamur yöntemi ile yapılan ekmeklerin antioksidan aktivitelerinin ekmek yapım yöntemleri bakımından birbirlerinden farklı olmadığı ($p>0.05$), doğrudan yöntem ile yapılan ekmeklerin antioksidan aktivitelerinin ise bu yöntemlerden daha düşük olduğu ($p<0.05$) gözlemlenmiştir (şekil 4.9).

B ununa farklı oranlarda katılan yulaf kepeğinin ekmeklerin fenolik madde miktarını ve antioksidan aktivite değerini katma oranına bağlı olarak artırdığı (şekil 4.10) ve bu artışın tüm ekmek yapım yöntemlerinde genelde önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). En düşük fenolik madde miktarı doğrudan yöntemle (763.02 mg GAE/ kg), antioksidan aktivite değeri ise ekşi hamur yöntemi ile yapılan şahit örneklerden elde edilmiştir

(96.51 µmol TE/ 100g). Ekmekler içerisinde en yüksek fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değeri de % 20 oranında yulaf kepeği katılarak ekşi hamur yöntemi ile yapılanlarda bulunmuştur (1420.85 mg GAE/ kg, 235.71 µmol TE/ 100g).

B unundan farklı yöntemlerle yapılan şahit ve % 5 oranında yulaf kepeği katılarak elde edilen ekmeklerin fenolik madde içeriklerinin birbirlerinden farklı olduğu ($p<0.05$) görülmüştür. % 10 oranında yulaf kepeği katılarak doğrudan yöntem ile yapılan ekmeklerin fenolik madde miktarlarının diğer ekmeklerden farklı olduğu ($p<0.05$), ekşi hamur ya da sponge yöntemi uygulanmasının ise fenolik madde bakımından bu oran için bir fark oluşturmadığı görülmüştür. % 15 oranında yulaf kepeği katılarak doğrudan ve ekşi hamur yöntemleri ile yapılan ekmeklerin birbirlerinden farklı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. % 20 oranında yulaf kepeği katılarak doğrudan ve sponge yöntemleri ile yapılan ekmeklerin fenolik madde içeriklerinin birbirlerinden farklı olmadığı ($p>0.05$), ekşi hamur yöntemi ile yapılan ekmeklerin fenolik madde miktarlarının diğer ekmeklerden farklı olduğu ($p<0.05$) görülmüştür.

B unu kullanılarak yapılan şahit ve % 5 oranında yulaf kepeği içeren ekmeklerde farklı ekmek yapım yöntemlerinin antioksidan aktivite üzerindeki etkilerinin önemli olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir.

B ununun toplam fenolik madde miktarı ve toplam antioksidan aktivite değeri A ununa kıyasla daha yüksek olduğundan B unu ile yapılan ekmeklerin toplam fenolik madde miktarı ve toplam antioksidan aktivite değeri A unu ile yapılan ekmeklere kıyasla genellikle daha yüksektir.

Yulaf kepeği fenolik madde ve antioksidan aktivite bakımından oldukça zengin bir üründür. Dolayısıyla katıldığı ekmeklerde de bu bileşiklerin miktarlarını artırmıştır. Yapılan bir çalışmada, farklı işlemler uygulanmış yulaf kepeğinin artan oranlarda bisküvi formülasyonuna ilavesiyle ürünlerin fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinin arttığı belirlenmiştir (Baumgartner 2018). Literatürde bulunan çalışmalarda kepek ilavesinin yalnızca buğday unuyla üretilenlere kıyasla ürünlerin toplam fenol

içeriğini, diyet lif miktarını ve antioksidan aktiviteyi artırdığı ifade edilmiştir (Rizzello vd. 2012).

Ekşi hamur fermantasyonu biyoaktif bileşiklerin miktarını etkileyebilmektedir. Bu etkileşim bileşiklerin yapısına ve ekşi hamur prosesinin özelliklerine bağlı olmakla birlikte bir kısmının miktarını artırırken bir kısmının miktarını azaltmaktadır. Bir çalışmada ekşi hamur fermantasyonunun folat içeriğini artırdığı, tokoferol ve tokotrienol içeriğini ise azalttığı belirtilmiştir (Katina vd. 2005). Tokotrienoller de başlıca E vitamini bileşenleri olup, yulaf kepeğinde önemli miktarlarda bulunmaktadır ve tokoferollerden daha fazla antioksidan aktiviteye sahiptirler (Altıner vd. 2017).

Yapılan farklı çalışmalarda ekşi hamur fermantasyonu sırasında oluşan asitlik nedeniyle toplam fenolik madde içeriğinin arttığı da belirtilmektedir (Boskov-Hansen vd. 2002, Liukkonen vd. 2003). Buna bağlı olarak muhtemelen kolay ekstrakte edilebilen fenolik bileşiklerin artan seviyelerinden dolayı, metanol ile ekstrakte edilmiş fraksiyondaki antioksidan aktivitenin de arttığı ileri sürülmektedir (Liukkonen vd. 2003). Farklı ekmek yapım yöntemlerinin incelendiği bir çalışmada doğrudan yöntemle yapılan ekmeklerin en düşük, ekşi hamur yöntemiyle yapılanların ise en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada yöntemlerin fenolik maddeler üzerindeki etkileri de değerlendirilmiş ve ekşi hamur yöntemiyle yapılanların doğrudan yöntem ve sponge yöntemiyle yapılan ekmeklere göre toplamda daha fazla fenolik madde içerdiği belirtilmiştir (Sahli 2015).

4.4 Farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin teknolojik özellikleri

4.4.1 Ekmeklerin hacim verimi, ekmek verimi ve spesifik hacim değerleri

Farklı özellikteki ekmeklik unlara farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak doğrudan, sponge ve ekşi hamur yöntemleri ile yapılan ekmeklerin ağırlık verimi, hacim verimi ve spesifik hacim değerleri çizelge 4.13 ve 4.14' te verilmiştir.

Çizelge 4.13 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin ağırlık verimi, hacim verimi ve spesifik hacim değerleri

Ekmek Yapım Yöntemi	Yulaf Kepeği Katma Oranı (%)	Ağırlık Verimi (g/100 g un)	Hacim Verimi (mL/ 100 g un)	Spesifik hacim (mL/g)
Doğrudan Ekmek Yapım Yöntemi	0	138.65^{aA}	570.00^{cB}	4.11^{cB}
	5	140.35^{bA}	506.65^{bB}	3.61^{bB}
	10	142.25^{cA}	458.30^{bB}	3.22^{bB}
	15	142.90^{cA}	396.70^{aB}	2.78^{aB}
	20	140.00^{abA}	343.30^{aA}	2.45^{aA}
Sponge Yöntemi	0	137.80^{aA}	501.75^{cA}	3.64^{cA}
	5	141.10^{bB}	478.60^{bcAB}	3.39^{bcAB}
	10	141.90^{cA}	460.70^{bcB}	3.25^{bB}
	15	142.70^{dA}	432.10^{bC}	3.02^{bC}
	20	144.60^{eB}	348.25^{aA}	2.41^{aA}
Ekşi Hamur Yöntemi	0	138.45^{aA}	503.30^{eA}	3.64^{eA}
	5	141.05^{bB}	403.30^{dA}	2.86^{dA}
	10	143.55^{cB}	370.00^{cA}	2.58^{cA}
	15	144.05^{cA}	360.00^{bA}	2.50^{bA}
	20	144.90^{cC}	335.00^{aA}	2.31^{aA}

Aynı sütunda verilen "a-e" harfleri aynı ekmek yapım yöntemlerinin farklı yulaf kepeği oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p< 0.05$).
Aynı sütunda verilen 'A-C' harfleri farklı ekmek yapım yöntemleri için aynı katma oranlarındaki yulaf kepeklerinin ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p<0.05$).

Çizelge 4.14 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin ağırlık verimi, hacim verimi ve spesifik hacim değerleri

Ekmek Yapım Yöntemi	Yulaf Kepeği Katma Oranı (%)	Ağırlık Verimi (g/100 g un)	Hacim Verimi (mL/ 100 g un)	Spesifik hacim (mL/g)
Doğrudan Ekmek Yapım Yöntemi	0	138.35^{aA}	573.30^{dC}	4.14^{dC}
	5	141.70^{bcA}	523.30^{cdB}	3.69^{cdB}
	10	141.75^{bcA}	453.35^{bcB}	3.20^{bcB}
	15	143.60^{cA}	380.00^{abA}	2.65^{abA}
	20	140.10^{abA}	321.30^{aA}	2.29^{aA}
Sponge Yöntemi	0	139.80^{aA}	544.70^{dB}	3.90^{eB}
	5	143.05^{aA}	525.00^{dB}	3.67^{dB}
	10	143.10^{aA}	468.90^{cB}	3.28^{cB}
	15	143.30^{aA}	410.70^{bA}	2.87^{bA}
	20	146.68^{aA}	346.40^{aB}	2.36^{aA}
Ekşi Hamur Yöntemi	0	139.00^{aA}	522.50^{cA}	3.76^{cA}
	5	141.00^{bA}	360.00^{bA}	2.55^{bA}
	10	142.00^{bA}	343.35^{abA}	2.42^{abA}
	15	143.30^{cA}	330.00^{abA}	2.30^{aA}
	20	144.03^{cA}	323.35^{aA}	2.24^{aA}

Aynı sütunda verilen "a-e" harfleri aynı ekmek yapım yöntemlerinin farklı yulaf kepeği oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p< 0.05$).
Aynı sütunda verilen 'A-C' harfleri farklı ekmek yapım yöntemleri için aynı katma oranlarındaki yulaf kepeklerinin ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p<0.05$).

A ununa farklı oranlarda katılan yulaf kepeğinin ekmeklerin ağırlık verimini genellikle artırdığı, hacim verimi ve spesifik hacim değerlerini ise genellikle düşürdüğü ve bu değişikliklerin genellikle önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). En düşük ağırlık veriminin sponge yöntemi ile yapılan şahit ekmeklerden (137.80 g/100 g un), en düşük hacim verimi ve spesifik hacim değerlerinin ise % 20 oranında yulaf kepeği katılarak

ekşi hamur yöntemi ile yapılan ekmeklerden elde edildiği (335 mL/ 100 g un, 2.31 mL/g) belirlenmiştir. En yüksek ağırlık verimine % 20 yulaf kepeği katkılı ekşi hamur yöntemi ile yapılan ekmeklerin (144.90 g/100 g un), en yüksek hacim verimi ve spesifik hacim değerlerine ise doğrudan yöntem ile yapılan şahit ekmeklerin sahip olduğu (570 mL/ 100 g un, 4.11 mL/g) belirlenmiştir.

A unu kullanılarak farklı yöntemlerle elde edilen ekmeklerin ağırlık verimlerinin şahit ve % 15 oranında yulaf kepeği katılarak elde edilen ekmeklerde farklı olmadığı ($p>0.05$), % 20 oranında yulaf kepeği katılarak elde edilen ekmeklerin ağırlık verimlerinin ise ekmek yapım yöntemleri bakımından birbirlerinden farklı olduğu ($p<0.05$) görülmüştür. % 5 oranında yulaf kepeği katılarak sponge ve ekşi hamur yöntemleri ile yapılan ekmeklerin ağırlık verimlerinde farklılık bulunmadığı ($p>0.05$), doğrudan yöntem ile yapılan ekmeklerin ağırlık verimlerinin ise bu yöntemlere göre daha düşük olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. % 10 oranında yulaf kepeği katılarak doğrudan ve sponge yöntemleri ile yapılan ekmeklerin ağırlık verimlerinde farklılık bulunmadığı ($p>0.05$), ekşi hamur yönteminin ağırlık veriminin bu yöntemlere göre farklı olduğu ($p<0.05$) gözlemlenmiştir.

A ununa % 20 oranında yulaf kepeği katılarak yapılan ekmeklerin hacim verimlerinde ekmek yapım yöntemleri bakımından farklılık bulunmadığı ($p>0.05$), % 15 oranlarında yulaf kepeği katılarak elde edilen ekmeklerin hacim verimlerinin ise tüm ekmek yapım yöntemleri için birbirlerinden farklı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. % 10 oranında yulaf kepeği katılarak doğrudan ve sponge yöntemleri ile yapılanların hacim verimlerinde farklılık bulunmadığı ($p>0.05$), ekşi hamur yöntemi ile yapılan ekmeklerin hacim verimlerinin bunlardan düşük olduğu ($p<0.05$) gözlemlenmiştir. % 5 oranında yulaf kepeği katılarak ekşi hamur ve doğrudan yöntemle yapılanların hacim verimlerinin birbirlerinden farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Ekşi hamur ve sponge yöntemleri ile elde edilen şahit ekmeklerin hacim verimlerinin birbirlerinden farklı olmadığı ($p>0.05$), doğrudan yöntem ile yapılan ekmeklerin hacim verimlerinin bunlardan daha yüksek olduğu görülmüştür ($p<0.05$).

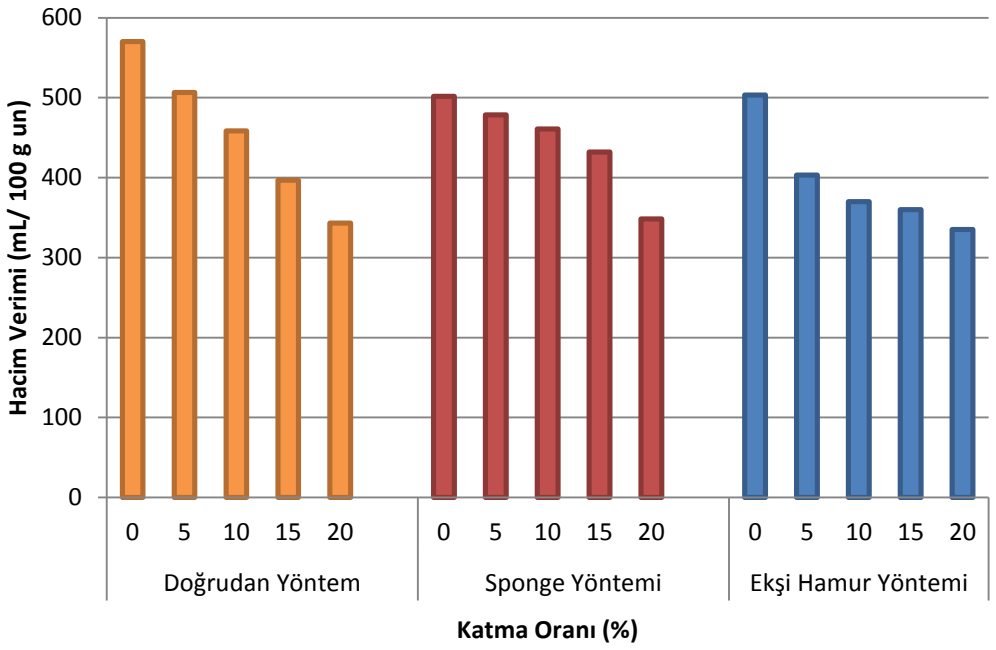
A ununa % 20 oranında yulaf kepeği katılarak elde edilen ekmeklerin spesifik hacimlerinin birbirlerinden farklı olmadığı ($p>0.05$), % 15 oranında yulaf kepeği içeren ekmeklerin spesifik hacimlerinin ise tüm ekmek yapım yöntemleri için birbirlerinden farklı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. % 10 oranında yulaf kepeği katılarak doğrudan ve sponge yöntemleri ile elde edilen ekmeklerin spesifik hacimlerinin farklı olmadığı ($p>0.05$), ekşi hamur yöntemi ile yapılan ekmeklerin spesifik hacimlerinin bunlardan daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ekşi hamur yöntemi ve doğrudan yöntemle yapılan % 5 yulaf kepeği katkılı ekmeklerin spesifik hacimlerinin birbirlerinden farklı olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Ekşi hamur ve sponge yöntemleri ile elde edilen şahit ekmeklerin spesifik hacimlerinin birbirlerinden farklı olmadığı ($p>0.05$), doğrudan yöntem ile yapılan ekmeklerin spesifik hacimlerinin bu ekmeklerden yüksek olduğu ($p<0.05$) gözlemlenmiştir.

B ununa farklı oranlarda katılan yulaf kepeğinin ekmeklerin ağırlık verimlerini genellikle artırdığı, hacim verimini ve spesifik hacim değerlerini ise genellikle düşürdüğü (çizelge 4.14) ve bu değişikliklerin genellikle önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). En düşük ağırlık veriminin doğrudan yöntem ile yapılan şahit ekmeklerden (138.35 g/100 g un), en düşük hacim veriminin % 20 oranında yulaf kepeği katılarak doğrudan yöntem ile yapılan ekmeklerden (321.30 mL/ 100 g un), en düşük spesifik hacmin % 20 oranında yulaf kepeği katılarak ekşi hamur yöntemi ile yapılan ekmeklerden elde edildiği (2.24 mL/g) belirlenmiştir. En yüksek ağırlık veriminin % 20 oranında yulaf kepeği katılarak sponge yöntemi ile yapılan ekmeklerden (146.68 g/100 g un), en yüksek hacim verimi ve spesifik hacim değerlerinin ise doğrudan yöntem ile yapılan şahit ekmeklerden elde edildiği (573.30 mL/ 100 g un, 4.14 mL/g) belirlenmiştir.

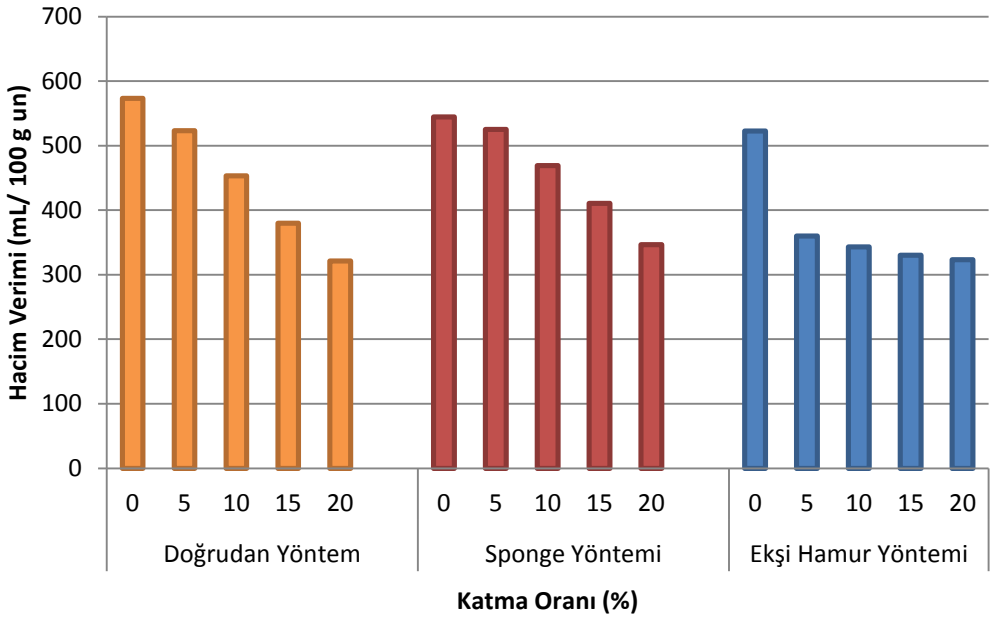
B unu kullanılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin ağırlık verimleri, aynı katma oranları için farklılık göstermemiştir ($p>0.05$). % 20 oranında yulaf kepeği katılarak doğrudan ve ekşi hamur yöntemleri ile yapılan ekmeklerde hacim verimleri arasında farklılık olmadığı ($p>0.05$), sponge yöntemi ile yapılanların hacim verimlerinin bu ekmeklerden yüksek olduğu görülmüştür. Hacim verimlerinin % 15 oranında yulaf kepeği katılan ekmeklerde değişmediği ($p>0.05$) gözlemlenmiştir. % 5 ve % 10

oranlarında yulaf kepeği katılarak doğrudan ve sponge yöntemleri ile elde edilen ekmeklerde farklılık olmadığı ($p>0.05$), ekşi hamur ile yapılanların hacim verimlerinin bu ekmeklerden düşük olduğu belirlenmiştir. Şahit ekmekler için hacim verimlerinin tüm ekmek yapım yöntemleri bakımından birbirlerinden farklı olduğu ($p<0.05$) gözlemlenmiştir. % 15 ve % 20 oranlarında yulaf kepeği katılarak yapılan ekmeklerin spesifik hacimlerinin ekmek yapım yöntemlerine göre herhangi bir farklılık göstermediği ($p>0.05$) belirlenmiştir. % 5 ve % 10 oranlarında yulaf kepeği katılarak doğrudan ve sponge yöntemleri ile yapılan ekmeklerde spesifik hacim değerlerinde farklılık olmadığı ($p>0.05$), aynı oranlar için ekşi hamur yöntemi ile yapılanların spesifik hacim değerlerinin bu ekmeklerden düşük olduğu görülmüştür. B unu kullanılarak farklı yöntemlerle yapılan şahit ekmeklerin spesifik hacim değerleri arasındaki farklar ise tüm yöntemler için önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

A ve B unlarına farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin hacim verimleri şekil 4.11 ve 4.12'de verilmiştir.



Şekil 4.11 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin hacim verimleri



Şekil 4.12 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin hacim verimleri

Yulaf kepeğinin ekmek formülasyonuna ilavesi, ekmeğin besinsel özelliklerini iyileştirmekte, fakat teknolojik kalitesini düşürebilmektedir (Gamel vd. 2015). Yüksek lif içeriğine sahip yulaf kepekleri hamurların su absorpsiyonu değerlerini artırdığından elde edilen ekmeklerin ağırlıkları da yulaf katma oranına bağlı olarak genelde artış göstermiştir. Yulaf kepeğinde fazla miktarda bulunan β-Glukan, yüksek su bağlama kapasitesi nedeniyle gluten ağı oluşumuna zarar vermekte ve ekmek hacmini olumsuz etkilemektedir (Rieder vd. 2012).

Ekşi hamur fermantasyonu sırasında asit üretimi, amilaz ve proteaz gibi enzimlerin aktivitelerini arttırır (Flander vd. 2011). Proteaz nedeniyle zarar gören gluten yapısı ise gaz kabarcıklarını bünyesinde yeterince tutamadığından elde edilen ekmeklerin hacimleri ekmek mayası ile üretilen ekmeklere nazaran daha düşük olmaktadır. Ekşi hamur ve farklı ekstraktların ekmeğin pişme özellikleri, antioksidan kapasitesi ve fenolik bileşikleri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada ekşi hamur kullanılarak yapılan ekmeklerin spesifik hacim değerleri şahit ekmeklerden daha düşük bulunmuştur (Irakli vd. 2019).

Pratikte doğrudan yöntem, sponge yöntemi ve ekşi hamur yöntemleriyle üretilen ekmeklerin özelliklerini karşılaştırmak uygun olmayabilir. Fakat, her bir yöntemde aynı miktarda hamur aynı koşullar altında pişirilirse, ekmeklerin ağırlıkları, boyutları ve spesifik hacimleri ekmek kalitesi için genel göstergeler olarak kullanılabilir. Sponge ve doğrudan ekmek yapım yöntemlerinde, hamurdan pişirme sırasında ekşi hamur yöntemine göre daha fazla su buharlaşmakta ve daha hafif ve daha az yoğun ekmek elde edilmektedir. Bununla birlikte, piyasadaki ekşi hamur ekmeklerinin genellikle doğrudan ve sponge yöntemiyle yapılan ekmeklerden daha yoğun iç yapısına sahip oldukları ve tüketicilerin bu farkı tercih etme eğilimi gösterdikleri ifade edilmektedir (Gamel vd. 2015).

4.4.2 Ekmeklerin renk değerleri

Farklı özellikteki ekmeklik unlara % 0, % 5, % 10, % 15 ve % 20 oranlarında yulaf kepeği katılarak doğrudan, sponge ve ekşi hamur yöntemleri ile yapılan ekmeklerin L*, a* ve b* değerleri çizelge 4.15-4.16 ve şekil 4.13-4.14' te verilmiştir.

A ununa farklı oranlarda katılan yulaf kepeğinin ekmeklerin L* (aydınlık derecesi) değerlerini genellikle azalttığı, a* (kırmızı-yeşil) ve b* (sarı-mavi) değerlerini ise genellikle artırdığı ve bu değişikliklerin genellikle önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). En düşük L* değerinin doğrudan yöntem ile % 20 oranında yulaf kepeği katılarak yapılan ekmeklerden (61.74), en düşük a* ve b* değerlerinin ise ekşi hamur yöntemi ile yapılan şahit ekmeklerden elde edildiği (-1.51 ve 11.99) belirlenmiştir. Çalışmada en yüksek L* değeri sponge yöntemi ile yapılan şahit ekmeklerden (79.68), en yüksek a* değeri doğrudan yöntem ile % 20 oranında yulaf kepeği katılarak yapılan ekmeklerden (0.83) ve en yüksek b* değeri ise % 20 oranında yulaf kepeği katılarak sponge yöntemi ile yapılan ekmeklerden (16.60) elde edilmiştir.

Çizelge 4.15 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin renk değerleri

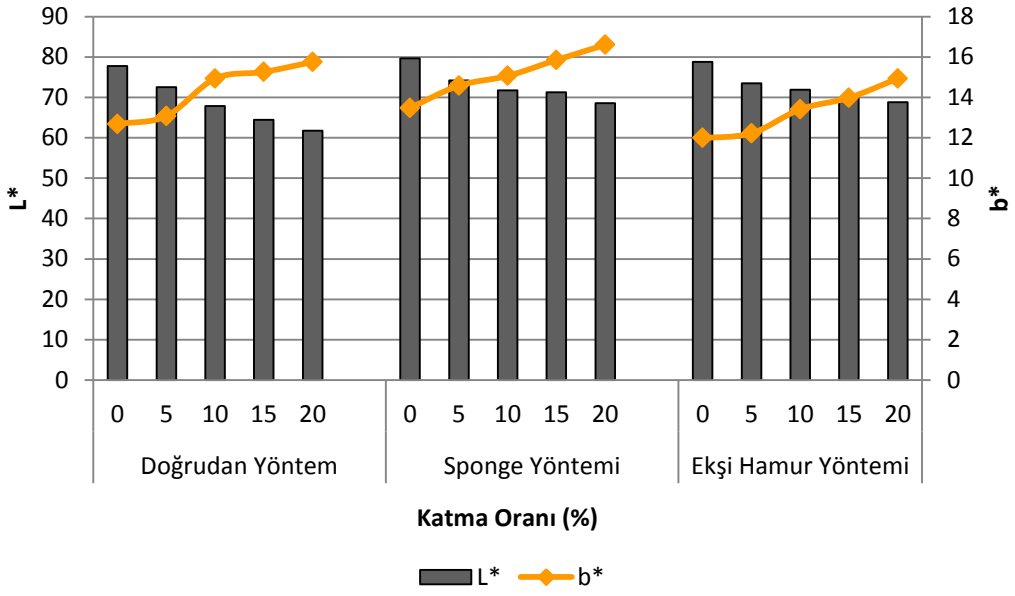
Ekmek Yapım Yöntemi	Yulaf Kepeği Katma Oranı (%)	L*	a*	b*	ΔE
Doğrudan Ekmek Yapım Yöntemi	0	77.79^{eA}	-1.16^{aB}	12.68^{aB}	--
	5	72.50^{dA}	-0.70^{bA}	13.07^{bB}	5.32
	10	67.82^{cA}	-0.13^{cB}	14.93^{cB}	10.27
	15	64.40^{bA}	0.20^{dB}	15.26^{dB}	13.70
	20	61.74^{aA}	0.83^{eC}	15.75^{eB}	16.46
Sponge Yöntemi	0	79.68^{dA}	-1.17^{aB}	13.47^{aC}	--
	5	74.21^{cA}	-0.95^{abA}	14.58^{bC}	5.59
	10	71.75^{bcB}	-0.66^{bA}	15.06^{bB}	8.10
	15	71.25^{bB}	0.09^{cAB}	15.85^{cB}	8.85
	20	68.59^{aB}	0.61^{dB}	16.60^{cC}	11.66
Ekşi Hamur Yöntemi	0	78.82^{dA}	-1.51^{aA}	11.99^{aA}	--
	5	73.45^{cA}	-0.95^{bA}	12.22^{aA}	5.40
	10	71.86^{bB}	-0.25^{cB}	13.41^{bA}	7.21
	15	69.72^{aB}	0.05^{dA}	13.98^{cA}	9.44
	20	68.82^{aB}	0.47^{eA}	14.93^{dA}	10.61

Aynı sütunda verilen "a-e" harfleri aynı ekmek yapım yöntemlerinin farklı yulaf kepeği oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p< 0.05$).
Aynı sütunda verilen 'A-C' harfleri farklı ekmek yapım yöntemleri için aynı katma oranlarındaki yulaf kepeklerinin ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p<0.05$).

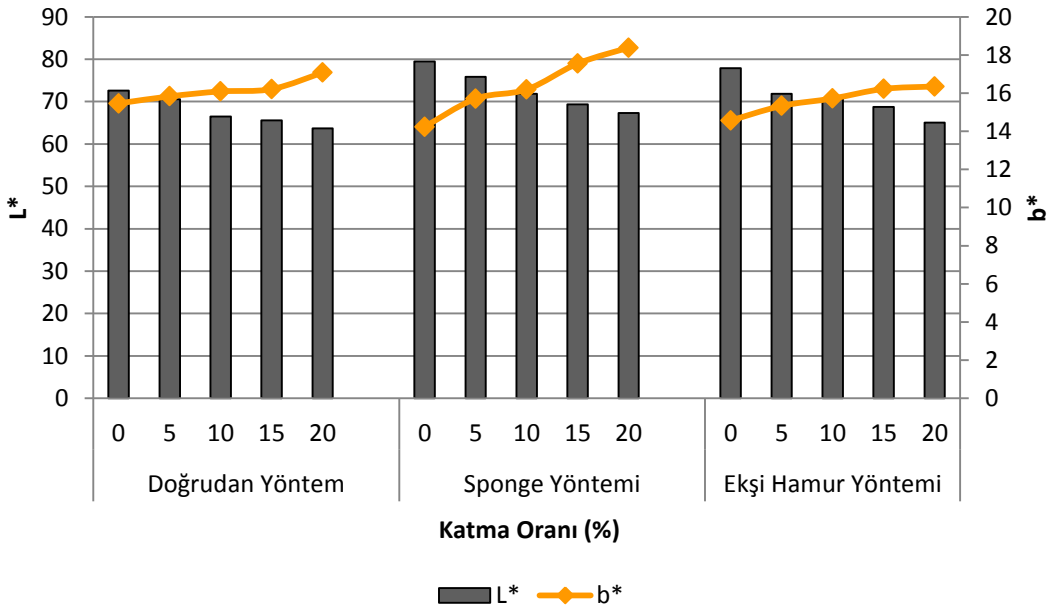
Çizelge 4.16 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin renk değerleri

Ekmek Yapım Yöntemi	Yulaf Kepeği Katma Oranı (%)	L*	a*	b*	ΔE
Doğrudan Ekmek Yapım Yöntemi	0	72.56^{eA}	-0.90^{aB}	15.46^{aB}	--
	5	70.57^{dA}	-0.56^{bC}	15.83^{bB}	2.05
	10	66.49^{cA}	-0.14^{cA}	16.09^{cAB}	6.15
	15	65.57^{bA}	0.52^{dC}	16.21^{cA}	7.17
	20	63.65^{aA}	0.95^{eB}	17.08^{dB}	9.24
Sponge Yöntemi	0	79.50^{dC}	-0.92^{aB}	14.23^{aA}	--
	5	75.86^{cB}	-0.79^{aB}	15.71^{bAB}	3.93
	10	71.81^{bB}	-0.24^{bA}	16.19^{cB}	7.96
	15	69.32^{aB}	0.38^{cB}	17.55^{dB}	10.79
	20	67.33^{aC}	0.69^{dA}	18.38^{eC}	12.96
Ekşi Hamur Yöntemi	0	77.86^{dB}	-1.32^{aA}	14.56^{aA}	--
	5	71.85^{cA}	-0.92^{bA}	15.33^{bA}	6.07
	10	70.67^{cB}	-0.35^{cA}	15.72^{bcA}	7.35
	15	68.75^{bB}	0.20^{dA}	16.22^{cdA}	9.38
	20	65.05^{aB}	0.64^{eA}	16.35^{dA}	13.08

Aynı sütunda verilen "a-e" harfleri aynı ekmek yapım yöntemlerinin farklı yulaf kepeği oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p< 0.05$).
Aynı sütunda verilen 'A-C' harfleri farklı ekmek yapım yöntemleri için aynı katma oranlarındaki yulaf kepeklerinin ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p<0.05$).



Şekil 4.13 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin L* ve b* değerleri



Şekil 4.14 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin L* ve b* değerleri

A unu kullanılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin L* değerlerinin şahit ve % 5 oranında yulaf kepeği katılarak yapılan ekmeklerde değişmediği ($p>0.05$) belirlenmiştir. % 10, % 15 ve % 20 oranlarında yulaf kepeği katılarak yapılan ekmeklerde ise L*

değerleri arasındaki farkın sponge ve ekşi hamur yöntemleri ile yapılan ekmeklerde önemli olmadığı ($p>0.05$), doğrudan yöntem ile yapılan ekmeklere ait L* değerlerinin ise diğer yöntemlerden farklı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin a* değerlerinde, % 5 oranında yulaf kepeği katılarak yapılan ekmekler arasında farklılığın olmadığı ($p>0.05$), % 20 oranlarında yulaf kepeği katılarak yapılan ekmeklerde ise a* değerlerinin birbirlerinden farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). % 10 oranında yulaf kepeği katılarak sponge yöntemiyle yapılan ekmeklerin a* değerlerinin diğer yöntemlerden farklı olduğu görülmüştür ($p<0.05$). % 15 yulaf kepeği katkılı ekmeklerde ise doğrudan yöntem ve ekşi hamur yönteminin birbirlerinden farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Şahit ekmeklere ait a* değerleri için doğrudan ve sponge yöntemleri arasında farklılık bulunmadığı ($p>0.05$), ekşi hamur yöntemi ile yapılan şahit ekmeklerin ise bu ekmeklerden farklı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin b* değerleri şahit, % 5 ve % 20 oranlarında yulaf kepeği katılarak elde edilen ekmeklerde tüm yöntemler bakımından birbirlerinden farklılık göstermiştir ($p<0.05$). % 10 ve % 15 oranlarında yulaf kepeği katılarak doğrudan ve sponge yöntemi ile elde edilen ekmeklerin b* değerlerinin farklı olmadığı ($p>0.05$), ekşi hamur yöntemi ile yapılan ekmeklerin b* değerlerinin ise bu değerlerden düşük olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir.

B ununa farklı oranlarda katılan yulaf kepeğinin ekmeklerin L^* değerini genellikle azalttığı, a^* ve b^* değerlerini ise genellikle artırdığı ve bu değişikliklerin genellikle önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). En düşük L^* değerinin doğrudan yöntem ile % 20 oranında yulaf kepeği katılarak yapılan ekmeklerden (63.65), en düşük a^* değerinin ekşi hamur yöntemi ile yapılan şahit ekmeklerden (-1.32) ve en düşük b^* değerinin de sponge yöntemi ile yapılan şahit ekmeklerden elde edildiği (14.23) görülmüştür. En yüksek değerler incelendiğinde ise, L^* değerinin sponge yöntemi ile yapılan şahit ekmeklerden (79.50), a^* değerinin doğrudan yöntem ile % 20 oranında yulaf kepeği katılarak yapılan ekmeklerden (0.95), b^* değerinin ise % 20 oranında yulaf kepeği katılarak sponge yöntemi ile yapılan ekmeklerden (18.38) elde edildiği belirlenmiştir.

Farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin L^* değerlerinin şahit ve % 20 oranında yulaf kepeği katılarak yapılan ekmeklerde birbirlerinden farklı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir.

% 5 oranında yulaf kepeği katılarak sponge yöntemi ile elde edilen ekmeklerin L^* değerinin diğer ekmeklerden farklı olduğu görülmüştür ($p<0.05$). % 10 ve % 15 oranlarında yulaf kepeği katılarak sponge ve ekşi hamur yöntemleri ile elde edilen ekmeklerin L^* değerlerinin, doğrudan yöntem ile elde edilen ekmeklerin L* değerlerinden farklı olduğu ($p<0.05$) gözlemlenmiştir.

Farklı yöntemler kullanılarak yapılan ekmeklerin a^* değerlerinin % 10 oranında yulaf kepeği katılarak yapılan ekmeklerde birbirlerinden farklı olmadığı ($p>0.05$), % 5 ve % 15 oranlarında yulaf kepeği katılarak yapılan ekmekler de ise birbirlerinden farklı olduğu ($p<0.05$) gözlemlenmiştir. Doğrudan ve sponge yöntemleri ile yapılan şahit ekmeklerin a^* değerlerinde farklılık bulunmadığı ($p>0.05$), ekşi hamur yöntemi ile yapılanların a* değerlerinin düşük olduğu görülmüştür ($p<0.05$). % 20 oranında yulaf kepeği katılarak yapılan ekmeklerden sponge ve ekşi hamur yöntemleri ile yapılan ekmeklerin a* değerlerinin birbirlerinden farklı olmadığı ($p>0.05$), doğrudan yöntem ile yapılanların ise bunlardan farklı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir.

% 20 oranında yulaf kepeği katılarak yapılan ekmeklerin b^* değerlerinin birbirinden farklı olduğu ($p<0.05$) gözlemlenmiştir. % 15 oranında yulaf kepeği katılarak doğrudan ve ekşi hamur yöntemleri ile yapılan ekmeklerin b* değerleri arasında fark bulunmadığı ($p>0.05$), sponge yöntemiyle yapılanların b* değerlerinin bunlardan yüksek olduğu ($p<0.05$) görülmüştür. b^* değerleri bakımından % 10 oranında yulaf kepeği katılarak ekşi hamur ve sponge yöntemleri ile yapılan ekmeklerde, % 5 oranında yulaf kepeği katılarak doğrudan ve ekşi hamur yöntemleri ile yapılan ekmeklerde farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Şahit ekmeklerde ise sponge ve ekşi hamur yöntemleri ile elde edilen ekmeklerin b* değerlerinin birbirlerinden farklı olmadığı ($p>0.05$), doğrudan yöntem ile elde edilen ekmeklerin b* değerlerinin bunlardan yüksek olduğu ($p<0.05$) bulunmuştur.

Çalışmada artan oranlarda katılan yulaf kepeği ekmeklerin renklerini koyulaştırırken, kırmızılık ve sarılık değerlerini artırmıştır (şekil 4.13 ve 4.14). En koyu ekmekler tüm ekmek yapım yöntemlerinde en yüksek oranda yulaf kepeği içerenler olmuştur. Farklı

oranlarda yulaf kepeği içeren ürünlerin renk değerleri incelendiğinde artan katma oranlarının ürünlerin renklerini koyulaştırdığı belirtilmiştir (Duta ve Culetu 2015).

Yapılan bir çalışmada durum buğday unu ile yumuşak buğday unları kullanılarak ekşi hamur ve doğrudan yöntemle yapılan ekmeklerin renk değerleri incelenmiştir. Buna göre sert buğdaylarla yapılan ekmeklerin L* değerleri, ekşi hamur yöntemiyle yapılanlarda daha düşük bulunmuşken, yumuşak buğday unlarından yapılan ekşi hamur ekmeklerinde daha yüksek bulunmuştur. Ekmeklerin b* değerleri ise her iki buğday türünden elde edilen ekmekler içerisinde ekşi hamur yöntemi kullanılanlarda daha düşük bulunmuştur (Rinaldi vd. 2015).

Ekmek yapım yöntemlerinin ekmek renkleri üzerindeki etkilerine bakıldığında sponge yöntemiyle yapılan ekmeklerin diğer yöntemlere göre daha açık renkli olduğu belirlenmiştir. Sahli (2015), farklı metotlar uygulayarak hazırladığı ekmeklerde, ekşi hamur yöntemiyle yapılanların doğrudan yöntem ve sponge yöntemiyle yapılanlara göre kabuklarının daha koyu ekmek içlerinin ise daha açık olduğunu ifade etmiştir.

4.4.3 Ekmeklerin toparlanma kabiliyeti ve esneklik değerleri

Farklı özellikteki ekmeklik unlara farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak doğrudan, sponge ve ekşi hamur yöntemleri ile yapılan ekmeklerin toparlanma kabiliyeti ve esneklik değerleri çizelge 4.17- 4.18 ve şekil 4.15- 4.16’ da verilmiştir.

Çizelge 4.17 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin toparlanma kabiliyeti ve esneklik değerleri

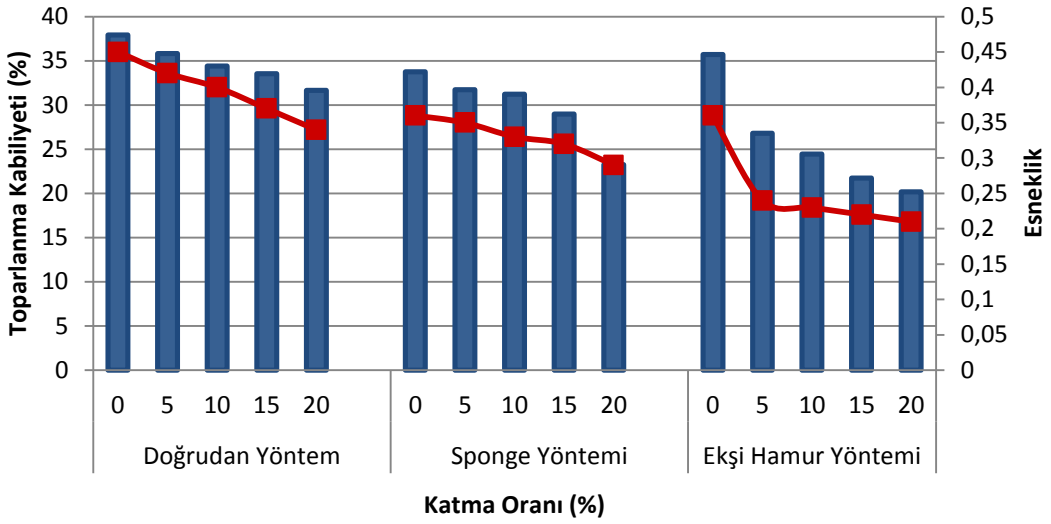
Ekmek Yapım Yöntemi	Yulaf Kepeği Katma Oranı (%)	Toparlanma Kabiliyeti (%)	Esneklik
Doğrudan Ekmek Yapım Yöntemi	0	37.92^{dB}	0.45^{eB}
	5	35.83^{cC}	0.42^{dC}
	10	34.41^{bcC}	0.40^{cC}
	15	33.55^{bC}	0.37^{bC}
	20	31.65^{aC}	0.34^{aB}
Sponge Yöntemi	0	33.75^{dA}	0.36^{cA}
	5	31.72^{cdB}	0.35^{cB}
	10	31.23^{cB}	0.33^{bB}
	15	28.96^{bB}	0.32^{bB}
	20	23.25^{aB}	0.29^{aB}
Ekşi Hamur Yöntemi	0	35.72^{eAB}	0.36^{bA}
	5	26.79^{dA}	0.24^{aA}
	10	24.46^{cA}	0.23^{aA}
	15	21.75^{bA}	0.22^{aA}
	20	20.18^{aA}	0.21^{aA}

Aynı sütunda verilen "a-e" harfleri aynı ekmek yapım yöntemlerinin farklı yulaf kepeği oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p< 0.05$).
Aynı sütunda verilen 'A-C' harfleri farklı ekmek yapım yöntemleri için aynı katma oranlarındaki yulaf kepeklerinin ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p<0.05$).

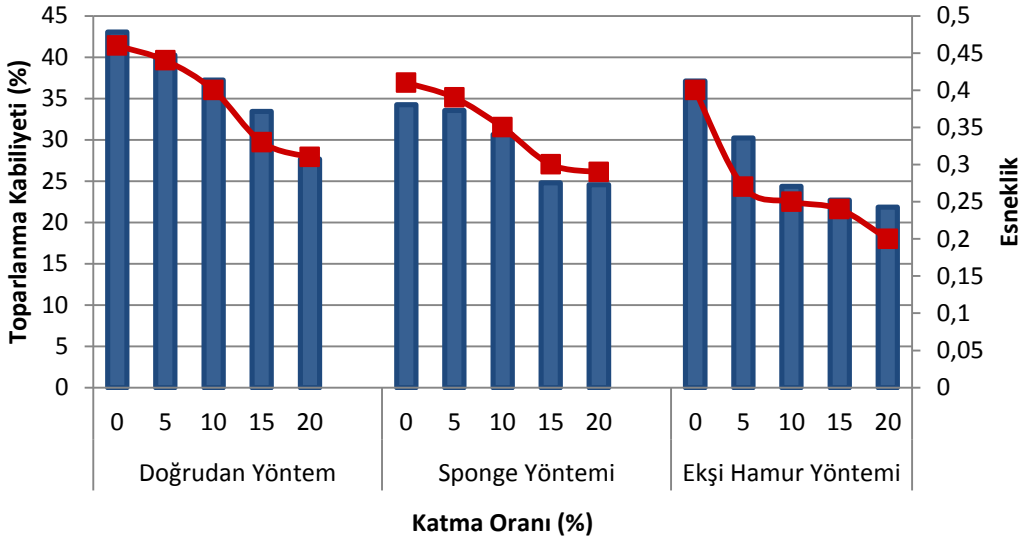
Çizelge 4.18 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin toparlanma kabiliyeti ve esneklik değerleri

Ekmek Yapım Yöntemi	Yulaf Kepeği Katma Oranı (%)	Toparlanma Kabiliyeti (%)	Esneklik
Doğrudan Ekmek Yapım Yöntemi	0	43.06^{dC}	0.46^{cB}
	5	40.27^{dC}	0.44^{cC}
	10	37.24^{cC}	0.40^{bB}
	15	33.44^{bB}	0.33^{aB}
	20	27.67^{aB}	0.31^{aC}
Sponge Yöntemi	0	34.24^{cA}	0.41^{cA}
	5	33.55^{cB}	0.39^{cB}
	10	30.65^{bB}	0.35^{bB}
	15	24.78^{aA}	0.30^{aAB}
	20	24.56^{aAB}	0.29^{aB}
Ekşi Hamur Yöntemi	0	37.11^{eB}	0.40^{cA}
	5	30.22^{dA}	0.27^{bA}
	10	24.36^{cA}	0.25^{bA}
	15	22.69^{bA}	0.24^{abA}
	20	21.86^{aA}	0.20^{aA}

Aynı sütunda verilen "a-e" harfleri aynı ekmek yapım yöntemlerinin farklı yulaf kepeği oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p< 0.05$).
Aynı sütunda verilen 'A-C' harfleri farklı ekmek yapım yöntemleri için aynı katma oranlarındaki yulaf kepeklerinin ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p<0.05$).



Şekil 4.15 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin toparlanma kabiliyeti ve esneklik değerleri



Şekil 4.16 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin toparlanma kabiliyeti ve esneklik

A ununa farklı oranlarda katılan yulaf kepeğinin ekmeklerin toparlanma kabiliyetini ve esnekliğini azalttığı (şekil 4.15) ve bu değişikliklerin genellikle önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). En düşük toparlanma kabiliyeti ve esneklik değerlerinin ekşi hamur yöntemi ile % 20 oranında yulaf kepeği katılarak yapılan ekmeklerden (% 20.18, 0.21) elde edildiği, en yüksek toparlanma kabiliyeti ve esneklik değerlerinin ise

doğrudan yöntem ile yapılan şahit örneklerden elde edildiği (% 37.92, 0.45) belirlenmiştir.

Farklı yöntemlerle A unu kullanılarak yapılan ekmeklerin toparlanma kabiliyeti değerlerinin yulaf kepeği katkılı ekmeklerde tüm yöntemler bakımından, şahit ekmekler içinse doğrudan ve sponge yöntemleri bakımından farklı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Farklı yöntemlerle % 5, % 10 ve % 15 oranlarında yulaf kepeği katılarak yapılan ekmeklerin esneklik değerlerinin tüm yöntemler için farklı olduğu ($p<0.05$) görülmüştür. Şahit ekmekler için doğrudan yöntemin, % 20 oranında yulaf kepeği katılarak yapılanlarda ise ekşi hamur yönteminin esneklik değerleri bakımından farklı olduğu ($p<0.05$) görülmüştür.

B ununa farklı oranlarda katılan yulaf kepeğinin ekmeklerin toparlanma kabiliyetini ve esnekliğini azalttığı (şekil 4.16) ve bu azalmaların genellikle önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). En düşük toparlanma kabiliyeti ve esneklik değerlerinin ekşi hamur yöntemi ile % 20 oranında yulaf kepeği katılarak yapılan ekmeklerden (% 21.86, 0.20), en yüksek toparlanma kabiliyeti ve esneklik değerlerinin ise doğrudan yöntem ile yapılan şahit örneklerden elde edildiği (% 43.06, 0.46) belirlenmiştir.B unu kullanılarak farklı yöntemlerle yapılan şahit, % 5 ve % 10 oranlarında yulaf kepeği katılarak elde edilmiş ekmeklerin toparlanma kabiliyetlerinin birbirlerinden farklı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Farklı ekmek yapım yöntemlerinden % 15 oranında yulaf kepeği katılarak sponge ve ekşi hamur yöntemleri ile elde edilen ekmeklerin toparlanma kabiliyetlerinin birbirlerinden farklı olmadığı ($p>0.05$) görülmüştür. % 20 oranında yulaf kepeği katılarak doğrudan ve ekşi hamur yöntemleri ile yapılan ekmeklerin toparlanma kabiliyetlerinin birbirlerinden farklı olduğu ($p<0.05$) gözlemlenmiştir. % 5 ve % 20 oranlarında yulaf kepeği katılarak yapılan ekmeklerin esneklik değerlerinin tüm yöntemler bakımından birbirlerinden farklı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. % 10 oranında yulaf kepeği katılarak doğrudan ve sponge yöntemleri ile yapılanların esneklik değerleri arasında farklılık bulunmadığı ($p>0.05$), ekşi hamur ile yapılan ekmeklerin esneklik değerlerinin ise diğer yöntemlerle yapılan ekmeklerin esneklik değerlerinden farklı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. % 15 oranında yulaf kepeği katılarak doğrudan ve ekşi hamur yöntemleri ile yapılan ekmeklerin esnekliklerinin birbirlerinden farklı

olduğu ($p<0.05$) gözlemlenmiştir. Sponge ve ekşi hamur yöntemleri ile yapılan şahit ekmeklerin ise esneklik değerleri arasında bir farklılık bulunmadığı ($p>0.05$) gözlemlenmiştir.

Ekmek içi gözenekli bir yapıya sahip olduğundan oldukça dar bir gerilim aralığında elastik özellik gösterebilmektedir (Laszity 1980). Bu nedenle kuvvet uygulanması durumunda gözenek yapısı zarar gördüğünden tam olarak eski haline dönmesi mümkün olamamaktadır (Peleg vd. 1989). Buna göre artan oranlarda kepek ilavesi ekmeğin gözenek yapısını olumsuz etkilediğinden toparlanma kabiliyeti değerleri de buna bağlı olarak azalma göstermiştir (Baumgartner 2018).

Esneklik değeri ise ekmeğin kuvvet uygulandıktan sonra eski haline dönebilmesi için ne kadar enerji harcadığı ile ilgili bir değerdir. Her ne kadar elastikiyet değeriyle benzerlik gösterse de birbirlerinden farklı kavramlardır (Baumgartner 2018). Yulaf kepeği de lif oranı yüksek olduğundan fazla miktarda su absorbe etmekte ve buna bağlı olarak ekmek içi sertliğini artırırken ekmeklerin esneklik değerlerini düşürmektedir. Kepek ilavesinden olumsuz etkilenen hamurlar sponge ve ekşi hamur yöntemlerinde uygulanan fermantasyon sürelerinin de daha uzun olmasından dolayı iyice zayıflamakta ve bu nedenle toparlanma kabiliyeti ile esneklik değerlerinde azalma görülmektedir.

4.4.4 Ekmeklerin tekstür değerleri

Ekmeklik unlara farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak doğrudan, sponge ve ekşi hamur yöntemleri ile yapılan ekmeklerin tekstür değerleri çizelge 4.19 ve 4.20’ de verilmiştir.

Çizelge 4.19 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin tekstür değerleri

Ekmek Yapım Yöntemi	Yulaf Kepeği Katma Oranı (%)	Sertlik (g)	Elastikiyet	Kohesiflik	Çiğnenebilirlik (g)
Doğrudan Ekmek Yapım Yöntemi	0	575.00^{aB}	0.97^{cB}	0.85^{cC}	427.50^{aA}
	5	652.40^{abA}	0.96^{cC}	0.83^{cC}	439.86^{bA}
	10	768.00^{abcA}	0.94^{bcC}	0.79^{bB}	460.50^{cA}
	15	821.10^{bcA}	0.93^{bC}	0.77^{bC}	467.50^{cdA}
	20	945.98^{cA}	0.89^{aC}	0.73^{aB}	475.00^{dA}
Sponge Yöntemi	0	553.50^{aA}	0.92^{dA}	0.81^{cB}	440.80^{aAB}
	5	614.90^{aA}	0.89^{cdB}	0.76^{bB}	580.70^{bB}
	10	841.95^{bA}	0.87^{bcB}	0.75^{abB}	600.20^{cB}
	15	908.40^{bA}	0.85^{abB}	0.73^{abB}	609.70^{dB}
	20	1070.85^{cA}	0.83^{aB}	0.72^{aB}	683.20^{eB}
Ekşi Hamur Yöntemi	0	686.20^{aC}	0.94^{dA}	0.76^{dA}	449.80^{aB}
	5	1502.90^{bB}	0.84^{cA}	0.63^{cA}	711.00^{bC}
	10	1799.20^{cB}	0.83^{cA}	0.62^{bcA}	801.30^{cC}
	15	1922.50^{cdB}	0.79^{bA}	0.61^{bA}	853.70^{dC}
	20	1986.80^{dB}	0.76^{aA}	0.57^{aA}	890.50^{eC}

Aynı sütunda verilen "a-e" harfleri aynı ekmek yapım yöntemlerinin farklı yulaf kepeği oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p< 0.05$).
Aynı sütunda verilen 'A-C' harfleri farklı ekmek yapım yöntemleri için aynı katma oranlarındaki yulaf kepeklerinin ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p<0.05$).

Çizelge 4.20 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin tekstür değerleri

Ekmek Yapım Yöntemi	Yulaf Kepeği Katma Oranı (%)	Sertlik (g)	Elastikiyet	Kohesiflik	Çiğnenebilirlik (g)
Doğrudan Ekmek Yapım Yöntemi	0	406.90^{aB}	0.96^{dA}	0.82^{dAB}	316.59^{aB}
	5	482.30^{abA}	0.94^{cdB}	0.81^{dB}	380.01^{bA}
	10	545.85^{bA}	0.92^{bcB}	0.77^{cB}	434.18^{cB}
	15	739.75^{cA}	0.90^{abB}	0.73^{bB}	497.30^{dA}
	20	937.35^{dA}	0.87^{aB}	0.70^{aB}	557.54^{eA}
Sponge Yöntemi	0	345.70^{aA}	0.95^{cA}	0.83^{cB}	252.22^{aA}
	5	545.20^{bB}	0.94^{cB}	0.81^{cB}	401.17^{bB}
	10	593.50^{bA}	0.93^{bcB}	0.76^{bB}	424.47^{cA}
	15	727.40^{cA}	0.90^{abB}	0.72^{aB}	601.06^{dB}
	20	826.75^{cA}	0.88^{aB}	0.69^{aB}	713.77^{eB}
Ekşi Hamur Yöntemi	0	476.20^{aC}	0.96^{dA}	0.77^{cA}	344.22^{aC}
	5	1721.75^{bC}	0.88^{cA}	0.66^{bA}	758.00^{bC}
	10	1836.50^{bB}	0.86^{bcA}	0.64^{bA}	866.55^{cC}
	15	2194.40^{cB}	0.82^{bA}	0.63^{abA}	910.19^{dC}
	20	2239.00^{cB}	0.78^{aA}	0.59^{aA}	982.19^{eC}

Aynı sütunda verilen "a-e" harfleri aynı ekmek yapım yöntemlerinin farklı yulaf kepeği oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p< 0.05$).
Aynı sütunda verilen 'A-C' harfleri farklı ekmek yapım yöntemleri için aynı katma oranlarındaki yulaf kepeklerinin ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p<0.05$).

A ununa farklı oranlarda katılan yulaf kepeğinin ekmeklerin sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerini artırdığı, elastikiyet ve kohesifliğini azalttığı ve bu değişikliklerin genellikle önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). En düşük sertlik değerinin sponge yöntemi ile yapılan şahit ekmeklerden (553.50 g), en düşük elastikiyetin ve kohesifliğin % 20 oranında yulaf kepeği katılarak ekşi hamur yöntemi ile yapılan ekmeklerden (0.76, 0.57) ve en düşük çiğnenebilirlik değerinin doğrudan yöntem ile yapılan şahit ekmeklerden

(427.50 g) elde edildiği belirlenmiştir. En yüksek sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerinin % 20 oranında yulaf kepeği katılarak ekşi hamur yöntemi ile yapılan ekmeklerden (1986.80 g ve 890.50 g), en yüksek elastikiyet ve kohesifliğin ise doğrudan yöntem ile yapılan şahit ekmeklerden (0.97 ve 0.85) elde edildiği görülmüştür.

A unu kullanılarak farklı yöntemlerle yapılan şahit ekmeklerin sertlik değerlerinin birbirlerinden farklı oldukları ($p<0.05$) görülmüştür. % 5, % 10, % 15, % 20 oranlarında yulaf kepeği katılarak doğrudan ve sponge yöntemleri ile elde edilen ekmeklerin sertlik değerlerinin birbirlerinden farklı olmadığı ($p>0.05$), ekşi hamur yöntemi ile elde edilen ekmeklerin sertlik değerlerinin diğer yöntemlere kıyasla farklı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Sponge ve ekşi hamur yöntemleri ile yapılan şahit ekmeklerin elastikiyetlerinin birbirlerinden farklı olmadığı ($p>0.05$), doğrudan yöntem ile elde edilen şahit ekmeklerin elastikiyetlerinin diğer yöntemlerden farklı olduğu ($p<0.05$) gözlemlenmiştir. Farklı yöntemlerle % 5, % 10, % 15 ve % 20 oranlarında yulaf kepeği katılarak elde edilen ekmeklerin elastikiyetlerinin tüm yöntemler için birbirlerinden farklı olduğu ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Şahit, % 5 ve % 15 oranlarında yulaf kepeği katılarak elde edilmiş ekmeklerin kohesiflik derecelerinin tüm yöntemler bakımından birbirlerinden farklı olduğu ($p<0.05$) görülmüştür. % 10 ve % 20 oranlarında yulaf kepeği katılarak doğrudan ve sponge yöntemleri ile elde edilen ekmeklerin kohesiflik değerlerinin birbirlerinden farklı olmadığı ($p>0.05$), ekşi hamur yöntemi ile yapılan ekmeklerin kohesiflik değerlerinin diğer yöntemlerden farklı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Farklı yöntemlerle yapılan şahit, % 5, % 10, % 15 ve % 20 oranlarında yulaf kepeği katılarak elde edilen ekmeklerin çiğnenebilirlik değerlerinin birbirlerinden farklı olduğu ($p<0.05$) gözlemlenmiştir.

B ununa farklı oranlarda katılan yulaf kepeğinin ekmeklerin sertlik ve çiğnenebilirliklerini artırdığı, elastikiyet ve kohesifliğini azalttığı ve bu değişikliklerin genellikle önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). En düşük sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerinin sponge yöntemi ile yapılan şahit ekmeklerden (345.70 g ve 252.22 g), en düşük elastikiyet ve kohesiflik değerlerinin ise % 20 oranında yulaf kepeği katılarak ekşi hamur yöntemi ile yapılan ekmeklerden elde edildiği (0.78 ve 0.59) görülmüştür. En yüksek sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerinin % 20 oranında yulaf kepeği katılarak

ekşi hamur yöntemi ile yapılan ekmeklerden (2239 g ve 982.19 g), en yüksek elastikiyet değerinin doğrudan ve ekşi hamur yöntemleri ile yapılan şahit ekmeklerden (0.96) ve en yüksek kohesiflik değerinin ise sponge yöntem ile yapılan şahit ekmeklerden elde edildiği (0.83) tespit edilmiştir.

Farklı yöntemlerle yapılan şahit ve % 5 oranında yulaf kepeği katılarak yapılanların sertlik değerlerinin tüm ekmek yapım yöntemleri için birbirlerinden farklı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. % 10, % 15 ve % 20 oranlarında yulaf kepeği katılarak doğrudan ve sponge yöntemleri ile yapılan ekmeklerin sertlik değerlerinin birbirlerinden farklı olmadığı ($p>0.05$), ekşi hamur ile yapılan ekmeklerin sertlik değerlerinin ise diğer yöntemlerden farklı olduğu ($p<0.05$) görülmüştür. Farklı yöntemlerle yapılan şahit ekmeklerin elastikiyet ve kohesiflik değerlerinin tüm yöntemler bakımından birbirlerinden farklı olmadığı ($p>0.05$) tespit edilmiştir. % 5, % 10, % 15 ve % 20 oranlarında yulaf kepeği katılarak doğrudan ve sponge yöntemleri ile yapılan ekmeklerin elastikiyet değerlerinin birbirlerinden farklı olmadığı ($p>0.05$), ekşi hamur ile yapılan ekmeklerin elastikiyet değerlerinin ise diğer yöntemlerden farklı olduğu ($p<0.05$) görülmüştür. Şahit, % 5, % 10, % 15 ve % 20 oranlarında yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin çiğnenebilirlik değerlerinin tüm yöntemler için birbirlerinden farklı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir.

Kepek ilavesi genellikle hamurların yapısını ve pişirme kalitesini zayıflatmakta ve ekmek hacmi ile elastikiyeti azaltmaktadır (Katina vd. 2006). Yulaf kepeğinin artan oranlarda ilavesi ekmeklerin sertlik değerlerini artırmıştır. Bunun nedeni olarak ise lifçe zenginleştirilmiş hamurların yüksek su absorpsiyonuna sahip olması ileri sürülebilir. Bu da su ve hidroksil grupları içeren polisakaritlerin hidrojen bağıyla etkileşimi ile açıklanmaktadır (Mildner-Szkudlarz vd. 2011).

Doğrudan yöntem ve ekşi hamur yöntemiyle yapılan ekmeklerde durum buğdayı ile yumuşak buğdaylardan elde edilen unların etkilerinin incelendiği bir çalışmada ekmeklerin tekstürel özellikleri belirlenmiştir. Buna göre her iki un türünde de ekşi hamur yöntemi kullanılarak yapılan ekmeklerin sertlik ve çiğnenebilirlik değerleri daha

yüksek bulunurken, doğrudan yöntemle yapılanların kohesiflik ve elastikiyet değerleri daha yüksek bulunmuştur (Rinaldi vd. 2015).

4.5 Ekmeklerin duyusal özellikleri

Farklı özellikteki ekmeklik unlara farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak doğrudan, sponge ve ekşi hamur yöntemleri ile yapılan ekmeklerin duyusal özellikleri çizelge 4.21 ve 4.22, polar koordinat grafikleri ise şekil 4.7 ve 4.8' de verilmiştir.

A ununa artan oranlarda katılan yulaf kepeğinin ekmeklerin tüm duyusal değerlerini genellikle azalttığı ve bu azalmaların genellikle önemli olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Yalnızca doğrudan yöntemle yapılan ekmeklerin kabuk rengi değerlerindeki azalma önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Ekmeklerin duyusal değerlendirmeleri incelendiğinde en yüksek puanları şahit ekmeklerin aldığı, en düşük puanları ise % 20 oranında yulaf kepeği katılan ekmeklerin aldığı görülmüştür.

Farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin görünüş değerleri incelendiğinde % 5 ve % 10 oranlarında yulaf kepeği katılan ekmekler hariç olmak üzere uygulanan yöntemlerin görünüş değerleri üzerinde önemli olarak fark oluşturmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Ekmeklerin elastikiyet değerleri incelendiğinde şahit, % 10 ve % 15 oranlarında yulaf kepeği katılan ekmeklerin elastikiyet değerleri arasındaki farkın tüm ekmek yapım yöntemleri için önemli olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). Ekmeklerin tekstür değerlerine bakıldığında şahit ve % 10 oranında yulaf kepeği içeren ekmekler dışında diğer ekmekler arasında yöntemsel olarak olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Ekmeklerin kabuk rengi ve gözenek değerleri üzerinde % 5 oranında yulaf kepeği içeren ekmekler dışında ekmek yapım yöntemlerinin önemli bir etkisi olmamıştır ($p>0.05$). Farklı ekmek yapım yöntemlerinin ekmeklerin tat ve koku özellikleri üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (% 15 oranında yulaf kepeği içeren ekmeklerin koku değerleri hariç). Ekmek yapım yöntemlerinin homojenlik ve genel kabul edilebilirlik değerleri üzerinde önemli bir etkisi bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.21 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin duyusal özellikleri

Ekmek Yapım Yöntemi	Yulaf Kepeği Katma Oranı (%)	Görünüş	Kabuk rengi	Tekstür	Elastikiyet	Gözenek	Homojenlik	Tat	Koku	GKE
Doğrudan Ekmek Yapım Yöntemi	0	9.19^{cA}	8.50^{aA}	9.10^{cB}	9.00^{dC}	9.00^{dA}	8.63^{dA}	8.60^{cA}	8.87^{eB}	8.65^{cA}
	5	8.40^{bcB}	8.45^{aC}	8.20^{bA}	8.50^{cA}	8.20^{cdC}	7.67^{cA}	8.50^{cA}	8.60^{dB}	8.25^{cA}
	10	8.35^{bcB}	8.00^{aA}	8.00^{bB}	8.20^{cC}	7.73^{bcA}	7.50^{bcA}	8.20^{bA}	8.40^{cB}	7.70^{bcA}
	15	7.85^{abA}	7.67^{aA}	7.60^{abA}	7.60^{bC}	7.00^{abA}	6.75^{abA}	8.15^{bA}	7.90^{bA}	6.75^{abA}
	20	7.20^{aA}	7.50^{aA}	7.13^{aA}	6.80^{aA}	6.50^{aA}	6.25^{aA}	7.40^{aA}	7.40^{aAB}	6.25^{aA}
Sponge Yöntemi	0	8.53^{cA}	8.53^{cA}	8.17^{bAB}	8.40^{dA}	7.80^{dA}	8.20^{eA}	9.20^{dC}	8.90^{dC}	8.15^{aA}
	5	8.25^{bcA}	8.25^{bcB}	8.00^{bA}	7.75^{cdA}	7.50^{cdA}	7.50^{dA}	9.20^{dC}	8.90^{dC}	7.88^{aA}
	10	8.00^{bcA}	7.75^{abA}	7.80^{abAB}	7.50^{bcB}	7.00^{bcA}	7.00^{cA}	9.00^{cC}	8.60^{cC}	7.68^{aA}
	15	7.75^{bA}	7.38^{aA}	7.37^{abA}	6.83^{abB}	6.75^{bA}	6.50^{bA}	8.60^{bB}	8.20^{bA}	6.60^{aA}
	20	6.95^{aA}	7.25^{aA}	6.95^{aA}	6.34^{aA}	5.88^{aA}	6.00^{aA}	7.60^{aB}	8.00^{aB}	6.20^{aA}
Ekşi Hamur Yöntemi	0	8.90^{dA}	8.25^{cA}	8.00^{cA}	8.60^{cB}	8.00^{cA}	8.00^{bA}	8.80^{dB}	8.60^{bA}	8.45^{bA}
	5	8.60^{cC}	8.00^{cA}	7.75^{bcA}	7.50^{bA}	7.90^{cB}	7.75^{abA}	8.80^{dB}	8.40^{abA}	8.30^{abA}
	10	8.50^{cC}	7.75^{bcA}	7.25^{abcA}	6.75^{abA}	7.35^{bcA}	7.38^{abA}	8.60^{cB}	7.50^{abA}	7.85^{abA}
	15	7.83^{bA}	7.25^{abA}	6.88^{abA}	6.50^{aA}	6.45^{abA}	6.75^{abA}	8.20^{bA}	7.33^{aA}	6.50^{abA}
	20	6.63^{aA}	7.00^{aA}	6.30^{aA}	5.88^{aA}	5.88^{aA}	6.38^{aA}	8.00^{aC}	7.25^{aA}	6.23^{aA}

Aynı sütunda verilen “a-e” harfleri aynı ekmek yapım yöntemlerinin farklı yulaf kepeği oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p< 0.05$).

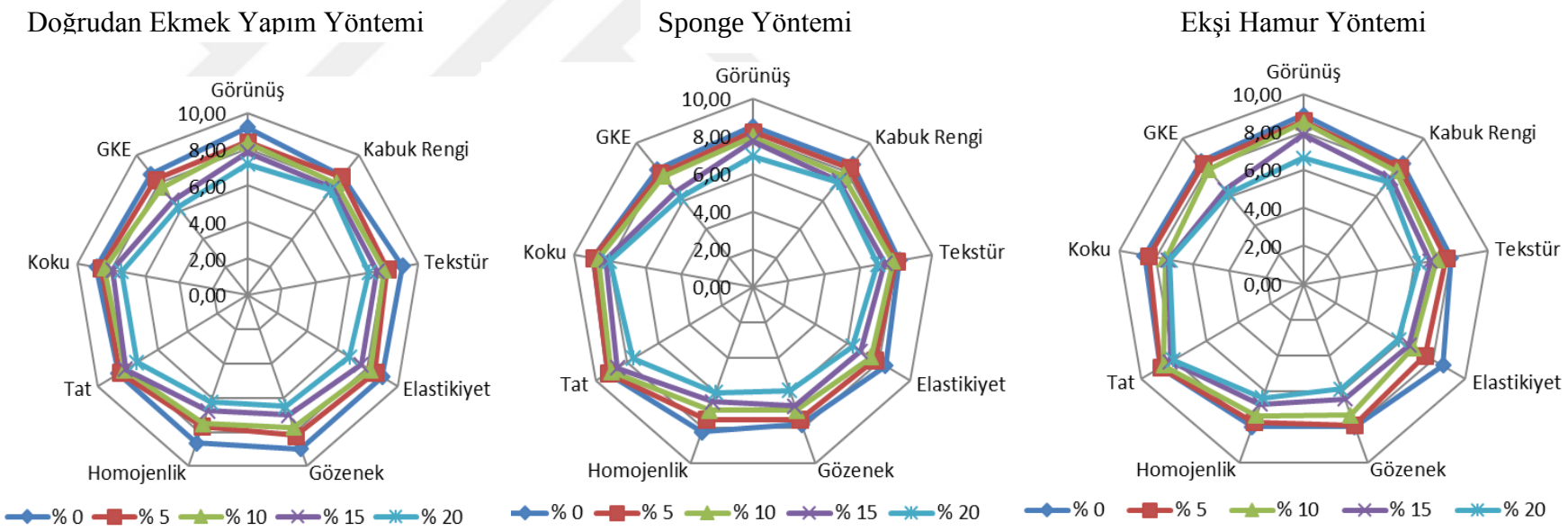
Aynı sütunda verilen ‘A-C’ harfleri farklı ekmek yapım yöntemleri için aynı katma oranlarındaki yulaf kepeklerinin ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p<0.05$).

Çizelge 4.22 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin duyusal özellikleri

Ekmek Yapım Yöntemi	Yulaf Kepeği Katma Oranı (%)	Görünüş	Kabuk rengi	Tekstür	Elastikiyet	Gözenek	Homojenlik	Tat	Koku	GKE
Doğrudan Ekmek Yapım Yöntemi	0	8.63^{bA}	8.20^{dA}	8.67^{cA}	8.50^{cB}	8.50^{cA}	8.50^{bA}	8.60^{eA}	8.40^{eA}	8.29^{bA}
	5	8.23^{bB}	7.90^{cA}	8.00^{bcB}	8.20^{bcA}	7.67^{bcA}	7.60^{abA}	8.30^{dA}	8.20^{dA}	8.10^{bB}
	10	7.78^{abA}	7.80^{cA}	7.05^{abA}	7.40^{abB}	7.20^{abA}	7.33^{abA}	8.20^{cA}	7.80^{cA}	7.70^{bA}
	15	7.75^{abB}	7.60^{bA}	6.65^{aA}	7.10^{aA}	7.00^{abA}	7.00^{aB}	8.00^{bC}	7.10^{bA}	6.75^{aA}
	20	6.85^{aA}	7.20^{aA}	6.50^{aA}	6.50^{aA}	6.30^{aA}	6.50^{aA}	7.20^{aA}	6.80^{aA}	6.20^{aA}
Sponge Yöntemi	0	8.25^{cA}	8.25^{aA}	8.00^{bA}	8.00^{bA}	8.00^{eA}	7.88^{cA}	9.00^{cB}	9.00^{dB}	8.25^{bA}
	5	7.50^{bcA}	8.23^{aA}	7.80^{bAB}	7.50^{abA}	7.47^{dA}	7.60^{cA}	9.00^{cB}	9.00^{dC}	8.00^{bB}
	10	7.25^{abA}	8.10^{aA}	7.07^{abA}	7.00^{abA}	7.00^{cA}	7.25^{bcA}	8.60^{cB}	8.20^{cB}	7.50^{bA}
	15	7.20^{abA}	7.70^{aA}	6.85^{abA}	6.90^{abA}	6.50^{bA}	6.60^{abA}	7.80^{bB}	7.60^{bB}	6.50^{aA}
	20	6.43^{aA}	7.50^{aA}	6.05^{aA}	6.55^{aA}	6.15^{aA}	6.37^{aA}	7.25^{aA}	7.20^{aB}	6.08^{aA}
Ekşi Hamur Yöntemi	0	8.45^{bA}	8.25^{aA}	8.38^{bA}	8.00^{dA}	8.00^{cA}	8.00^{cA}	8.40^{bA}	8.80^{eB}	8.00^{cA}
	5	8.10^{bB}	8.00^{aA}	7.25^{abA}	7.85^{cdA}	7.40^{bcA}	7.50^{bcA}	8.40^{bA}	8.50^{dB}	7.50^{bcA}
	10	7.70^{bA}	7.85^{aA}	7.13^{abA}	7.00^{bcA}	7.30^{bcA}	7.00^{abA}	8.00^{abA}	8.20^{cB}	6.50^{abA}
	15	7.50^{bAB}	7.70^{aA}	6.88^{abA}	6.50^{abA}	6.85^{bA}	6.50^{aA}	7.60^{abA}	8.00^{bC}	6.38^{abA}
	20	6.38^{aA}	7.25^{aA}	6.00^{aA}	5.92^{aA}	5.69^{aA}	6.38^{aA}	7.50^{aA}	7.50^{aC}	6.07^{aA}

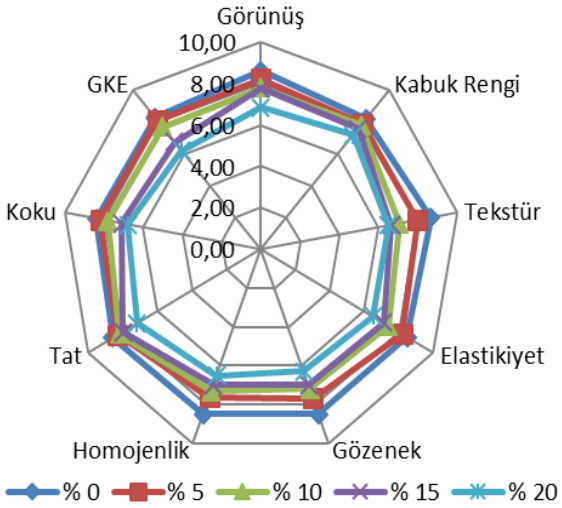
Aynı sütunda verilen “a-e” harfleri aynı ekmek yapım yöntemlerinin farklı yulaf kepeği oranları ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p< 0.05$).

Aynı sütunda verilen ‘A-C’ harfleri farklı ekmek yapım yöntemleri için aynı katma oranlarındaki yulaf kepeklerinin ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p<0.05$).

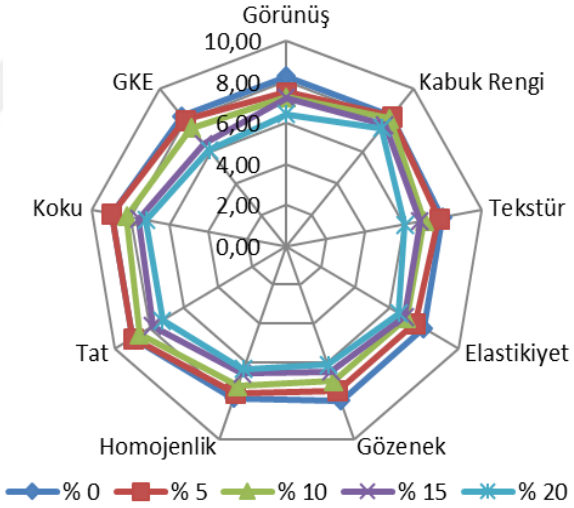


Şekil 4.17 A ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin polar koordinat grafikleri

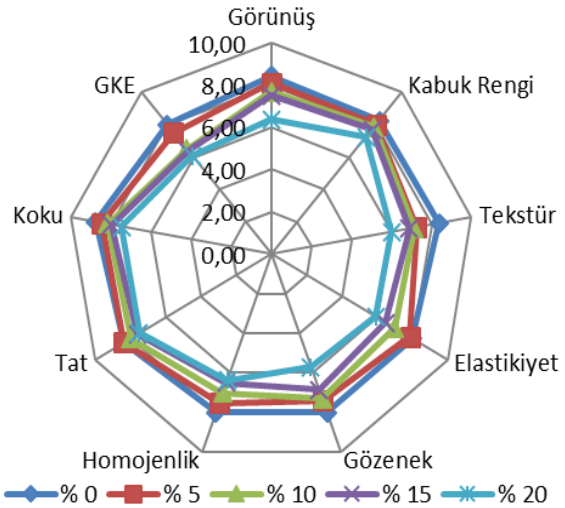
Doğrudan Ekmek Yapım Yöntemi



Sponge Yöntemi



Ekşi Hamur Yöntemi



Şekil 4.18 B ununa farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin polar koordinat grafikleri

B ununa artan oranlarda katılan yulaf kepeğinin ekmeklerin tüm duyusal değerlerini genellikle azalttığı ve bu azalmaların genellikle önemli olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Yalnızca sponge ve ekşi hamur yöntemleriyle yapılan ekmeklerin kabuk rengi değerlerindeki azalma önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Ekmeklerin duyusal değerlendirmeleri incelendiğinde en yüksek puanları genellikle şahit ekmeklerin aldığı, en düşük puanları ise % 20 oranında yulaf kepeği içeren ekmeklerin aldığı görülmüştür.

Artan oranlarda yulaf kepeği katılarak yapılan ekmeklerin duyusal özellikleri farklı ekmek yapım yöntemleri bakımından da incelenmiştir. Buna göre değişik yöntemlerle yapılanlarda % 5 ve % 15 oranında yulaf kepeği katılarak yapılan ekmeklerin görünüş değerleri arasındaki farkın yöntemsel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Tekstür özelliklerinde ise şahit, % 10, % 15 ve % 20 yulaf kepeği katkılı ekmekler arasında önemli bir fark bulunmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Şahit ve % 10 oranında yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin elastikiyet değerlerinin birbirlerinden farklı olduğu ($p<0.05$), diğer yulaf kepeği katma oranlarında yöntemsel olarak önemli bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin homojenlik değerlerinin % 15 oranında yulaf kepeği katılarak yapılan ekmekler hariç birbirlerinden farklı olmadığı gözlemlenmiştir. ($p<0.05$). Artan oranlarda yulaf kepeği katılarak farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin tat ve koku değerlerinin birbirlerinden farklı olduğu ($p<0.05$), kabuk rengi ve gözenek değerleri arasındaki farkın önemli olmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir. Farklı yöntemlerle yapılan ekmeklerin (% 5 oranında yulaf kepeği içerenler hariç) genel kabul edilebilirlik değerlerinin ekmek yapım yöntemleri bakımından aynı oranlar için birbirlerinden farklı olmadığı görülmüştür ($p>0.05$).

Duyusal değerlendirmelerde yulaf kepeği ilavesinin tüm özellikler için puanları şahit örneklere göre düşürmesine karşın yulaf kepeğinin düşük oranlarda (% 10 ve daha az) ilavesiyle yapılan ekmekler panelistler tarafından beğenilmiştir. Ekmek yapım yöntemleri karşılaştırıldığında ise bazı özellikler için ekşi hamur ya da sponge yöntemiyle yapılan ekmekler daha yüksek puanlar alırken, bazı özellikler için doğrudan yöntemle yapılan ekmekler daha yüksek puanlar almıştır.

Farklı oranlarda yulaf kepeği katılarak hamur reolojisi ve ekmek kalitesinin incelendiği bir çalışmada artan oranlarda kepek ilavesinin ekmek kalitesini düşürdüğü ve duyusal özellikleri olumsuz etkilediği belirtilmiştir (Nikoozade vd. 2010)

Doğrudan yöntemle sponge yönteminin karşılaştırıldığı çalışmalarda, sponge yöntemiyle yapılan ekmeklerin lezzetinin diğer duyusal özelliklerinin (Gänzle vd. 2008) ve kalite parametrelerinin daha iyi olarak nitelendirildiği görülmüştür (Kilborn vd. 1981, Różyło 2013). Ekmek ve kek üretiminde buğday ve mısır unu kullanılarak farklı pişirme yöntemlerinin uygulandığı bir çalışmada doğrudan yöntem, sponge yöntemi ve ekşi hamur yöntemleriyle yapılan ekmeklerin duyusal özellikleri karşılaştırılmıştır. Buna göre sponge yöntemiyle yapılan ekmeklerin tekstür ve aroma değerleri en yüksek puanları alırken, tat ve genel kabul edilebilirlik değerleri en yüksek doğrudan yöntem ve sponge yöntemiyle yapılan ekmeklerden elde edilmiştir. Ekmeklerin kabuk rengi karşılaştırıldığında ise panelistler tarafından en çok beğenilen ekşi hamur yöntemiyle yapılan ekmekler olmuştur (Onuegbu vd. 2013).

Mayalar ve laktik asit bakterileri, ekşi hamur mikrobiyotasının temelini oluştururlar. Bu mikroorganizmalar, ekşi hamur fermantasyonu sırasında ekşi hamur ekmeğine eşsiz tadını veren çeşitli organik asitler ve alkoller, aldehitler ve esterler gibi özel tatlandırıcı maddeler üretirler (Ripari vd. 2016). Fakat, bu ekmeklerin tat ve kokusu üzerinde yalnızca mikroorganizma faaliyeti etkili değildir. Ekşi hamur ekmeği ile doğrudan yöntem ekmeklerinin lezzeti, taze pişmiş ekmek kokusundan ve kabuk ya da iç kısımda tutulan ve tadına bakıldığında organoleptik olarak algılanan lezzet bileşenlerinin kokusundan oluşur. Ekşi hamur ekmeği ile beyaz ekmeğin kokuları esas olarak benzer olmakla birlikte, uçucu asitlerin varlığı nedeniyle ekşi hamur ekmeklerinin kokuları daha keskindir (Kulp 2003). Farklı ekmek yapım yöntemiyle üretilen ekmeklerde ekmeğin lezzeti tek bir bileşiğe bağlanamaz. Pişirme ve fermantasyon sırasında oluşan birçok bileşik ekmeklerin lezzeti üzerine etkili olmaktadır. Bunlar arasında karbonil bileşikleri, Maillard reaksiyonu veya termal bozunma ürünleri ve fermantasyon ara bileşiklerinin aminoasitlerle etkileşimi sayılabilmektedir (Megoffin ve Hoseney 1974).

5. SONUÇ

Toplumların en temel besin maddelerinden biri olan ekmeğin lifçe zengin, sağlıklı ve kabul edilebilir kalitede üretimini sağlamak amacıyla iki farklı özellikteki ekmeklik unlara (A ve B), % 0, % 5, % 10, % 15 ve % 20 oranlarında yulaf kepeği katılarak doğrudan, sponge ve ekşi hamur yöntemleri ile ekmekler üretilmiş ve bu ekmeklerin fonksiyonel ve kalite özellikleri araştırılmıştır.

Yulaf kepeği önemli bir diyet lif kaynağı olması yanında antioksidanlar ve fenolik maddeler bakımından da oldukça zengindir. Bu nedenle ekmek formülasyonunda artan oranlarda kullanılması, ekmeklerin çözünmeyen, çözünen ve toplam diyet lif içerikleri ile fenolik madde ve antioksidan aktivitelerini artırmıştır. Yulaf kepeği diğer tahıl kepekleri kadar olmasa da belli bir miktar fitik asit içermektedir. Bu nedenle yulaf kepeği oranı arttıkça ekmeklerdeki fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosforun yüzdesi olarak fitat fosforu miktarları da artış göstermiştir.

Yulaf kepeğinin hamurun reolojik özellikleri üzerine etkisini belirlemek için farinogram ve ekstensogram özellikleri saptanmış ve yüksek lif içeriğine sahip olan yulaf kepeği katkısının katma oranına bağlı olarak hamurların su absorpsiyonunu artırdığı görülmüştür. Kepek katkısı aynı zamanda hamurları zayıflatmış ve buna bağlı olarak da farinogram ve ekstensogram özelliklerini katıldığı miktara bağlı olarak olumsuz yönde etkilemiştir. Ekmeğe artan oranlarda yulaf kepeği katılması ekmek hacimlerini azaltmış ve ekmeklerin iç rengini koyulaştırmıştır. Yulaf kepeği, ekmeklerin sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerini artırmış, kohesiflik, elastikiyet, toparlanma kabiliyeti ve esneklik değerlerini azaltmıştır.

Ekmek yapımı için uygulanan doğrudan, sponge ve ekşi hamur yöntemleri değerlendirildiğinde, ekmeklerin fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosforun yüzdesi olarak fitat fosforu miktarları en düşük, toplam fosfor oranı ise en yüksek ekşi hamur yöntemi ile yapılan ekmeklerde bulunmuştur. Bu da ekşi hamur fermantasyonunda uzun süren asidik ortam sayesinde fitaz aktivitesinin artmasından kaynaklanmaktadır.

Ekmeklerin çözünmeyen, çözünen ve toplam diyet lif oranlarına ekmek yapım yöntemlerinin fazla bir etkisi olmamıştır. Fenolik madde miktarları ve antioksidan aktiviteleri ise genel olarak sponge ve ekşi hamur yöntemleriyle yapılan ekmeklerde, doğrudan yöntemle yapılan ekmeklere göre daha yüksek bulunmuştur.

Farklı yöntemlerle elde edilen yulaf kepeği katkılı ekmeklerin spesifik hacimlerinin ve hacim verimlerinin genellikle ekşi hamur yöntemi ile yapılan ekmeklerde düşük olduğu görülmüş, toparlanma kabiliyeti ve esneklik değerlerinin doğrudan yöntem ile yapılan ekmeklerde yüksek olduğu belirlenmiştir. Sponge ve ekşi hamur yöntemlerinde uygulanan fermantasyon sürelerinin uzun olması hamurları zayıflatmış, ekmeklerin toparlanma kabiliyeti ve esneklik değerlerinin daha düşük olmasına neden olmuştur. En yüksek sertlik ve çiğnenebilirlik değerleri ile en düşük elastikiyet ve kohesiflik değerleri ekşi hamur yöntemi ile yapılan ekmeklerde görülmüştür.

Ekmeklerin renk değerlerine bakıldığında ekşi hamur ve sponge yöntemi ile yapılan ekmeklerin daha açık renkli olduğu, doğrudan yöntemle yapılan ekmeklerin ise L* değerlerinin daha düşük olduğu görülmüştür. Duyusal özellikler açısından en yüksek puanlar genelde doğrudan yöntemle yapılan ekmeklerden elde edilmiş, genel kabul edilebilirlik bakımından incelendiğinde ise ekmek yapım yöntemleri arasında önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Tüm yöntemlerde % 10'a kadar yulaf kepeği katılan ekmeklerin oldukça yüksek kabul edilebilirlik değerlerine sahip olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak yüksek diyet lif içeriğinin yanında fenolik madde ve antioksidan aktivite bakımından zengin bir kaynak olan yulaf kepeğinin daha az miktarlarda fitik asit içermesi diğer tahıl kepeklerine iyi bir alternatif olabileceğini göstermiştir. Ayrıca fitokimyasallarca zengin olduğu anlaşılan bu ürünün ekmek formülasyonunda değerlendirilmesinin beslenme açısından önemli olduğu, fakat fonksiyonel bileşiklerin ekmek yapım yöntemlerine göre değiştiği görülmüştür. Her ne kadar teknolojik açıdan bazı olumsuz etkileri olsa da ekmeğin besin değerinin ve sağlığa yararlı etkilerinin artırılması açısından ekşi hamur ya da sponge yöntemlerinin doğrudan ekmek yapım yöntemlerine alternatif olarak kullanılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Abdel Rahman, I.E. and Osman, M.A. 2011. Effect of sorghum type & traditional fermentation on trypsin inhibitors, phytic acid and tannins of three sorghum varieties during preparation of Kisra. Int J Food, Agric & Environ, 9, 163-169.

Adom, K.K. and Liu, R.H. 2002. Antioxidant activity of grains, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50, 6182- 6187.

Ahmad, A.I., Abdalla, A.A., Ibrahim, K.A. and El-Tinay, A.H. 2010. Effect of tradional processing on phosphorus conrtent and some antinutritional factors of pearl millet (Pennisetum glaucum L.). Res J Agric Biol Sci, 6, 176-180.

Akbaş, B.E. 2000. Mısır ekmeğinin bazı özellikleri ve yapım yöntemlerinin fitik asit miktarı üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 68, Ankara.

Alakhrash, F., Anyanwu, U. and Tahergorabi, R. 2016. Physicochemical properties of Alaska pollock (Theragra chalcograma) surimi gels with oat bran. LWT - Food Science and Technology, 66, 41-47.

Albarracín, M., Gonzalez, R.J. and Drago, S.R. 2013. Effect of soaking process on nutrient bio-accessibility and phytic acid content of brown rice cultivar. LWT. Food Sci Technol, 53, 76-80.

Alfieri, M. and Redaelli, R. 2015. Oat phenolic content and total antioxidant capacity during grain development. Journal of cereal science, 65, 39-42.

Alrahmany, R. and Tsopmo, A. 2012. Role of carbohydrases on the release of reducing sugar, total phenolics and on antioxidant properties of oat bran, Food Chem., 132, 413-418.

Altıner, A., Atalay, H. ve Bilal, T. 2017. Bir antioksidan olarak E vitamini. Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi, 6(3), 149-157.

Amr, A. and Ajo, R. 2005. Production of two types of pocket- forming flat bread by the sponge and dough method. Cereal chemistry, 82(5), 499-503.

Anderson, J.W., Deakins, D.A., Floore,T.L., Smith, B.M. and Whitis, S.E. 1990. Dietary fiber and coronary heart disease, Food Sci.Nutr, 29, 95-147.

Andersson, K. E., Axling, U., Xu, J., Swärd, K., Ahrné, S., Molin, G., Holm C. and Hellstrand, P. 2013. Diverse effects of oats on cholesterol metabolism in C57BL/6 mice correlate with expression of hepatic bile acid-producing enzymes. European Journal of Nutrition, 52(7), 1755-1769.

Anonim. 2018. Toprak Mahsulleri Ofisi, 2018 Yılı Hububat Raporu, Ankara.

Anonymous. 1997. Food and Drug Administration. Final rule for food labeling; healt claims; oats and coronary heart disease. Federal Regulations, 7, 3584-3681.

Anonymous. 2000. AOAC. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.

Anonymous. 2001. Dietary reference intakes. Proposed definition of dietary fiber. A report of the panel on the definition of dietary fiber and the standing committee on the scientific evaluation of dietary reference intakes. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, Washington, DC: National Academy Press.

Anonymous. 2002. AACC International. Approved Methods of American Association of Cereal Chemists, The Association: St.Paul, MN.,USA.

Anonymous. 2008. Position of the American dietetic association: Health implications of dietary fiber. Journal of the American Dietetic Association, 108, 1716-1731.

Asp, Ng., Bijörck, I. and Nyman, M. 1993. Physiological effects of cereal dietary fibre, carbonhydr. Poly, 21, 183-187.

Baik, M.Y. and Chinachoti, P. 2002. Effects of glycerol and moisture redistribution on mechanical properties of white bread. Cereal chemistry, 79(3), 376.

Barber, B., Ortolá, C., Barber, S. and Fernández, F. 1992. Storage of packaged white bread. Z Lebensm Forsch 194:442-449.

Baumgartner, B., Özkaya, B., Saka, I. and Özkaya, H. 2018. Functional and physical properties of cookies enriched with dephytinized oat bran. Journal of cereal science, 80, 24-30.

Bazzano, L.A., He, J., Ogden, L.G., Loria, C.M. and Whelton, P.K. 2003. Dietary fiber intake and reduced risk of coronary heart disease in US men and women: the National Health and Nutrition Examination Survey I Epidemiologic Follow-up Study. Arch Intern Med,163, 1897-904.

Beck, E.J., Tapsell, L.C., Batterham, M.J., Tosh, S.M. and Huang, X.F. 2009. Increases in peptide Y-Y levels following oat betaglucan ingestion are dose-dependent in overweight adults. Nutrition Research (New York, N.Y.), 29(10), 705-709.

Berg, A., Ko nig, D., Deibert, P., Grathwohl, D., Berg, A. and Baumstark, M.W. 2003. Effect of an oat bran enriched diet on the atherogenic lipid profile in patients with an increased coronary heart disease risk, Annals of Nutrition and Metabolism, 47, 306-311.

Bilgiçli, N. 2002. Fitik asitin beslenme açısından önemi ve fitik asit miktarı düşürülmüş gıda üretim metotları. Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 16(30), 79-83.

Boskov-Hansen, H., Andersen, M.F., Nielsen, L.M., Back-Knudsen, K.E., Meyer, A.S., Christensen, L.P. and Hansen, A. 2002. Changes in dietary fibre, phenolic acids and activity of endogenous enzymes during rye bread making. European Food Research and Technology, 214, 33-42.

Bourdon, I., Yokoyama, W., Davis, P., Hudson, C., Backus, R., Ritcher, D., Knuckles, B. and Schneeman, B.O. 1999. Postpandrial Lipid, Glucose, Insulin and Cholecystokinin Responses in Men Fed Barley Pasta Enriched With Beta-glucan, Am. J. Clin. Nutr., 69, 55-60.

Bourne, M.C. 1978. Texture profile analysis. Food technology, 32(7), 62-66.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C.L.W.T. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food science and Technology, 28(1), 25-30.

Brennan, M.A., Derbyshire, E.J., Brennan, C.S. And Tiwari, B.K. 2012. Impact of dietary fibre-enriched ready-to-eat extruded snacks on the postprandial glycaemic response of nondiabetic patients. Molecular Nutrition & Food Research, 56(5), 834-837.

Brown, L., Rosner, B., Willett, W.W. and Sacks, F.M. 1999. Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis. Am J Clin Nutr, 69:30-42.

Burbano, C., Muzquiz, M., Osagie, A., Ayet, G. and Cuadrado, C. 1995. Determination of phytate and lower inositol phosphates in spanish legumes by HPLC methodology. Food Chemistry, 52, 321-325.

Burdurlu, H.S. ve Karadeniz, F. 2003. Gıdalarda Diyet Lifinin Önemi. Gıda Mühendisliği Dergisi. 7(15), 18-25.

Cai S., Huang C., Ji B., Zhou F., Wise M.L., Zhang D. and Yang P. 2011: In vitro antioxidant activity and inhibitory effect, on oleic acid-induced hepatic steatosis, of fractions and subfractions from oat (Avena sativa L.) ethanol extract. Food Chemistry, 124, 900-905.

Cauvain, S.P. 1998. Other cereals in breadmaking. In: Cauvain, S.P., Young, L.S. (Eds.), Technology of Breadmaking. Blackie Academic and Professional, London, 330-346.

Chaoui, A., Faid, M. and Belhcen, R. 2003. Effect of natural starters used for sourdough bread in Morocco on phytate biodegradation. East Mediterr Health J, 9, 141-147

Chavan, R.S. and Chavan, S.R. 2011. Sourdough technology-a traditional way for wholesome foods: A review. Compr. Rev. Food Sci. F., 10, 170-183.

Chen, C.Y., Milbury, P. E., Kwak, H.K., Collins, F.W., Samuel, P. and Blumberg, J.B. 2004. Avenanthramides and phenolic acids from oats are bioavailable and act synergistically with vitamin C to enhance hamster and human LDL resistance to oxidation. The Journal of nutrition, 134(6), 1459-1466.

Chen, D., Shi, J. and Hu, X. 2016. Enhancement of polyphenol content and antioxidant capacity of oat (Avena nuda L.) bran by cellulase treatment. Applied Biological Chemistry, 59(3), 397-403.

Chen, J., He, J., Wildman, R.P., Reynolds, K. and Whelton, S.A. 2006. "Randomized controlled trial of dietary fiber intake on serum lipids'', European Journal of Clinical Nutrition, 60, 62-68.

Cheryan, M. and Rackis, J.J. 1980. Phytic acid interactions in food systems. Critical Reviews in Food Science & Nutrition, 13(4), 297-335.

Cho S.S., Clark C. and Uribe-Saucedo S. 2004 Gastrointestinal and other physiological effects of wheat bran. Cereal Foods World, 49(3), 140-144.

Cho, S.S., Qi, L., Fahey, G.C. And Klurfeld, D.M. 2013. Consumption of cereal fiber, mixtures of whole grains and bran, and whole grains and risk reduction in type 2 diabetes, obesity, and cardiovascular disease. The American Journal of Clinical Nutrition, 98(2), 594-619.

Chu Y.F, Wise M.L., Gulvady A.A., Chang T., Kendra D.F., van Klinken B.J.W., Shi Y. and O'Shea M. 2013. In vitro antioxidant capacity and anti-inflammatory activity of seven common oats. Food Chemistry, 139, 426-431.

Cook N.C. and Samman S. 1996. Flavonoids - chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources. The Journal of Nutritional Biochemistry, **7**: 66-76.

Czerny M., and Schieberle, P. 2002. The aroma of wheat sour doughs—effect of four types (German). Getreide Mehl Brot, 56, 18-22.

Çay, P., Özkaya, B., Türksoy, S. and Akbaş, Ş. 2009. The effect of bread making process on phytic acid content of bran supplemented bread. 2009 IFT Annual Meeting Food Expo, June 6-9, Anaheim, USA.

D'Appolonia, B.L. and Youngs V.L. 1978. Effect of bran and high protein concentrate from oats on dough properties and bread quality, Cereal Chem., 55, 736-743.

Dar, B. N., Sharma, S. and Nayik, G. A. 2016. Effect of storage period on physiochemical, total phenolic content and antioxidant properties of bran enriched snacks. Journal of Food Measurement and Characterization, 10(4), 755-761.

De Angelis, M., Gallo, G., Corbo, M.R., McSweeney, P.L.H., Faccia, M., Giovine, M. and Gobbetti, M. 2003. Phytase activity in sourdough lactic acid bacteria: purification and characterization of a phytase from Lactobacillus sanfranciscensis CB1. International Journal of Food Microbiology, 87, 259-270.

de Munter, J.S., Hu, F.B., Spiegelman, D., Franz, M. and van Dam, R. M. 2007. Whole grain, bran, and germ intake and risk of type 2 diabetes: a prospective cohort study and systematic review. PLoS medicine, 4(8), 261.

Drizikova, B., Dongowski, G., Gebhardt, E. and Habel, A. 2005. The composition of dietary fibre-riche extrudates from oat affects from oat affects bile acid binding and fermentation in vitro. Food Chemistry, 90, 181-192.

Duran, M., Özçelik, S., Certel, M., ve Erbaş, M. 2004. Ticari Sartlarda Ekmek Üretiminde Patates ve Yulaf Unu Kullanmanın Hamur ve Ekmek Özelliklerine Etkileri. GIDA, 29(2).

Duta, D. E. and Culetu, A. 2015. Evaluation of rheological, physicochemical, thermal, mechanical and sensory properties of oat-based gluten free cookies. Journal of Food Engineering, 162, 1-8.

Duthie, G. and Crozier, A. 2000. Plant-derived phenolic antioxidants. Current opinion in lipidology, 11(1), 43-47.

Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C. And Attia, H. 2011. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. Food Chemistry, 124(2), 411-421.

Ertop M.H ve Hayta, M. 2016. Ekşi hamur fermantasyonunun ekmeğin biyoaktif bileşenleri ve biyoyararlanımı üzerindeki etkileri. GIDA, 41 (2),115-122.

Esposito, F., Arlotti, G., Maria Bonifati, A., Napolitano, A., Vitale, D. and Fogliano, V. 2005. Antioxidant activity and dietary fibre in durum wheat bran by-products. Food Research International, 38(10), 1167-1173.

Every, D., Morrison, S., Simmons, L. and Ross, M. 2006. Distribution of glutathione in millstreams and relationships to chemical and baking properties of flour. Cereal chemistry, 83(1), 57-61.

Ferguson L.R. and Harris P.J. 1997. Particle size of wheat bran in relation to colonic function in rats. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 30(7), 735-742.

Flander, L., Suortti, T., Katina, K. And Poutanen, K. 2011. Effects of wheat sourdough process on the quality of mixed oat-wheat bread. LWT-Food Science and Technology, 44(3), 656-664.

Fox, C.H. and Eberl, M. 2002. Phytic acid (IP6), novel broad spectrum anti-neoplastic agent: a systematic review, Compl. Ther. Med., 10, 229-234.

Gamel, T. H., Abdel-Aal, E. S. M. and Tosh, S. M. 2015. Effect of yeast-fermanted and sour-dough making processes on physicochemical characteristics of β-glucan in whole wheat/oat bread. LWT-Food Science and Technology, 60(1), 78-85.

Gänzle, M. G., Loponen, J. and Gobbetti, M. 2008. Proteolysis in sourdough fermentations: mechanisms and potential for improved bread quality. Trends in food science & technology, 19(10), 513-521.

Gao, L., Wang, S., Oomah, B. D. and Mazza, G. 2002. Wheat quality: Antioxidant activity of wheat millstreams. Wheat quality elucidation, 219-233.

García-Estepa, R.M., Guerra-Hernández, E. and García-Villanova, B. 1999. Phytic acid content in milled cereal products and breads. Food Research International, 32(3), 217-221.

Gobbetti, M., De Angelis, M., Corsetti, A. and Di Cagno, R., 2005. Biochemistry and physiology of sourdough lactic acid bacteria. Trends in Food Science and Technology, 16, 57-69.

Gobbetti, M., Rizzello, C.G., Di Cagno, R. and De Angelis, M. 2014. How the sourdough may affect the functional features of leavened baked goods. Food microbiology, 37, 30-40.

Gómez, M., Ronda, F., Blanco, C.A., Caballero, P.A. and Apesteguía, A. 2003. Effect of dietary fibre on dough rheology and bread quality. European Food research and technology, 216(1), 51-56.

Graf, E. and Eaton, J.W. 1993. Supression of colonic cancer by dietary phitic acid. Nutrition and Cancer, 19, 11-19.

Grasten, S.M., Juntunen, K.S., Poutanen, K.S., Gylling, H.K., Miettinen, T.T. and Mykkanen, H.M. 2000. Rye bread improuves bowel function and decreases the concentration of some compound that are putative colon cancer risk marker in middle-aged women and man, J. Nutr., 130 (9), 2215-2221.

Guo W., Nie L., Wu D., Wise M.L., Collins F.W., Meydani S.N. and Meydani M. 2010. Avenanthramides inhibit proliferation of human colon cancer cell lines *in vitro*. Nutrition and Cancer, 62, 1007-1016.

Hager, A.S., Wolter, A., Jacob, F., Zannini, E. and Arendt, E.K. 2012. Nutritional properties and ultra-structure of commercial gluten free flours from different botanical sources compared to wheat flours. Journal of Cereal Science, 56(2), 239-247.

Han, X., Shen, T. and Lou, H. 2007. Dietary polyphenols and their biological significance. International Journal of Molecular Sciences, 8(9), 950-988.

Hansen, A. and Schieberle, P. 2005. Generation of aroma compounds during sourdough fermentation: applied and fundamental aspects. Trends Food Sci Tech, 16, 85-94

Hansen, Å. and Hansen, B. 1996. Flavour of sourdough wheat bread crumb. Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung, 202, 244-249.

Harland, B.F. and Morris, E.R. 1995. Phytate: a good or a bad food component? Nutrition Research, 15, 733-754.

Haug, W. and Lantzsch, H.J. 1983. Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal products. J. Sci. Food Agric., 34, 1423-1426.

He, J., Streiffer, R.H., Muntner, P., Krousel-Wood, M.A. and Whelton, P.K. 2004. Effect of dietary fiber intake on blood pressure: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial, Journal of Hypertension, 22, 73-80.

Herranen, M., Kariluoto, S., Edelmann, M., Piironen, V., Ahvenniemi, K., Iivonen, V., Salovaara, H. and Korhola, M. 2010. Isolation and characterization of folate-producing bacteria from oat bran and rye flakes. International Journal of Food Microbiology, 142(3), 277-285.

Hillier, K. 2008. Bran. XPharm: The Comprehensive Pharmacology Reference, 1-3.

Hooda, S. and Jood, S. 2005. Organoleptic and nutritional evaluation of wheat biscuits supplemented with untreated and treated fenugreek flour. Food Chemistry, 90(3), 427-435.

Inglett G.E. and Chen D. 2012. Antioxidant and pasting properties of oat β-glucan hydrocolloids. Food and Nutrition Sciences, 3, 827-835.

Irakli, M., Mygdalia, A., Chatzopoulou, P. and Katsantonis, D. 2019. Impact of the combination of sourdough fermantation and hop extract addition on baking properties, antioxidant capacity and phenolics bioaccessibility of rice bran-enhanced bread. Food chemistry, 285, 231-239.

Jalili, T., Wildman, R.E.C. and Medeiros, D.M. 2001. Dietary Fiber and Coronary Heart Disease, In: Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods. CRC pres, 131.

Jastrebova J., Skoglund M., Nilson J. and Dimberg L.H. 2006. Selective and sensitive LC-MS determination of avenanthramides in oats. Chromatographia, 63, 419-423.

Jenkins, D.J., Kendall, C.W., McKeown-Eyssen, G., Josse, R.G., Silverberg, J., Booth, G.L., ... and Banach, M. S. 2008. Effect of a low-glycemic index or a high-cereal fiber diet on type 2 diabetes: A randomized trial. Jama, 300(23), 2742-2753.

Ji, L.L., Lay, D., Chung, E., Fu, Y. and Peterson D.M. 2003. Effect of avenathramides on oxidant generation and antioxidant enzyme activity in exercised rats. Nutrition Research, 23, 1579-1590.

Katina, K., Arendt, E., Liukkonen, K.H., Autio, K., Flander, L. and Poutanen, K. 2005. Potential of sourdough for healthier cereal products. Trends in Food Science and Technology 16, 104-112.

Katina, K., Salmenkallio-Marttila, M., Partanen, R., Forssell, P. and Autio, K. 2006. Effects of sourdough and enzymes on staling of high-fibre wheat bread. LWT-Food Science and Technology, 39(5), 479-491.

Katina, K., Sauri, M., Alakomi, H.L. and Mattila-Sandholm, T. 2002. Potential of lactic acid bacteria to inhibit rope spoilage in wheat sourdough bread. Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie-Food Science and Technology, 35(1), 38-45.

Kaur, S., Sharma, S. and Nagi, H.P.S. 2011. Functional properties and anti-nutritional factors in cereal bran. Asian Journal of Food and Agro-Industry, 4(2), 122-131.

Kilborn, R.H., Nomura, S. and Preston, K.R. 1981. Sponge and dough-bread. 1. Reduction of fermentation time and bromate requirement by incorporation of salt in the sponge. Cereal Chemistry, 58, 508-512.

Krishnan ,P.G., Chang, K.C. and Brown, G. 1987. Effects of commercial oat bran on characteristics and composition of bread, Cereal Chem., 64,55-58.

Kulp, K. 2003. Baker's yeast and sourdough technologies in the production of US bread products. In Handbook of dough fermentations, 121-168. CRC Press.

La Course, W.R. 2008. Carbonhydrayes and Other Electrochemically Active Compounds in Functional Foods. Edited by W. Jeffrey Hurst, Methods of Analysis for Functional Foods and Nutraceuticals. Second Edition CRC pres, 466-492.

Larsson, M. and Sandberg, A.S. 1992. Phytate reduction in oats during malting. Journal of Food Science, 57, 994-997.

Lasztity, R. 1980. Rheological studies on bread at the Technical University of Budapest. Journal of Texture Studies, 11(2), 81-115.

Leenhardt, F., Levrat-Verny, M.A., Chanliaud, E. and Remesy, C. 2005. Moderate decrease of pH by sourdough fermentation is sufficient to reduce phytate content of whole wheat flour through endogenous phytase activity. J Agric Food Chem, 53, 98-102.

Liu, R.H. 2004. Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. The Journal of nutrition, 134(12), 3479-3485.

Liukkonen, K.H., Katina, K., Wilhelmson, A., Myllyma¨ki, O., Lampi, A.M., Kariluoto, S., Piironen, V., Heinonen, S.M., Nurmi, T., Adlercreutz, H., Peltoketo, A., Pihlava, J.M., Hietaniemi, V. and Poutanen, K. 2003. Process-induced changes on bioactive compounds in whole grain rye. Proceedings of the Nutrition Society, 62, 117-122.

Liyana-Pathirana, C.M. and Shahidi, F. 2007. Antioxidant and free radical scavenging activities of whole wheat and milling fractions. Food Chemistry, 101(3), 1151-1157.

Lopez, H., Krspine, V., Guy, C., Messager, A., Demigne, C. and Remesy, C. 2001. Prolonged fermentation of whole wheat sourdough reduces phytate level and increases soluble magnesium. J Agric Food Chem 49, 2657-2662

Lopez, H., Ouvry, A., Bervas, E., Guy, C., Messager, A., Demigne, C. and Remesy, C. 2000. Strains of lactic acid bacteria isolated from sourdoughs degrade phytic acid and improve calcium and magnesium solubility from whole wheat fl ours. J Agric Food Chem 48, 2281-2285.

Maki, K.C., Beiseigel, J.M., Jonnalagadda, S.S., Gugger, C.K., Reeves, M.S., Farmer, M.V., Kaden, V.N. and Rains, T.M. 2010.Whole-grain ready to eat oat cereal, as part of a dieteary program for weight loss, reduces low-density lipoprotein cholesterol in adult with overweight and obesity more than a diatery program including low-fiber contrnol foods, Journal of the American Dietetic Association, 110(2), 205-214.

Megoffin, C.D. and Hoseney, A.C. 1974. A review of fermentation. Baker's Dig. 48(6), 22-23, 26-27.

Meignen, B., Onno, B., Ge´linas, P., Infantes, M., Guilois, S. And Cahagnier, B. 2001. Optimization of sourdough fermentation with Lactobacillus brevis and baker's yeast. Food Microbiology, 18(3), 239-245.

Menga, V., Fares, C., Troccoli, A., Cattivelli, L. and Baiano, A. 2010. Effects of genotype, location and baking on the phenolic content and some antioxidant properties of cereal species. International journal of food science & technology, 45(1), 7-16.

Messens, W. and De Vuyst, L. 2002. Inhibitory substances produced by Lactobacilli isolated from sourdough-a review. International Journal of Food Microbiology, 72, 31-43.

Meydani, M. 2009. Potential health benefits of avenanthramides of oats. Nutrition Reviews, 67: 731-735.

Mildner-Szkudlarz, S., Zawirska-Wojtasiak, R., Szwengiel, A. and Pacyński, M. 2011. Use of grape by-product as a source of dietary fibre and phenolic compounds in sourdough mixed rye bread. International Journal of Food Science & Technology, 46(7), 1485-1493.

Mongeau R. and Brassard R. 1982. Insoluble dietary fiber from breakfast cereals and brans: Bile salt binding and water-holding capacity in relation to particle size. Cereal Chem. 59(5), 413-417.

Moore, J., Liu, J.G., Zhou, K. and Yu, L. 2006. Effects of genotype and environment on the antioxidant properties of hard winter wheat bran. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54(15), 5313-5322.

Najafi, M.A., Rezaei, K., Safari, M. and Razavi, S.H. 2012. Use of sourdough to reduce phytic acid and improve zinc bioavailability of a traditional flat bread (sangak) from Iran. Food Science and Biotechnology, 21(1), 51-57.

Nikoozade, H., Taslimi, A. and Azizi, M. H. 2010. Effects of the addition of oat bran on the rheological characteristics of dough and quality of Sangak bread, 1-10.

Okarter N. and Liu R.H. 2010. Health benefits of whole grain phytochemicals. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 50, 193-208.

Onuegbu, N.C., Ihediohanma, N.C., Odunze, O.F. and Ojukwu, M. 2013. Efficiency of wheat: maize composite flour as affected by baking method in bread and cake production. Sky Journal of Food Science, 2(8), 005-013.

Özkaya, B. 1993. Bitkisel lif kaynağı olarak yulafın önemi. Un Mamulleri Dünyası, 2(2), 19-23.

Özkaya, B. ve Özkaya, H. 1993a. Değişik yulaf ürünlerinin ekmeğe katılma olanakları üzerinde bir araştırma. Standard, Ekonomik ve Teknik Dergi, 38-45.

Özkaya, B. ve Özkaya, H. 1993b. Farklı ısıl işlem uygulanarak stabilize edilmiş yulaf ununun ekmeklik unlarının kalitesine etkileri. Standard, Ekonomik ve Teknik Dergi, 32(380), 20-26.

Özkaya, B., Özkaya, H. and Duman, B. 2013. Effects of yeast types on phytic acid content of traditional corn bread. The 2nd International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus, October 24-26, Macedonia.

Özkaya, H. ve Özkaya, B. 2005. Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri. (İkinci baskı ed.). Türkiye: Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları. Ankara.

Özkaya, H., Özkaya, B., Duman, B. And Turksoy, S. 2017. Effect of dephytinization by fermantation and hydrothermal autoclaving treatments on the antioxidant activity, dietary fiber, and phenolic content of oat bran. Journal of agricultural and food chemistry, 65(28), 5713-5719.

Özkeser, I. 2015. Lif kaynağı olarak bulgur kepeğinin bisküvide kullanım olanakları. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 98, Ankara.

Palacios, M.C., Haros, M., Sanz, Y. and Cristina, R.M. 2008. Selection of lactic acid bacteria with high phytate degrading activity for application in whole wheat bread making. Lebensm. -Wiss. Technol. 41, 82-92.

Peleg, M., ROY, I., Campanella, O. and Normand, M. 1989. Mathematical Characterization of the Compressive Stress- Strain Relationships of Spongy Baked Goods. Journal of Food Science, 54(4), 947-949.

Peterson, D.M. 2001. Oat antioxidants. Journal of Cereal Science, 33, 115-129.

Peterson, D.M., Hahn, M.J. and Emmons, C.L. 2002. Oat avenanthramides exhibit antioxidant activities in vitro. Food Chemistry, 79, 473-478.

Peterson, D.M. 1992. Composition and nutritional characteristics of oat grain and products. In ‘Oat science and technology’ (H.G. Marshall and M.E. Sorrells, eds), American Society of Agronomy, Madison, WI, 265-292.

Pomeranz, Y. 1986. Constitues of the oat kernel, adveances in Ceraal Sciense and tecnology. Champer, ll, 63-85.

Pomeranz, Y., Shogren, M., Finney, K. and Bechtel, D. 1977. Fiber in breadmaking--effects on functional properties. Cereal chemistry.

Potty, V.H. 1996. Physico-chemical aspects, physiological functions, nutritional importance and technological significance of dietary fibresa critical appraisal, Journal of Food Science and Technology, 33, 1-18.

Poutanen, K., Flander, L. and Katina, K. 2009. Sourdough and cereal fermentation in a nutritional perspective. Food microbiology, 26(7), 693-699.

Pyler, E.J. 1988 Fundamental of baking technology. In: Pyler EJ (ed) Baking science and technology. Part three, Vol. II. Sosland, Merriam

Qu, H., Madl, R. L., Takemoto, D. J., Baybutt, R. C. and Wang, W. 2005. Lignans are involved in the antitumor activity of wheat bran in colon cancer SW480 cells. The Journal of nutrition, 135(3), 598-602.

Rieder, A., Holtekjølen, A. K., Sahlstrøm, S. and Moldestad, A. 2012. Effect of barley and oat flour types and sourdoughs on dough rheology and bread quality of composite wheat bread. Journal of Cereal Science, 55(1), 44-52.

Rinaldi, M., Paciulli, M., Caligiani, A., Sgarbi, E., Cirlini, M., Dall'Asta, C. and Chiavaro, E. 2015. Durum and soft wheat flours in sourdough and straight-dough bread-making. Journal of food science and technology, 52(10), 6254-6265.

Ripari, V., Cecchi, T. and Berardi, E. 2016. Microbiological characterisation and volatiles profile of model, ex-novo, and traditional Italian white wheat sourdoughs. Food Chemistry, 205, 297-307.

Ripsin, C.M., Keenan, J.M., Jacobs, D.R., Jr Elmer, P.J., Welch, R.R., Van Horn, L., Liu, K., Turnbull, W.H., Thye, F.W. and Kestin, M. 1992. Oat products and lipid lowering. a meta-analysis, J. Am. Med. Assoc., 268, 2649-2650.

Rizzello, C.G., Coda, R., Mazzacane, F., Minervini, D.and Gobbetti, M., 2012. Micronized by-products from debranned durum wheat and sourdough fermantation enhanced the nutritional, textural and sensory features of bread. Food Research International 46, 304-313.

Robitaille, J., Fontaine-Bisson, B., Couture, P., Tchernof, A. and Vohl, M.C. 2005. Effect of an oat bran-rich supplement on the metabolic profile of overweight premenopausal women. Annals of Nutrition & Metabolism, 49(3), 141-148.

Różyło, R. 2013. Determining the heterogeneity of wheat breadcrumb texture baked using two different methods: New application. Int. J. Food Prop. 16, 154-167.

Różyło, R., Dziki, D., Laskowski, J., Skonecki, S., Łysiak, G., Kulig, R. and Różyło, K. 2014. Texture and Sensory Evaluation of Composite Wheat- Oat Bread Prepared with Novel Two- Phase Method Using Oat Yeast- Fermented Leaven. Journal of texture studies, 45(3), 235-245.

Ruiling, S., Jilin, D., Shanshan, C. and Jun, H. 2009. Farinogragh and extensigraph of bran flour dough. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 1.

Rukma, R.N. and Shiridhar, K.S. 2002. In: Food Phytates. Shiridhar KS, Rukma RN (eds). CRC Press, 2-5, New York, NY, USA.

Sahli, S. 2015. Quality, phytonutrient and antioxidant properties of bread baked with different methods. PhD Thesis, The University of Guelph, 119, Canada.

Salehi, E.A. and Bibalan, S.G. 2012. The investigation on the effec of rice bran addition on the rheological and sensory properties of muffin cake. The 1th International and the National Congress on Racycling of Organic Waste in Agriculture. April. İran.

Sangnark, A. and Noomhorm, A. 2004. Chemical, physical and baking properties of dietary fiber prepared from rice straw. Food Research International, 37, 66-74.

Saura-Calixto, F. 2011. Dietary fiber as a carrier of dietary antioxidants: an essential physiological function. Journal of agricultural and food chemistry, 59(1), 43-49.

Scazzina, F., Del Rio, D., Pellegrini, N. and Brighenti, F. 2009. Sourdough bread: Starch digestibility and postprandial glycemic response. Journal of Cereal Science, 49(3), 419-421.

Singh R., De S. and Belkheir A. 2013. Avena sativa (oat), a potential neutraceutical and therapeutic agent: an overview. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 53, 26-144.

Singleton, V. L. and Rossi, J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American journal of Enology and Viticulture, 16(3), 144-158.

Sluimer, P. 2005. Principles of breadmaking. American Association of Cereal Chemists, Minnesota.

Sobayoğlu, R. 2017. Karaman şartlarında yazlık ekilen yulaf çeşitlerinin verim ve kalite özellikleri yönünden değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Sosulski,F.V. and Wu, K.K. 1988. High-fiber bread containing field pea huls wheat, corn and wild oat brans, Cereal chem., 65,186-191.

Spiller, G.A. 2001. Definitions of dietary fiber. CRC handbook of dietary fiber in human nutrition, 9-10.

Stevenson, D.G., Inglett, G.E., Chen, D., Atanu Biswas, A., Eller, F.J., Roque, L. and Evangelista, R.L. 2009. Phenolic content and antioxidant capacity of supercritical carbon dioxide-treated and air-classified oat bran concentrate microwave-irradiated in water or ethanol at varying temperatures, Food Chem., 108, 23-30.

Sturtzel, B., Dietrich, A., Wagner, K. H., Gisinger, C. and Elmadfa, I. 2010. The status of vitamins B6, B12, folate, and of homocysteine in geriatric home residents receiving laxatives or dietary fiber. The Journal of Nutrition Health and Aging, 14, 219-223.

Sudha, M., Vetrimani, R. and Leelavathi, K. 2007. Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. Food chemistry, 100(4), 1365-1370.

Sudha, M.L., Rajeswari, G. and Rao, G.V. 2012. Effect of wheat and oat brans on the dough rheological and quality characteristics of instant vermicelli. J Texture Stud, 43, 195-202.

Şahin, M., Akçacık Göçmen, A., Aydoğan, S., Demir, B., Önmez, H. ve Taner, S. 2013. Ekmeklik buğday ununda ekmek hacmi ile bazı fizikokimyasal ve reolojik özellikler arasındaki ilişkilerin tespiti. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 22(1), 13-19.

Şimşekli, N., ve Doğan, İ.S. 2015. Tahıl Esaslı Beta-glukan İlavesinin Gıdaların Teknolojik ve Fonksiyonel Özelliklerine Etkisi. Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3(4), 190-195.

Tamerler, T. ve Oakenfull, D. 1991. Yulaf Kepeği Kanın Kolesterolunu Nasıl Azaltır. GIDA, 16(4).

Tangkongchıtr, U., Seib, P.A. and Hoseney, R.C. 1981. Phytic acid. I. Determination of three forms of phosphorus in flour, dough, and bread. Cereal Chem. 58, 226- 228.

Tapola N., Karvonen, H., Niskanen, L., Mikola, M. and Sarkkinen, E. 2005. Glycemic responses of oat bran products in type 2 diabetic patients, Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases, 15, 255-261.

Theuwissen, E. and Mensink, R.P. 2008. Water-soluble Dietary Fibers and Cardiovascular Disease, Physiology and Behavior, 94, 285-292.

Thiele, C., Gänzle, M.G., Vogel, R.F. 2002. Contribution of sourdough lactobacilli, yeast, and cereal enzymes to the generation of amino acids in dough relevant for bread fl avour. Cereal Chem, 79, 45-51

Tiwari, U., and Cummins, E. 2009. Simulation Of The Factors Affecting Beta-Glucan Levels During The Cultivation Of Oats. Journal of Cereal Science, 50(2), 1-9.

Trowell, H. 1975. Letters to the editor: coronary heart disease and dietary fiber, Am J Clin Nutr, 28, 798-800.

Turksoy, S., Ozkaya, B. and Akbas, S. 2010. The effect of wheat variety and flour extraction rate on phytic acid content of bread. J. Food Agr. Env, 8(2), 178-181.

Türksoy, S. and Özkaya, B. 2011. Pumpkin and Carrot Pomace Powders as a Source of Dietary Fiber and Their Effects on the Mixing Properties of Wheat Flour Dough and Cookie Quality. Food Science and Technology Research, 17(6). 545-553.

Van der Kamp, J. 2003. New perspectives for ditary fibre research and development of novel research tools. Cereal Foods World. 48, 257-259.

Verma, B., Hucl, P. and Chibbar, R.N. 2008. Phenolic content and antioxidant properties of bran in 51 wheat cultivars. Cereal Chemistry, 85(4), 544-549.

Wang, J., Rosell, M.C. and Barber, C.B. 2002. Effect of the addition of different fibers on wheat dough performance and bread quality. Food Chemistry, 79, 221-226.

Wang, L., Ye, F., Li, S., Wei, F., Chen, J., and Zhao, G. 2017. Wheat flour enriched with oat β-glucan: A study of hydration, rheological and fermantation properties of dough. Journal of cereal science, 75, 143-150.

Welch, R.W. 1995. Oats in human nutrition and health. In 'The Oat Crop. Production and Utilization' (R.W.Welch, ed.), 433-479 Chapman & Hall, London.

Welch, R.W. 2011. Nutrient composition and nutritional quality of oats and comparisons with other cereals. Oats: Chemistry and technology, 95-107.

Wood, P.J., Arrigoni, E., Shea Miller, S. and Amado, R. 2002. Fermentability of oat and wheat fractions enriched in b-glucan using human fecal inoculation, Cereal Chem., 79, 445-454.

Yaver, E., ve Ertaş, N. 2014. Yulafın Bileşimi Hububat Endüstrisinde Kullanım Alanları ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi (13), 42-50.

Yu, L., Haley, S., Perret, J., Harris, M., Wilson, J. and Qian, M. 2002. Free radical scavenging properties of wheat extracts. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50(6), 1619-1624.

Yu, L., Perret, J., Harris, M., Wilson, J. and Haley, S. 2003. Antioxidant properties of bran extracts from ''akron'' wheat grown at different locations, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51, 1566-1570.

Zdunczyk, Z., Flis, M., Zielinski, H., Wroblewska, M., Antoszkiewicz, Z., and Juskiewicz, J. 2006. In vitro antioxidant activities of barley, husked oat, naked oat, triticale, and buckwheat wastes and their influence on the growth and biomarkers of antioxidant status in rats, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54, 4168-4175.

Zhang D. and Moore W.R. 1999. Wheat bran particle size effects on bread baking performance and quality. J. Sci. Food Agric. 79, 805-809.

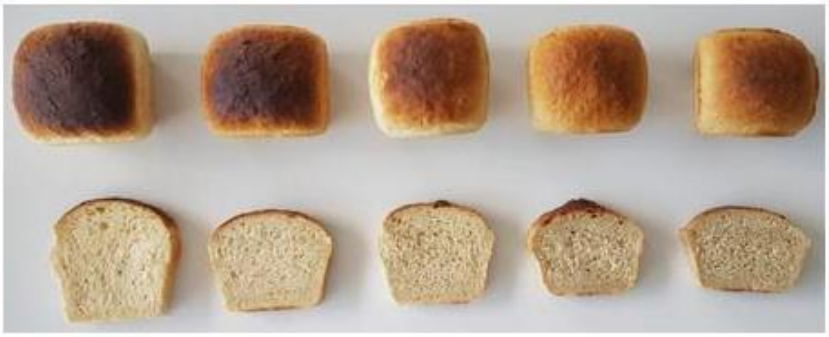
Zhou, K., Laux, J. J.and Yu, L. 2004. Comparison of Swiss red wheat grain and fractions for their antioxidant properties. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52(5), 1118-1123.

EKLER

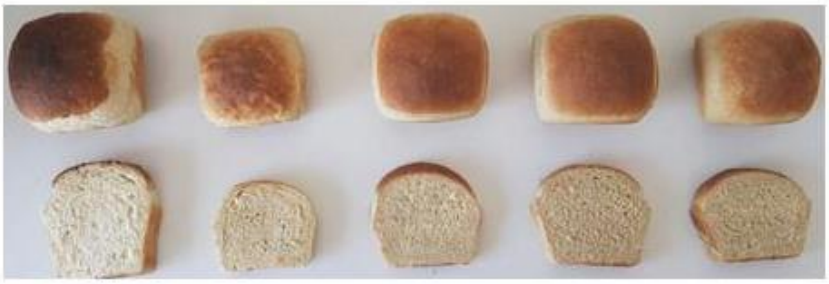
EK 1 A Ununa Farklı Oranlarda Yulaf Kepeği Katılarak Farklı Yöntemlerle Yapılan Ekmeklerin Fotoğrafları

EK 2 B Ununa Farklı Oranlarda Yulaf Kepeği Katılarak Farklı Yöntemlerle Yapılan Ekmeklerin Fotoğrafları

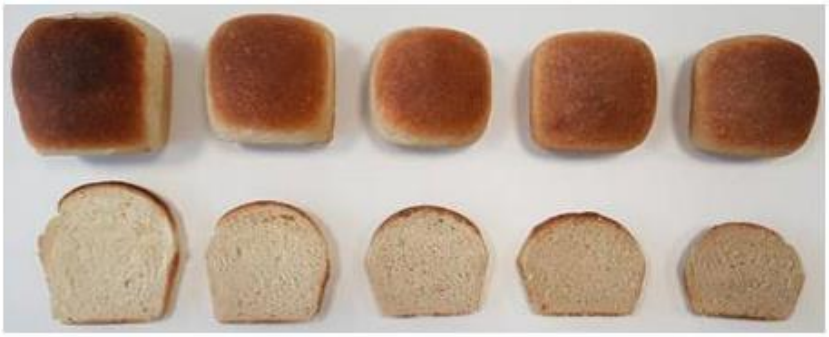
EK 1 A Ununa Farklı Oranlarda Yulaf Kepeği Katılarak Farklı Yöntemlerle Yapılan Ekmeklerin Fotoğrafları



Doğrudan Ekmek Yapım Yöntemi

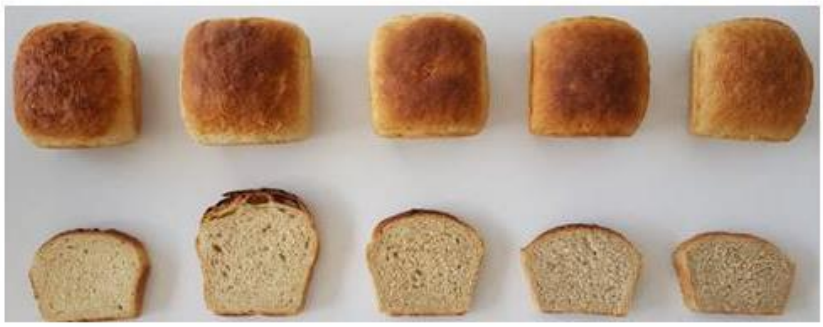


Sponge Yöntemi

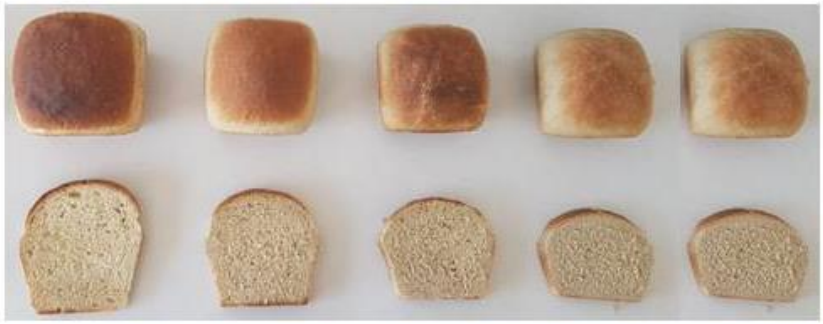


Ekşi Hamur Yöntemi

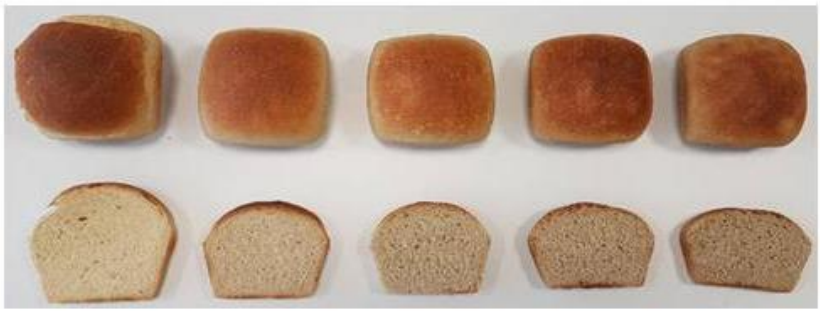
EK 2 B Ununa Farklı Oranlarda Yulaf Kepeği Katılarak Farklı Yöntemlerle Yapılan Ekmeklerin Fotoğrafları



Doğrudan Ekmek Yapım Yöntemi



Sponge Yöntemi



Ekşi Hamur Yöntemi

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı **:** Mustafa SAKA

Doğum Yeri **:** Salihli/ MANİSA

Doğum Tarihi **:** 07.06.1986

Medeni Hali **:** Evli

Yabancı Dili **:** İngilizce

Eğitim Durumu :

Lise : Erzurum Anadolu Lisesi (2000-2004)

Lisans : Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü (2005-2009)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitisü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (Eylül 2013-2019)

Çalıştığı Kurum ve Yılı:

Tarım ve Orman Bakanlığı - Müfettiş Yardımcısı (2011-2015)

Tarım ve Orman Bakanlığı - Müfettiş (2015 – devam ediyor)