



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**BESİNSEL LİFLER VE YAĞ İKAME
MADDELERİNİN KULLANIMI İLE ENERJİSİ
KISITLANMIŞ BİSKÜVİ ÜRETİMİ**

Mümüne UYAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Ocak-2021
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BESİNSEL LİFLER VE YAĞ İKAME MADDELERİNİN KULLANIMI İLE ENERJİSİ KISITLANMIŞ BİSKÜVİ ÜRETİMİ

Mümüne UYAR

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Daanışman: Prof. Dr. Selman TÜRKER

2021, 131 sayfa

Jüri

Prof. Dr. Selman TÜRKER
Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ
Doç. Dr. Sultan ARSLAN TONTUL

Bu çalışma besinsel lifler ve yağ ikame maddelerinin bisküvi formülasyonlarında un ve yağ ikamesi olarak kullanımını amaçlamaktadır. Bu amaçla ilk olarak formülasyondaki un miktarı % 0-15-30-45 oranında azaltarak farklı oranlarda (% 0-4-6-8) β -glukan, polidekstroz, dirençli nişasta, bezelye lifi ve havuç lifi ilave edilmiştir. Tez çalışmasının ikinci aşamasında ise yağ miktarı % 0-15-30-45 oranında azaltılarak farklı oranlarda (% 0-4-6-8) β -glukan, polidekstroz, dirençli nişasta, kazein ve gluten ilave edilmiştir. Üretilen enerjisi azaltılmış bisküvi örneklerinin renk, tekstür, çap, kalınlık, yayılma oranı gibi fiziksel; su aktivitesi, nem, kül, protein, yağ, karbohidrat, mineral madde, gibi kimyasal ve besinsel lif, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite gibi besinsel özellikleri ile duyuşal özellikleri incelenmiştir.

Un miktarı azaltılarak besinsel lif ilave edilmiş örneklerde en yüksek L^* değeri havuç lifi ilave edilmiş bisküvilerde bulunurken, en yüksek a^* , b^* değerleri ve buna bağılı olarak SI değerleri polidekstroz ilaveli bisküvi örneklerinde tespit edilmiştir. Bezelye lifi ve polidekstroz ilavesi bisküvi örneklerinin çap değerlerini diğeri ikamelere göre daha fazla artırırken, en düşük sertlik değeri ise polidekstroz ilaveli bisküvi örneklerinde belirlenmiştir. Dirençli nişasta ilaveli bisküvi örneklerinin en yüksek su aktivitesi, nem ve kül değeri ile en düşük protein değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Besinsel lif ilavesindeki artışın bisküvi örneklerinin kül, karbohidrat ve Ca miktarında artışa ve bunun yanı sıra protein ve yağ miktarında ise azalışa neden olduğu tespit edilmiştir. Havuç ve bezelye lifi ilaveli bisküvilerin en yüksek besinsel lif değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Duyusal analiz sonuçlarına göre en yüksek gevreklik, tat ve koku değeri polidekstroz ilaveli bisküvi örneklerinden elde edilirken, renk bakımından bezelye lifi ve polidekstroz ilaveli bisküviler tüketiciler tarafından daha çok beğenilmiştir.

Yağ miktarı azaltılarak yağ ikame maddesi ilave edilmiş bisküvilerin renk değerleri incelendiğinde en yüksek L^* değeri dirençli nişasta ilaveli bisküvilerde belirlenmiştir. En yüksek çap ve en düşük sertlik değerine sahip bisküvilerin yine polidekstroz ilaveli bisküviler olduğu bulunmuştur. En yüksek protein oranına sahip bisküvinin gluten ilaveli bisküviler olduğu tespit edilmiştir. Unu azaltılmış bisküvilerde olduğu gibi yine en yüksek su aktivitesi ve nem miktarına dirençli nişasta ilaveli bisküvilerin sahip olduğu bulunmuştur. Bisküvilere ilave edilen yağ ikame maddesi oranlarındaki artış kül ve protein içeriklerini artırmıştır. β -glukan ve dirençli nişasta ilavelerinde besinsel lif miktarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yağ ikame maddelerindeki artış bisküvilerin mineral madde içeriklerinde artışa neden olmuştur. Duyusal analiz sonuçları değerlendirildiğinde (renk, görünüş, gevreklik, tat, koku ve genel beğeni) en yüksek beğeniyi polidekstroz ilaveli bisküviler almıştır.

Anahtar Kelimeler: Besinsel lif, bezelye lifi, bisküvi, dirençli nişasta, enerji, kazein, polidekstroz, yağ ikame maddesi

ABSTRACT

MS THESIS

PRODUCTION OF BISCUITS WHOSE CALORIES ARE RESTRICTED WITH THE USE OF HERBAL FIBERS AND FAT SUBSTITUTES

Mümüne UYAR

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN FOOD ENGINEERING**

Advisor: Prof. Dr. Selman TÜRKER

2021, 131 pages

Jury

Prof. Dr. Selman TÜRKER

Assoc. Prof. Dr. Nilgün ERTAŞ

Assoc. Prof. Dr. Sultan ARSLAN TONTUL

This study was carried out in two stages by using dietary fibers and fat substitutes in biscuit formulations. Firstly, the amount of flour in the formulation was reduced in the aratio of 0-15-30-45% and different ratios of (0-4-6-8%) β -glucan, polydextrose, resistant starch, pea fiber and carrot fiber were added. Secondly, , the amount of fat was reduced by 0-15-30-45% and different proportions (0-4-6-8%) of β -glucan, polydextrose, resistant starch, casein and gluten were added. Physical properties such as color, texture, diameter, thickness, and spreading rate; chemical properties such as water activity, moisture, ash, protein, fat, carbohydrate and mineral substance; nutritional properties such as dietary fiber, total phenolic content and antioxidant activity and sensory properties of the produced energy-reduced biscuit samples were analysed.

While the amount of flour was reduced and the carrot fiber added samples were found in the biscuits with the highest L^* value, the a^* and b^* values and accordingly the SI values were found in the biscuit samples with the highest polydextrose addition. While the pea fiber and polydextrose added biscuit samples increased the diameter values when compared other substitutes, the lowest hardness value was determined in the polydextrose added biscuit samples. It was observed that the resistant starch added biscuit samples had the highest water activity, moisture and ash content and the lowest protein content It has been observed that the increase in dietary fiber supplementationlead toincrease in the amount of ash, carbohydrate and Ca, and a decrease in the amount of protein and fat. It was observed that carrot and pea fiber-added biscuits had the highest nutritional fiber values. According to the results of the sensory analysis, the highestcrispness, taste and odor values were obtained from the biscuit samples with polydextrose, while the biscuits with polydextrose were more liked by the consumers after the pea fiber-added biscuits.

When the color values of the biscuits with fat substitute the highest L^* value was determined in the resistant starch added biscuits. It was found that the biscuits with the highest diameter and the lowest hardness value were detected in polydextrose added biscuits. As expected, it was observed that the biscuit with the highest protein content was determined in the biscuits with gluten added. It was found that; as with the biscuits with reduced flour, resistant starch added biscuits had the highest water activity and moisture content.The increase in the ratio of fat substitutes increased the ash and protein contents of biscuits. It was observed that the amount of dietary fiber was high in β -glucan and resistant starch containing formulations. The increase in fat substitutes caused an increase in the mineral content of the biscuits. When the results of sensory analysiswere evaluated (color, appearance, crispness, taste, odor and general taste), biscuits with polydextrose got the highest score.

Keywords: Biscuit, casein, dietary fiber, energy, oil substitute, pea fiber, polydextrose, resistant starch



ÖNSÖZ

Tezimin hazırlanması sırasında, yardımlarını, desteğini ve fikirlerini esirgemeyen ve çalışmamın her aşamasında destek olan, anlayış gösteren ve bilgilerini paylaşarak bana yol gösteren öncelikle tez danışmanım Prof. Dr. Selman TÜRKER'e ve değerli hocam Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ'a,

Laboratuvar çalışmalarında karşılaştığım her zorlukta desteğini esirgemeyen kıymetli hocam Dr. Öğr. Üyesi İsmail TONTUL'a ve Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümündeki bütün hocalarıma,

Tezimin her aşamasında abla samimiyetinde bana yol gösteren ve yanımda olan hocam Elif YAVER'e, bu süreçte bilgi birikimlerini paylaşmaktan ve manevi desteklerini hissetmekten büyük mutluluk duyduğum kıymetli dostlarım Nezahat OLCAY ve Merve AYDIN'a, tez analizlerimde yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Tekmile CANKURTARAN ve Mine ASLAN'a

Yüksek lisans eğitimim süresince maddi ve manevi her türlü desteği sağlayan, hedeflerim doğrultusunda beni teşvik eden başta babam Abdurrahman HARMANCI'ya ve abim Taner HARMANCI'ya,

Hayatta her ne yaşarsam yaşayayım yanı başımda olan biricik annem Vahide HARMANCI ve yaşam tarzını örnek aldığım, benim için bir yengeden öte olan Emame HARMANCI'ya,

Tez sürecimde hayatıma giren ve tez yazma aşamamda anlayışı ile desteğini üzerimden eksik etmeyen eşim İsmail UYAR'a,

Sonsuz teşekkür ederim.

Mümüne UYAR
KONYA-2021

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. Bisküvi	4
2.1.1. Bisküvi üretimi	5
2.1.2. Bisküvi üretiminde kullanılan hammaddeler ve etkileri	7
2.2. Yağ İkame Maddeleri	13
2.2.1. Yağ taklidi maddeler	17
2.2.2. Polidekstroz	18
2.2.3. Besinsel lifler	20
2.2.3.1. β -Glukan	27
2.2.3.2. Dirençli nişasta (DN)	29
2.2.3.3. Bezelye lifi (<i>Pisum sativum L.</i>).....	32
2.2.3.4. Havuç lifi	33
2.2.4. Proteinler.....	34
2.2.4.1. Kazein	34
2.2.4.2. Gluten.....	35
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	37
3.1. Materyal	37
3.2. Yöntem.....	37
3.2.1. Deneme planı	37
3.2.2. Bisküvi örneklerinin hazırlanması	37
3.2.3. Hammadde ve bisküvi örneklerine yapılan analizler.....	38
3.2.3.1. Renk ölçümü	38
3.2.3.2. Çap, kalınlık ve yayılma oranı	39
3.2.3.3. Nem tayini.....	39
3.2.3.4. Kül tayini	39
3.2.3.5. Ham yağ tayini	39
3.2.3.6. Protein tayini.....	39

3.2.3.7. Karbonhidrat tayini	40
3.2.3.8. Mineral madde	40
3.2.3.9. Besinsel lif	40
3.2.3.10. Toplam fenolik madde miktarı	40
3.2.3.11. Antioksidan aktivite	41
3.2.3.12. Tekstür ölçümü	41
3.2.3.13. Enerji değerinin belirlenmesi	42
3.2.3.14. Duyusal analizler	42
3.2.3.15. İstatistiki analizler	42
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	43
4.1. Hammadde Analizi Sonuçları	43
4.2. Besinsel lif kullanılarak üretilen bisküvilerin fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikleri	48
4.2.1. Renk değerleri	48
4.2.2. Çap, kalınlık ve yayılma oranı	53
4.2.3. Sertlik ve Kırılabilirlik	55
4.2.4. Su aktivitesi	59
4.2.5. Nem	59
4.2.6. Kül	60
4.2.7. Protein	61
4.2.8. Yağ	62
4.2.9. Karbonhidrat	63
4.2.10. Besinsel lif	66
4.2.11. Enerji	66
4.2.12. Toplam fenolik madde miktarı	68
4.2.13. Antioksidan aktivite	69
4.2.14. Mineral madde analizleri	72
4.2.15. Duyusal analizler	77
4.3. Yağ ikame maddeleri kullanılarak üretilen bisküvilerin fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikleri	79
4.3.1. Renk değerleri	79
4.3.2. Çap, kalınlık ve yayılma oranı	83
4.3.3. Sertlik ve Kırılabilirlik	85
4.3.4. Su aktivitesi	89
4.3.5. Nem	89
4.3.6. Kül	90
4.3.7. Protein	91
4.3.8. Yağ	91
4.3.9. Karbonhidrat	92
4.3.10. Besinsel lif	95
4.3.11. Enerji	96
4.3.12. Toplam fenolik madde miktarı	97
4.3.13. Antioksidan aktivite	98
4.3.14. Mineral madde analizleri	101
4.3.15. Duyusal analizler	106
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	108
6. KAYNAKLAR	110



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1. Bisküvi üretim akım şeması	7
Şekil 4. 1. Bisküvi örneklerine ait duyu analizi sonuçları	78
Şekil 4. 2. Bisküvi örneklerine ait duyu analizi sonuçları	107

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2. 1. Çeşitli besinsel liflerin kaynakları	21
Çizelge 2. 2. Çeşitli gıdaların ortalama besinsel lif içerikleri ¹	22
Çizelge 3. 1. Bisküvi formülasyonu	38
Çizelge 4. 1. Bisküvi üretiminde kullanılan bazı hammaddelere ait renk değerleri ¹	43
Çizelge 4. 2. Bisküvi üretiminde kullanılan bazı hammaddelere ait kimyasal analiz sonuçları ¹	46
Çizelge 4. 3. Bisküvi üretiminde kullanılan bazı hammaddelere ait mineral madde miktarları (mg/100g) ¹	46
Çizelge 4. 4. Bisküvi üretiminde kullanılan bazı hammaddelere ait kimyasal ve besinsel analiz sonuçları ¹	47
Çizelge 4. 5. Bisküvi örneklerine ait renk değerleri ¹	51
Çizelge 4. 6. Bisküvi örneklerinin renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları ¹	52
Çizelge 4. 7. Bisküvi örneklerinin renk değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	52
Çizelge 4. 8. Bisküvi örneklerine ait fiziksel analiz değerleri ¹	57
Çizelge 4. 9. Bisküvi örneklerinin fiziksel değerlerine ait varyans analizi sonuçları ¹	58
Çizelge 4. 10. Bisküvi örneklerinin fiziksel değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	58
Çizelge 4. 11. Bisküvi örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları ¹	64
Çizelge 4. 12. Bisküvi örneklerinin bazı kimyasal değerlerine ait varyans analizi sonuçları ¹	65
Çizelge 4. 13. Bisküvi örneklerinin bazı kimyasal değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	65
Çizelge 4. 14. Bisküvi örneklerine ait bazı besinsel lif ve enerji değeri sonuçları ¹	67
Çizelge 4. 15. Bisküvi örneklerine ait besinsel lif ve enerji değerlerinin varyans analizi sonuçları ¹	68
Çizelge 4. 16. Bisküvi örneklerinin besinsel lif ve enerji değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	68
Çizelge 4. 17. Bisküvilere ait toplam fenolik madde miktarı, antioksidan madde ve karbonhidrat sonuçları ¹	70
Çizelge 4. 18. Bisküvilere ait bazı değerlerin varyans analizi sonuçları ¹	71
Çizelge 4. 19. Bisküvilere ait bazı analizlerin çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	71
Çizelge 4. 20. Bisküvi örneklerine ait mineral madde miktarları (mg/100g) ¹	75
Çizelge 4. 21. Bisküvi örneklerinin mineral madde değerlerine ait varyans analizi sonuçları ¹	76
Çizelge 4. 22. Bisküvi örneklerinin mineral madde miktarlarına ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	76
Çizelge 4. 23. Bisküvi örneklerine ait renk değerleri ¹	81
Çizelge 4. 24. Bisküvi örneklerinin renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları ¹	82
Çizelge 4. 25. Bisküvi örneklerinin renk değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	82
Çizelge 4. 26. Bisküvi örneklerine ait fiziksel analiz değerleri ¹	87

Çizelge 4. 27. Bisküvi örneklerinin fiziksel değerlerine ait varyans analizi sonuçları ¹ .	88
Çizelge 4. 28. Bisküvi örneklerinin fiziksel değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	88
Çizelge 4. 29. Bisküvi örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları ¹	93
Çizelge 4. 30. Bisküvi örneklerinin bazı kimyasal değerlerine ait varyans analizi sonuçları ¹	94
Çizelge 4. 31. Bisküvi örneklerinin bazı kimyasal değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	94
Çizelge 4. 32. Bisküvi örneklerine ait bazı besinsel lif ve enerji değeri sonuçları ¹	97
Çizelge 4. 33. Bisküvi örneklerine ait besinsel lif ve enerji değerlerinin varyans analizi sonuçları ¹	97
Çizelge 4. 34. Bisküvi örneklerinin besinsel lif ve enerji değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	97
Çizelge 4. 35. Bisküvilere ait toplam fenolik madde miktarı, antioksidan madde ve karbonhidrat sonuçları ¹	99
Çizelge 4. 36. Bisküvilere ait bazı değerlerin varyans analizi sonuçları ¹	100
Çizelge 4. 37. Bisküvilere ait bazı analizlerin çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	100
Çizelge 4. 38. Bisküvi örneklerine ait mineral madde miktarları (mg/100g) ¹	104
Çizelge 4. 39. Bisküvi örneklerinin mineral madde değerlerine ait varyans analizi sonuçları ¹	105
Çizelge 4. 40. Bisküvi örneklerinin mineral madde miktarına ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	105

SİMGELER VE KISALTMALAR

a*	: (+) kırmızı, (-) yeşil renk değeri
b*	: (+) sarı, (-) mavi renk değeri
Ca	:Kalsiyum
Cu	:Bakır
Fe	:Demir
g	:Gram
GAE	:Gallik asit eşdeğeri
Hue	:Renk özü
K	:Potasyum
L*	:Parlaklık renk değeri
mg	:Miligram
Mg	:Magnezyum
ml	:Mililitre
mm	:Milimetre
Rpm	:Returns per minute
SI	:Doygunluk indeksi
Zn	:Çinko

1. GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesi ile beraber insanların yaşam tarzlarının değişimi, hayat kalitesinin artması ve tüketicilerin bilinçlenmesi, insanların besin ihtiyaçlarının ve beslenme alışkanlıklarının değişmesine sebep olmuştur. Bu durum gıdaları yalnızca temel ihtiyaçları karşılayan besin ögeleri olmaktan çıkartmış ve günümüzde ürün kalitesini iyileştirme gayretlerini de artırmıştır. Endüstriyel anlamda daha zengin, kaliteli, raf ömrü uzun, sağlıklı, tekstürel ve duyuşsal özellikleri geliştirilmiş çeşitli gıdaların güncel teknolojik ihtiyaçlar doğrultusunda üretilmesi doğru beslenmenin sağlanması adına atılan önemli adımlardan olmuştur. (Halaç, 2002; Uçar, 2011; Gözükara, 2013; Noğay, 2014; Demirel, 2017).

Özel gıdalar; dünyada yaygın olarak görülmeye başlayan obezite, diyabet vb. gibi kronik hastalıklara sahip tüketiciler için tasarlanan, vücudun temel besin ögesi ihtiyaçlarını karşılamasının yanında, içerdiği fizyolojik olarak aktif bileşikler ile insan metabolizması üzerinde yararlar sağlayan gıdalar olarak tanımlanmaktadır. Hastalık riskini azaltan ve bu vesileyle hastalıklardan korunarak daha sağlıklı ve uzun vadede yaşamayı sağlayan özel gıdaların üretilmesi de gıda endüstrisinde artarak önem kazanmıştır (Meral ve Doğan, 2009; Acun, 2011; Aksoylu, 2012; Giritlioğlu, 2017).

Tüketicilerin bu günlerde lif oranı yüksek ve kalori oranı düşük gıdalar tüketmesinin temel nedeni, sağlık sıkıntıları yaşamadan hayat standartı yüksek bir yaşam sürmek istemeleridir (Meuser ve ark., 1994). Tüketicilerin doğal katkı maddesi kullanımına ve fonksiyonel özellik gösteren sağlıklı ürünlere yönelmesi, bu özelliklerdeki gıda ürünleri ile ilgili çalışmaların ve bilimsel araştırmaların artmasına neden olmuştur (Köklü, 2007; Uçar, 2011; Ergün, 2012). Bisküvi kalori değeri oldukça yüksek olan gıda ürünlerinin başında gelmektedir. Bu nedenle son yıllarda bisküvi üzerine yürütölen çalışmalar çoğunlukla çeşitli hububatların, meyve sebze liflerinin ve tahıl kepeklerinin ilavesi ile besinsel liflerce zengin ve kalori değeri azaltılmış bisküvi formölasyonun tasarlanması üzerine yoğunlaşmıştır.

Unlu mamuller, içerisine tekstür sağlayıcı, besin değeri artırıcı veya aroma verici olarak kullanılan katkı maddelerinin de ilaveleri ile farklı formölasyonlarda üretilen ve bu sayede besinsel niteliği ve fonksiyonel özelliği kolayca artırılabilen gıda grupları arasındadır (Elgün ve Ertugay, 1995; Köklü, 2007; Ergün, 2012). Unlu mamullerin dünyada hala en çok tüketilen gıda maddelerinin başında gelmesinde; farklı bileşik, gıda maddesi ya da katkıların eklenerek ürün çeşitliliğinin kolayca sağlanabilmesi ve her

yaştan, her kesimden tüketiciye hitap etmesi gibi sebepler sıralanabilir (Aktaş, 2011; Aydın, 2012; Ulutürk, 2018). Bisküvi unlu mamuller arasındaki en önemli yere sahiptir (Gözükara, 2013).

Geçmişte denizciler, gezginler ve askerler tarafından tüketilen, günümüzde çeşitli seçenekleri olduğu için her kesimden insana hitap eden, çocuklar için çikolataya kıyas ile daha sağlıklı bulunan ve ana öğünümüzün dışında, atıştırmalık olarak ayaküstü yenilebilen bisküvi, beslenmemizde kıymetli bir yere sahiptir (Özkaya ve ark., 1984; Yıldız, 2012).

Çeşitli nedenlerden dolayı günümüzde tüketimi hızla artan bisküvi; yumuşak buğday unu, şeker ve yağ ilavesiyle hazırlanan hamurun şekillendirilmesiyle elde edilen atıştırmalık bir tahıl ürünüdür (Elgün ve Ertugay, 1995).

Gıdalarda sıkça kullanılan besinsel lifler; insan ince bağırsağında sindirilmeyen, kalın bağırsakta tamamen ya da kısmen fermente olan ve esas olarak karbonhidratlardan oluşan bitkisel kaynaklı gıda bileşenleridir (Saldamlı, 1998). Gıda formülasyonlarında kullanılan besinsel liflerin sağlık üzerindeki birçok olumlu etkisi ile beraber diyet ürünlerinin temel bileşenini oluşturma sebebi, gıdalardaki düşük enerji değeridir. Besinsel liflerin kalın bağırsak fonksiyonlarını düzenlediği, glukoz ve lipid metabolizması ile mineral absorpsiyonu üzerinde fizyolojik etkilerinin olduğu, divertiküloz, kabızlık, hemoroit, kolon kanseri, şişmanlık, diyabet ve kalp damar hastalıklarına karşı koruyucu etkilerinin olduğu (Dülger ve Şahan, 2011), su absorbe etme özelliği ile tokluk hissini artırarak kilo kaybını hızlandırdığı (Sakata, 1995; Howarth ve ark., 2001), lipid metabolizmasına etki ederek toplam ve LDL kolesterolün düşmesine etki ettiği bilinmektedir (Rimm ve ark., 1996; Burdurlu ve Karadeniz, 2003).

Günlük diyetinde enerjinin en yoğun kaynağı olan yağlar, karbonhidratlar ve proteinlere göre iki kattan daha fazla enerji sağlamaktadır. Yüksek yağ içeriğine sahip olan gıdaların tüketilmesiyle fazla miktarda alınan enerjinin sebep olduğu obezite gibi hastalıkların artmış olması bu konuda yapılan çalışmaları artırmaktadır. Ancak ortaya çıkan bir takım tekstürel ve duyuşsal bozukluklar ikame maddeleri ile giderilmeye çalışılmaktadır.

Kaliteli bir bisküvi iki temel özellik ile ifade edilebilmektedir. Bunlar bisküvinin genişliğini ve yüksekliğini anlatan “boyut” ve ağızda dağılma hissini sağlayan “gevreklik” tir. İstenilen özellikte gevrek bir bisküvi eldesi için kullanılan shortening ve yumuşak buğday unu en önemli faktörlerdir. Bisküvinin boyutu üzerinde etkili olan

yayılma özelliği ise paketleme aşamasında önemli bir yere sahiptir (Hoseney, 1998; İnkaya, 2008).

Bu çalışmada; un oranları azaltılarak β -glukan, polidekstroz, dirençli nişasta, bezelye lifi ve havuç lifi ve yağ oranları azaltılarak içerisine farklı miktarlarda β -glukan, polidekstroz, dirençli nişasta, kazein, gluten kullanılarak bisküvi üretimi gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu çalışmanın amacı yağ ikamesi ve besinsel lif ilavesiyle enerji değeri düşürülmüş, besleyici değeri yüksek ve kaliteli bisküvi üretiminin gerçekleştirilmesidir.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Bisküvi

Bisküvi, görünüşü, tadı ve üretiminde kullanılan un tipi ile kek ve krakerden ayrılabilen, yumuşak buğday unundan üretilen önemli gıda ürünlerinden biridir (İnkaya, 2008). Bisküvi tüketimi, gelişmiş ülkeler başta olmak üzere hem dünyada hem de ülkemizde hızla artmaktadır. Bu yoğun talebinin başlıca nedenleri görünüş ve tadının cezbedici olması, uzun süre bayatlamadan saklanabilmesi, besin kalitesinin iyi olması ve hazır gıda maddesi olarak öğün dışı beslenmede önemli bir yer tutmasıdır (Sudha ve ark., 2007a; Karaduman, 2013).

Latinedeki kökeni “biustus” ve eski Fransızcadaki kökeni “bescoit” olan bisküvi kelimesi, ‘biscuit’ adı ile Avrupa’da bazı ülkelerde ve yine İngiltere’de de sıkça tüketilmektedir. Özellikle Amerika Birleşik Devletleri önde gelmek üzere başka ülkelerde de formülleriyle ve üretim yöntemleri ile bisküvilerden ayrılan fakat başka hiçbir kategoriye girmeyen, kimyasal olarak kabartılmış ekmekler için de yine ‘biscuit’ kelimesi kullanılmaktadır (Hoseney, 1998; Manley, 2011; Can, 2015). Günümüzde başlıca bisküvi ihracatçısı ülkeler Avrupa Birliği’ne üye ülkeler iken başlıca ithalatçılar ise bu ülkelerin yanında Kanada ve ABD’dir (Bilgin, 2006).

Türk Standartları Enstitüsü’nün hazırladığı TS 2383 no’lu Bisküvi Standardına göre bisküvi; “kabartıcı özellikte olan maddeler, tatlandırıcı özellikte olan şeker, bitkisel yağlar, tuzun ve ihtiyaç olduğu zaman peynir altı suyu tozu, glikoz, süt tozu, nişasta, yumurta, invert şeker ve gıda mevzuatında müsaade edildiği ölçüde aromatan ve tatlandırıcı olarak kullanılan diğer ürünler ile isteğe bağlı olarak çeşni maddelerinin tahıl unu içine ilave edilmesi ve içilebilir su ile yoğurulması aşamasından sonra, şekillendirme yapılarak pişirilen unlu mamul” olarak tanımlanmaktadır (Acun, 2011; Demirel, 2017).

Bu standarda uymak koşulu ile temel ingrediyeentler ve içerisine eklenen diğer maddelerde yapılan formülasyon değişiklikleri veya yapım aşamasındaki değişikliklere göre birçok bisküvi çeşidi üretilebilmektedir (Ulutürk, 2018). Bu bağlamda bisküvi, tuz ve şeker ilavesine bağlı olarak çeşitlere, sade ve katkı maddeleri ilavesine göre ise tiplere ayrılarak çeşitlendirilmektedir (Madenci ve Türker, 2011).

Bisküvinin başlıca bileşenleri un, şeker, yağ, glukoz, süt ve süt tozu olmasının yanında, bunlara ilaveten invert şeker, tuz, karamel, lesitin, kakao, kuru yemişler,

baharatlar, antioksidanlar ve GRAS özellikte gıda boyaları ve aroma geliştiricileri de içermektedir. Formülasyondaki bu bileşiklerin çeşitleri ve oranları ile pişirme süresi ve sıcaklığı son ürünün kalitesi üzerinde oldukça önemli etkilere sahiptir (Yıldız, 2012).

Bisküvi örneklerinin kimyasal kompozisyonunu belirlemeye yönelik yapılan bir çalışmada ; ortalama protein miktarı %5.3-10.4, ham selüloz miktarı %0.14-1.92, yağ miktarı %4,4-30.5, tuz miktarı %0.18-2.75, kül miktarı %0.40-1.54 ve nem miktarı %2.1-7.7, ortalama tiamin miktarı 0.92 µg/g ve riboflavin miktarı ise 0.77 µg/g olarak tespit edilmiştir (Özkaya ve ark., 1984).

Öğün dışı beslenmede önemli bir atıştırılabilirlik olarak, dünya çapında sıkça tüketilen bisküvinin ülkemizdeki kişi başı yıllık tüketimi 5-6 kg olarak belirlenmiştir (Aydın, 2014; Demirel, 2017; Ulutürk, 2018). Gıda alanında önemli ve hızlı bir gelişim gösteren bu sektör, %3-4 gibi bir büyüme oranı göstererek dünya çapında yılda yaklaşık 15 milyon ton üretim kapasitesine sahiptir (Demirel, 2017). Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre, 2011 senesi itibari ile Türkiye’de toplam bisküvi üretimi 605 bin ton civarındadır. Gelişen teknolojik imkanlar doğrultusunda bu sektör giderek gelişmekte ve sanayinin önemli bir kolu olmaktadır (İnkaya, 2008; Aydın, 2014).

2.1.1. Bisküvi üretimi

Bisküvi, eski zamanlarda gezgin, asker ve denizcilerin beslenmesinde sıklıkla yer alan, günümüzde hammadde ve üretim şekillerindeki değişiklikler sebebiyle sadece belirli gelir seviyesindeki bir kesime değil, geniş bir kitlenin tüketimine sunulabilen dayanıklı, ucuz, doyurucu ve yüksek besin kalitesine sahip bir gıda ürünüdür (İnkaya, 2008; Aydın, 2014; Can, 2015; Demirel, 2017; Ulutürk, 2018).

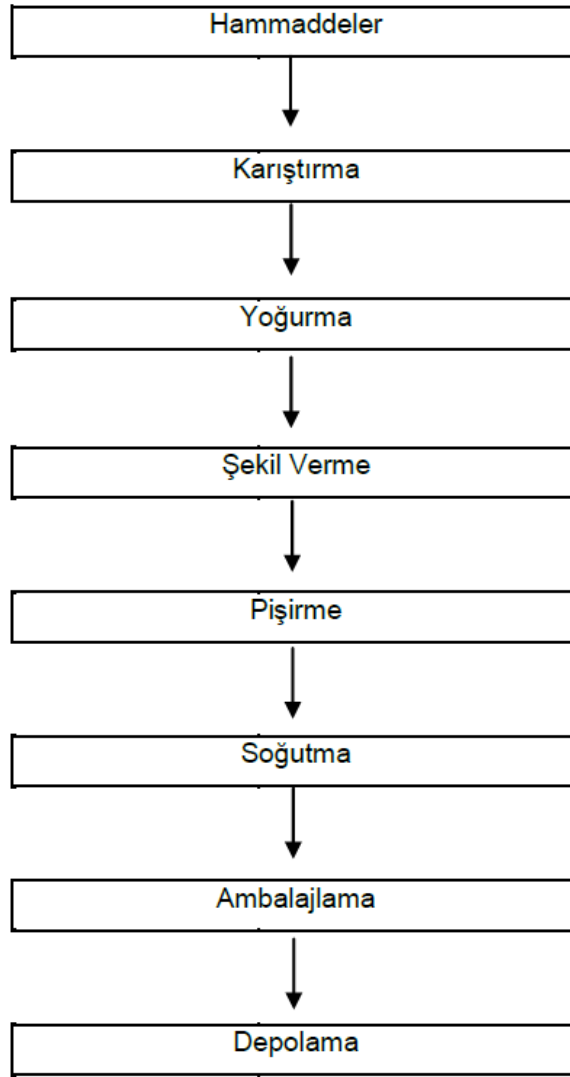
Bisküvi üretiminde tel kesme, keski ve rotatif (döner-kalıp) olmak üzere üç farklı hamur kullanılmaktadır (Hoseney, 1998). Bunlardan sıkça kullanılan rotatif hamur çeşidinde şortening ve şeker oranının fazla, unun içeriğindeki nem değeride dahil olmak üzere kullanılan su miktarının çok az olduğu bildirilmektedir. Bu tür hamurlarda, nem miktarının gereğinden fazla artırılmaması için hamura ilave edilen maddelerden yumuşaklık verenlerin belirli bir sınırın altında tutulması gerekmektedir. Rotatif hamurlar ufalanan yapıda, partiküllü, sert ve elastik olmayan bir hamur yapısına sahiptir. Bu hamurlarda yoğurma esnasında gluten oluşumu görülmemesi istenir. Kullanılan plastik shorteningler hamurda yapışkan bir yapı sağlamaktadır. Rotatif hamur kullanılarak üretilen bisküvilerin düşük nem içeriği dolayısıyla pişme sırasında

yayılma göstermemeleri (Ünal, 1991; Hoseneý, 1998; İnkaya, 2008), içyapılarının sıkı ve yüzeylerinin ise ince olması beklenmektedir (Ünal, 1991; İnkaya, 2008).

Kesme hamurunun, rotatif olarak adlandırılan hamur çeşidine kıyasla, su miktarının fazla, şortening ve şeker miktarının ise az olduğu bildirilmiştir. Yufka haline getirilerek üretilen bu tip hamurlarda, pişirme esnasında yayılma ve deformasyon meydana gelmemesinin sebebi olarak gluten gelişimi gösterilmiştir (Ünal, 1991; Hoseneý, 1998; İnkaya, 2008).

Tel kesme olarak adlandırılan hamurun ise sert olmayan yağlı dokusundan kaynaklı, akışkan bir yapıya sahip olduğu bilinmektedir (Ünal, 1991; Hoseneý, 1998; İnkaya, 2008). Telin kestiği noktadan düzgün bir şekilde ayrılması istenen bu tür hamurlarda kuyruk oluşumu istenmezken, yayılma arzu edilen bir özelliktir (Ünal, 1986; Aksoylu, 2012).

Bisküvinin pişirme işlemi bisküvi yapı ve tekstürünün geliştiği, nem içeriğinin azaldığı ve ürün yüzeyinde renk gelişiminin olduğu faz olmak üzere üç faz ile gerçekleşmektedir (Çınar, 2018). Bisküvi üretim akım şeması Şekil 2.1.'de verilmiştir (Aksoylu, 2012).



Şekil 2. 1. Bisküvi üretim akım şeması

2.1.2. Bisküvi üretiminde kullanılan hammaddeler ve etkileri

Bisküvinin birden fazla çeşidi bulunmakta olup bu durumun en temel sebepleri, formulasyondaki, yoğurma tekniğindeki ve pişirme koşullarındaki mevcut farklılıklardır. Hemen hemen bütün bisküvi çeşitlerinde kullanılan ana hammaddeler arasında buğday unu, kabartma tozu, tuz, şeker, şortening ve su bulunmaktadır. Bu ana bileşenlerin her biri üretim sonunda elde edilen son ürünün yayılma oranı, tekstür, renk ve tüketim kalitesi gibi fiziksel ve kimyasal özelliklerini önemli ölçüde değiştirir (Thebaudin ve ark., 1997; Doğan, 1999; Ulutürk, 2018). İstenilen özelliklerin elde edilmesi için ürün formülasyonu ve proses aşamasında hamurun homojen olmasından pişirme süresi ve sıcaklığına kadar her ayrıntıya özen gösterilmelidir.

Bisküvi üretiminde, protein içeriği düşük buğday türü olan *Triticum compactum* dan elde edilen un kullanılmaktadır (Elgün ve Ergutay, 1995). Bisküvi üretiminde kullanılacak olan unun, nişasta miktarı yüksek ve protein miktarı ise düşük olmalıdır (Gündoğdu, 1997; Yaralı, 2018). Bisküvi üretiminde en uygun buğday türü olarak rapor edilen tür “Topbaş” tır (Duman, 2016). Üretilen bisküvilerin iç yapısının daha homojen, yumuşak ve yayılma özelliğinin olmasının temel sebeplerinden birisi, yumuşak buğday ununun kullanılmasıdır.

Bisküvilik unun, fiziksel ve kimyasal özellikleri son ürünün kalitesini etkilemektedir. Unun önemli özelliklerinden birisi de partikül boyutudur. Genelde bisküvi unları için tercih edilen ortalama partikül boyutu 50µm dir. İnce un gevrek ve güzel bir bisküvi üretilmesini sağlamaktadır. Unun partikül boyutu inceldikçe yüzey alanı genişlemekte, daha fazla su absorbe etmekte ve daha çabuk ve kolay mayalanmaktadır (Bode ve ark., 1964). İnce un sert hamurlar için pişirme esnasında daha az gelişme eğilimi ve daha yüksek bir yoğunluk göstermektedir. Rotatif hamurlar için ise daha ince un tam tersi bir etki göstererek, pişirme esnasında daha çok gelişme ve daha düşük yoğunlukta bir bisküvi ortaya koymaktadır (Manley, 2000).

Bisküvi üretiminde genel olarak beyazlatılmamış, sarımtırak un rengi istenmektedir. Çok beyazlatılmış unlardan elde edilen bisküvilerde gri-kül rengi bir görüntü meydana gelmektedir (Elgün ve Ergutay, 1995). Bisküvilik unun önemli bileşenlerinden biriside glutendir. Bisküvinin içindeki bileşenlerin hamurun yapısında kalmasını sağlayarak, mayalanma aşamasında ve ardından pişirme aşamasında meydana gelen gazları hamura hapsederek, bisküvinin elastik yapısını oluşturmaktadır (Gündoğdu, 1997; Türker, 2008).

Bisküvilik un olarak genellikle, protein içeriği %9.5-10.5 (%14 rutubet içeriği temel alınmıştır) aralığında olan ve uzayabilirlik yeteneği yüksek gluten içeren unlar kullanılmaktadır. Daha düşük protein içerikli unlardan yapılan bisküvilerin sıkı ve yoğun yapılı olduğu görülmektedir (Posner ve Hibbs, 1999; İnkaya, 2008). Ayrıca bisküvi üretimi için tercih edilen unların kimyasal bileşimleri ortalama; nem %12.8, kül %0.5, protein %8.5, yağ %1.4, nişasta %77.5 ve polisakkaritlerden (nişasta olmayan) %3.1 olarak tespit edilmiştir (Aksoylu, 2012).

Aynı zamanda kullanılacak olan un; hamura kolay şekil vermeli, bisküvide şekil deformasyonuna sebep olmamalı, optimum yayılım sağlamalı, son ürünün ideal renk ve gevreklikte olmasını mümkün kılabilmelidir. Bisküvilik unun gluten içeriği düşük

değerde ya da orta değerde olmalı iken; sedimantasyon değeri, su absorpsiyonu ve α -amilaz aktivitesi düşük değerde olmalıdır (Faridi ve ark., 2000; İnkaya, 2008).

Buğdayın öğütülmesi sırasında, endosperm kırılarak ezilmekte ve nişasta granüllerinin bir kısmı fiziksel olarak zarar görerek zedelenmektedir. Zedelenmiş nişasta hamur yapımı sırasında unun su absorbe etme özelliğini önemli ölçüde etkilemektedir. Aşırı suyun varlığında sağlam nişasta tanelerinin ağırlıklarının %33 ünü ve zedelenmiş nişasta tanelerinin ise tam olarak kendi ağırlığı kadar suyu absorbe ettiği bildirilmiştir (Manley, 2000).

Bisküvinin en önemli ve temel bileşenlerinden bir tanesinde yağdır. Yağ son üründe sertlik ve kırılabilirlik gibi tekstürel özellikleri, tat, koku ve görünüş gibi duyuşal özellikleri etkilerken; hamurun da reolojik özellikleri ve işlenebilirlik özelliğini etkilemektedir (Vettern, 1984; Drewnowski ve ark., 1998; Stauffer, 1998; O'Brien ve ark., 2003; Jacob ve Leelavathi, 2007). Yağ globülleri hamurun yoğunluğunu azaltmaktadır (Maache-Rezzoug ve ark., 1998).

Bisküviye ilave edilen yağın, ilave edilen şekere göre tekstürel anlamda daha önemli bir payı olduğu bildirilmektedir (Campbell ve ark., 1994). Yapılan araştırmalara göre bisküvi renginde koyulaşmaya ve gevrekliğin azalmasına bisküvi içerisindeki yağ miktarının artması sebep olmaktadır (Maache-Rezzoug ve ark., 1998). Bisküviye tatlandırıcı olarak ilave edilen şekerin son ürünün tekstürel özelliklerinde meydana getirdiği sertleştirici etkiyi, yağ azaltmakta ve duyuşal anlamda da önemli katkıları bulunmaktadır (Drewnowski ve ark., 1998; Hosney, 1998). Ürünlerde fazla miktarda bulunan yağın oksidatif bozulmaların artmasına sebep olmasının yanı sıra kabarma olumsuz yönde etkilenmekte ve kırılabilirlik artmaktadır. Bu nedenle yağ yeteri miktarda kullanılmalıdır. Yeterli miktarda yağın, ürünün pişme süresini kısaltıp ürüne güzel bir renk verdiği belirtilmiştir (Hosney, 1998).

Ekmek, kek, kraker, bisküvi ve diğer fırıncılık ürünlerinin imalatında kullanılan ve şortening adı verilen yağlar; gıdaların saklama esnasındaki niteliklerinin ve kalori değerlerinin artırılmasını, sabit bir yapı oluşmasını ve arzu edilen aromanın oluşmasını sağlar (Chrysam ve ark., 1985). Hamurlu yapılarda birbirlerini sarmalayarak uzun bir dizilimde bulunan bu yağlar, gluten proteini ve nişasta yapısının hücre duvarında kırılmalara sebep olarak uzun değil, kısa ve yağlı lif parçalarının sebep olduğu yumuşak özelliğe sahip yapı kazandırır (Nas ve ark., 1998).

Bisküvinin yapışma özellikleri ve tadı üzerinde yağın önemli bir etkisi bulunmaktadır. Bisküvi üretiminde kullanılan yağın niteliği çok önemlidir. Yağlayıcılık

açısından yağın yumuşak olması tercih edilirken, bozulmaması bakımından da yağın katı olması tercih edilmektedir. Yağ hamurdaki kabarcıklı yapının oluşmasındaki önemli etkenlerden birisidir. Gluten ve nişastanın oluşturduğu kitlesel yapıyı yağ parçalamakta ve yumuşak ve kolay hazmedilebilir bir yapının meydana gelmesini sağlamaktadır. Su oranı az olan ürünlerde daha fazla yağ kullanılarak gluten ve nişastanın sebep olduğu topaklı yapının oluşması engellenebilmektedir (Ünal, 1986). Bir başka deyişle nihai ürünlerdeki yeme kalitesi, yumuşaklık, ağızda kolay dağılma özelliğini, içerisindeki yağ sağlamaktadır (Manley, 1991; Türker, 2014). Hamurun oluşması sırasındaki yapışmayı engelleyerek, hamura ilave edilmesi için gerekli olan su miktarını azaltmaktadır (Türker, 2014).

Hamurun meydana gelmesi ve reolojik özellikleri gibi daha birçok özelliğin iyileştirilmesi için kullanılan temel ingredientlerin başında su gelmektedir. Su, hamura viskoelastik yapı kazandırması, fermantasyonunun oluşmasına etki etmesi ve son ürün kalitesi üzerine etki etmesi açısından oldukça önemlidir (Ünal, 1991; Elgün ve Ergutay, 2002; İnkaya, 2008). Bisküvi kalitesi açısından en önemli etkenlerden bir tanesi suyun kalitesidir. Suyun kalitesini yapısında bulundurduğu organik bileşikler ile mineraller belirlemektedir. Bu kalite kriterlerin ise bisküvinin aroma, renk ve fiziksel özelliklerini etkilediği bilinmektedir (Matz, 1978; Faridi ve ark., 2000). Bisküvi üretiminde yumuşak sular hamurun yapışkan bir hale gelmesine sebep olup, gaz tutma özelliğini azaltıp, düşük su absorpsiyonuna sebep olurken; sert sular hamuru çok sertleştirmekte, yoğurma zamanını uzatmakta, elastikiyeti azalmakta ve hamurun uzama mukavemetini ve enerji değerini arttırmaktadır. Sert ve yumuşak sulardaki bu istenmeyen özelliklerden dolayı kullanılması en uygun suyun, orta sertlikteki sular olduğu bilinmektedir (Hoseney, 1998; Faridi ve ark., 2000; İnkaya, 2008).

Tatlandırıcılar da bisküvinin temel ingredientlerindedir. Bisküvi üretim aşamasında invert ve kristal şeker, melas, glikoz şurupları, malt şurupları gibi tatlandırıcılar ilave edilmektedir. Şeker; kristal, pudra veya şurup olmak üzere farklı şekillerde kullanılmaktadır (Ulusoy, 2011). Bisküvi formülasyonun da hamura ilave edilen tatlandırıcılar, bisküvi tatlandırma etkisinin yanı sıra sertlik ve kırılma gibi tekstür, tat, aroma gibi duyu özellikler, L^* , a^* , b^* gibi renk değerleri ve yayılma oranı gibi fiziksel özelliklerini etkilemekte, bayatlamayı geciktirmekte ve bu nedenle tüketim süresini artırmaktadır (Maache-Rezzoug ve ark., 1998; Faridi ve ark., 2000; Madenci ve Türker, 2011). Pişme sırasındaki nişasta jelatinizasyonunun ve protein denatürasyonunun engellenmesi tatlandırıcıların bisküvi yapısı üzerindeki etkisine

sebebi olmaktadır (Faridi ve ark. 2000). Böylece bisküvi gevrek bir yapıya sahip olmaktadır (Bean ve Setser 1992).

Beyaz şekerin yapım aşamasında şurupta artı kalan şekerde kristallenme meydana gelir, meydana gelen şeker kristallerine santrifüj uygulanması ile oluşan yan ürün esmer şeker olarak bilinen şeker çeşididir. Fırıncılık ürünlerinde esmer şeker aroma, renk ve partikül özelliklerinin oluşmasını sağlamaktadır (Matz ve Matz, 1978).

İnvert şeker, sakkarozun yapısındaki fruktoz ve glikoz bileşenlerine ayrılması ile elde edilmektedir. Sakkarozun bileşenlerine ayrılması için asit ile çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Bisküvilerde renk, aroma, kaliteyi artırıcı ve yayılmayı geliştirici rol oynamaktadır (Pylar, 1988). Kristalizasyona dirençli olduğu için bisküvinin raf ömrünü uzatmaktadır (Ünal, 1991).

Bisküvi üretim aşamasında tatlandırıcı olarak sıvı tatlandırıcılar ilave edilebileceği gibi mevzuatta izin verilen çeşitli şeker gruplarında ilave edilebilmektedir (Matz ve Matz, 1978; Hosenev, 1998; Faridi ve ark., 2000). Sıvı tatlandırıcıların çeşitli elde edilme yöntemleri vardır. Bir tanesi sakkarozun suda çözünmesi, bir diğeri invert şekerin suda çözünmesidir. Sakkarozun ve invert şekerin birlikte suda çözünmesinde sonucunda da sıvı tatlandırıcılar meydana gelmektedir. Sıvı tatlandırıcıların 1950'li yıllardan bu yana gıda sektöründe kullanım alanı vardır. Sakkaroz ve mısır şurubu karışımı en çok tercih edilen tatlandırıcı karışımıdır (Ünal 1991). Bu sıvı tatlandırıcıların, fiziksel ve kimyasal özelliklerinden bazıları diğeri tatlandırıcıların özelliklerinden farklıdır (Pylar, 1988).

Bisküvilerin L^* , a^* , b^* değeri üzerinde oldukça etkili olan mısır şurubu; mısır nişastasından üretilen kıvam olarak koyu bir sıvıdır (Pylar, 1988; Faridi ve ark., 2000). Şekerin renk oluşumundaki etkisi enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları ile meydana gelmektedir (Ulusoy, 2011).

Bisküvilere ilave edilen tatlandırıcı çeşitleri ve tatlandırıcıların ilave miktarları hamurda ve son üründe fiziksel ve kimyasal birçok önemli faktörü etkilemektedir (Matz ve Matz, 1978; Faridi ve ark., 2000; İnkaya, 2008). Bundan dolayı bisküvi üretim aşamasında hamura ilave edilecek olan tatlandırıcıların oranının, eklenecek olan su miktarları ve diğeri sıvı ingredientler göz önünde bulundurularak hesaplanması gerekmektedir (Ünal, 1991). Bisküvi üretiminde tatlandırıcı olarak kullanılan şekerin son üründe istenmeyen tekstürel özelliklere neden olduğu görülmüştür (Madenci ve Türker, 2011).

Kabartma ajanları bisküvi üretiminin belirli bir aşamasında hamuru hafifleten veya genişleten maddelerdir (Francis, 1999; Aksoylu, 2012). Kabartma ajanlarının tekstür gelişimi için reaksiyon sonucu gaz üretmesi, çoğunlukla hamura tek ya da kombinasyon halinde ilave edilmesi ile mümkün olmaktadır (Manley, 2000; Taş, 2011).

Bisküvi üretiminde kimyasal kabartıcı olarak kullanılan amonyum bikarbonat ve sodyum bikarbonat asidik bir maddeyle kullanıldığında, ürünün kabarma özelliği daha düzgün ve fazla olmaktadır. Bisküvide kullanılan asit ve alkali kabartıcıların dengede olması; alkali fazlalığında renk sararmasına ve sabun lezzetine sebep olmaması; asit fazlalığında ise bisküvinin ekşi, asidik bir tada sebep olmaması açısından oldukça önemlidir (Ünal, 1986; Ulusoy, 2011).

Bisküvi üretimi yapılırken genel itibari ile %10-30 oranında yüzey aktif madde ve antioksidan içeren hidrojene katı yağlar kullanılmaktadır. Çoğunlukla bu grup içinde yer alan şorteningler tercih edilmektedir (Elgün ve Ergutay, 1995; Hosoney, 1998).

Bisküvi üretiminde genellikle kullanım kolaylığından dolayı tercih edilen süt tozu ve peynir altı suyu tozu gibi süt ve süt ürünleri, bisküviye hoş bir koku, güzel bir renk ve yapı oluşumu sağlar. Süt ve süt ürünleri, ürünün yumuşak kalmasında ve besin değerinin artmasında da önemli bir yere sahiptir (Ünal, 1986; Öztürk, 1998; Ulusoy, 2011; Aksoylu, 2012).

Yumurta ise bisküvi üretiminde yapı geliştirici olarak kullanılmaktadır. Emülsifier özelliğinin olmasının yanı sıra çoğu bisküvi için pahalı bir girdi olması sebebiyle kullanılmamakta ve başka kaynaklardan sağlanmaktadır (Manley, 2000).

Nişasta sıkı yapıdaki hamurun sertliğini azaltmak için kullanılmaktadır. Fakat genellikle un miktarının %6'sını geçmemesi gerektiği önerilmektedir. Yüksek kullanımlarda koku, tat ve kabuk oluşumunu negatif yönde etkilediği söylenmektedir (Aksoylu, 2012).

Tuz bisküvideki en önemli lezzet faktörlerinden birisi olmasına rağmen fazla kullanımlarda gluteni sertleştirerek ürün hacmini azaltmaktadır. Taze maya aktivitesini olumsuz yönde etkileyen tuz, hamurun lipitleri bağlama kapasitesini de önemli oranda azaltarak, olumsuz yönde etkilemektedir. Çoğu bisküvi hamuruna %1 oranında tuz ilave edilmektedir (Anonim, 2013).

Emülgatörler, hamurun içerisindeki yağın karışmasını sağlayarak tekstürün iyileşmesini desteklerler. Bisküvide yağ miktarının azalması, tadın bozulmasına sebep olacağından emülgatör kullanılarak yağın işlevselliği artırılır ve %20 ye kadar daha az

yağ ile aynı yeme kalitesinde bisküvi üretilebilir (Manley, 2000). Soya ve ayçiçek lesitini sıkça kullanılan emülgatörler arasında yer almaktadır.

Bisküviye hoş bir aroma kazandırmak için çeşitli aromaların kullanımı da tercih edilebilir. Doğal ve yapay olarak iki sınıfa ayrılan bu aromalar; yağ bazlı, su bazlı ve hem yağ hem su bazlı olmak üzere çeşitlendirilmektedir.

2.2. Yağ İkame Maddeleri

İnsan vücudundaki önemli fonksiyonları dışında, başlıca enerji kaynağı olan yağlar; gıdaların görünüşü, yapısı, aroması ve damak zevkine önemli ölçüde etki etmektedir. Bununla beraber vücudun normal işlevini yerine getirmesi için, Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) görüşüne göre, sağlıklı beslenmede insan, günlük ihtiyacı olan enerjinin %25-30'unu yağlardan karşılamalı ve bunun 1/3'ü doymuş, 1/3'ü doymamış ve 1/3'üde çoklu doymamış yağ asitlerini içermelidir (Ney, 1988; Alexander, 1994).

Yağlar 9 kcal/1 gram enerji sağlamaktadır. Yağlar vücudumuzda depo edilen, A, D, E, K gibi yağda çözünen vitaminlerinin emiliminde ve taşınmasında görev almaktadır. Organların çevresini sararak koruyucu görev alan yağlar, lipolitik ilaçların taşıyıcısı olmakla beraber, esansiyel yağ asitlerinin kaynağıdır (Jones, 1996; Kuyumcu, 2003)

Son yıllarda yapılan araştırmalarda, fizyolojik faydalarına rağmen beslenmemizde yer alan hayvansal yağların, birçok kronik hastalığa neden olduğu bildirilmiştir (Reddy ve ark., 1980; Kuyumcu, 2003). Bu hastalıkların yanı sıra, gut, diyabet, yüksek tansiyon, dolaşım sistemi rahatsızlıkları gibi daha birçok hastalığında arttığı gözlenmektedir. Aşırı gıda tüketimi, hareketsizlik, diyetle fazla oranda doymuş yağ alımı ve kolesterol içeren gıdaların tüketimi ile bu hastalıkların görülmesi doğru orantılıdır (Vatanseven, 2015). Obezite ve bazı kanser türleri ile yüksek yağ tüketimi yakından ilişkilendirilirken, yüksek kan kolesterolü ve koroner kalp hastalıkları ile doymuş yağların tüketimi uzun yıllardır ilişkilendirilmektedir (Anonymous, 1988, Anonymous, 1996; Güven ve ark., 2005).

Günümüzde artan porsiyonların ve bununla beraber tükettiğimiz yüksek enerjili yiyeceklerin beslenme alışkanlıklarındaki problemlere neden olarak, kilo alımındaki artışı ve çeşitli hastalıkları beraberinde getirdiği bilinmektedir. En sık rastlanan beslenme sorunlarından bir tanesi gereğinden fazla enerji alımı olduğu için, kadınların

%39'u erkeklerin ise %37'si fazla kiloludur (Demirci, 2003). Yüksek enerjili beslenmeden meydana gelen bu aşırı kilo, obezite gibi hastalıklar beraberinde diyabet, hipertansiyon ve ilerlemiş arteriosklerozis hastalıklarını getirmektedir (Damyanovi ve Barton, 2008). Tüm dünyada görülen, yağdan ve beraberinde fazla enerji alımından kaynaklanan sağlık sorunları, tüketicilerin beslenme alışkanlıklarının değişmesine sebep olmaktadır. AB ve ABD gibi özellikle gelişmiş ülkelerde tüketiciler beslenme konusunda daha bilinçli hareket ederek düşük kalorili ya da az yağlı süt ürünlerine pazarda, giderek artan bir pazar payı ile yer vermektedir (Güven ve ark., 2005).

Günlük diyetle toplam yağ alımı azaltıldığı takdirde kalp-damar hastalıkları, hipertansiyon ve diyabet gibi daha birçok hastalık kontrol edilebilir hale gelmektedir. Kandaki toplam ve düşük yoğunluklu lipoprotein düzeyi de doymuş yağ alımının sınırlandırılması ile kontrol altına alınabilir. Bu konularda özellikle hayvansal yağ içeren gıdaların alımının azaltılması yönünde eğilim vardır (Ohmes ve ark., 1998).

Dünyada tüm sağlık uzmanları obezitenin küresel bir sorun olduğu ve yüksek tansiyon, kalp krizi, felç, tip 2 diyabet, safra kesesi hastalıkları ve güncel tüm kanserlerin obeziteyle ilişkili olduğu konusunda hemfikirdir. Bunlara sebep olan gereğinden fazla yağ alımının ve buna bağlı olarak kaloriyi azaltmanın tek yolu yağın yerine başka bir madde kullanmaktır (Vatanseven, 2015).

Yukarıda belirtilen fazla yağ alımından kaynaklı sağlık sorunlarını çözmek amacıyla bazı yollar aranmıştır. Fakat gıdalardaki yağ oranının azaltılması, başta duyuşal özelliklerini özellikle görünüşünü, yapısını, kayganlığını ve tüketici tarafından kabul edilebilirliğini olumsuz etkilemiştir. Çünkü yağ gıda bileşenlerinin arasında flavora katkıda bulunma, ağız hissi, tat, aroma ve koku gibi parametreler üzerinde önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle yağı alınmış gıdaların fiziksel, reolojik, duyuşal özellikleri önemli ölçüde etkilenmektedir (Ohmes ve ark., 1998).

Yağın yerine gıda ürünlerine ilave edilebilen ve yağın gıdalara verdiği birçok özelliği sağlayabilen maddelere yağ ikame maddeleri denilmektedir. Gıdadan eksiltelen bir bileşimin yerine benzer bir madde olan ve vücut için olumsuz özellik taşımayan yağ ikame maddeleri son yıllarda gıda sektöründe önemli bir yere sahiptir. Bu maddeler besinin enerji değerini azaltan, bunu yaparken yağın gıdaya sağladığı olumlu özellikleri sağlayabilen ve yağ yerine kullanılabilen katkı maddeleridir (Huyghebaert ve ark., 1996; Akoh, 1998). Bu tür bileşenlerin, enerji değerleri oldukça düşüktür. Yağ ikame maddeleri kendilerine özgü karakteristik özelliklerinin yanı sıra hacim arttırıcı, jelleştirici, su tutucu, ağız hissini iyileştirici, stabilize edici, dokuyu iyileştirici ve

kalınlaştırıcı olmak üzere farklı fiziksel fonksiyonları da vardır. Ayrıca sağlık açısından güvenilir ve fizyolojik olarak inert (hiçbir madde ile reaksiyon vermeyen) maddelerdir (Doğan ve Küçüköner, 1999; Koca ve Metin, 2002).

Yağ ikame maddeleri değişik şekillerde sınıflandırılmaktadırlar. Bazı araştırmacılar yağ ikame maddelerini elde edildikleri kaynaklara göre sınıflandırırken, sentetik yağ ikame maddelerini dördüncü bir sınıf olarak ekleyenlerde vardır. Yağ ikame maddeleri iki şekilde isimlendirilebilmektedir. Bunlardan “Fat substitutes” yağın gıdada sebep olduğu etkilerin tamamını sağlayabilen, “Fat mimetics” ise yağın gıdada sebep olduğu etkilerin bir kısmını sağlayabilen maddeleridir. Bununla beraber (Fat mimetics) yağ taklidi maddeler, (Fat substitutes) yağ benzeri maddeler ve bu ikisinden meydana gelen kombinasyonlar olarak yağ ikame maddelerini üç farklı şekilde isimlendirebiliriz (Huyghebaert ve ark., 1996; Akoh, 1998). Başka bir isimlendirmeye göre ise yağı kısmen ve tamamen alınmış gıdalarda yağı ikame etmek amacı ile kullanılan maddeler yağ ikame maddeleri iken, bunların elde edildiği kaynağın protein ve karbonhidrat olanları ise yağ taklidi maddeler olarak isimlendirilmektedir (Öztürk ve ark., 2000; Atasoy ve Yetişmeyen 2006).

Yağ ikame maddelerinden beklenen özellikler; yağı az olan bir gıdanın üretiminde kullanıldığı takdirde son ürünün yapısal, duyuşsal ve diğer özelliklerinin yağ miktarı tam olan üründe olduğu gibi iyi olabilmesi ve bununla beraber kalori değerinde azalmaya sebep olmasıdır. Bu ürünlerin sağlık açısından güvenilir olması gerekmektedir. Yağ ikame maddeleri ve yağ taklitleri olmak üzere iki gruba ayrılırlar (Huyghebaert ve ark., 1996; Vatanseven, 2015).

Bu ürünler gıdalara benzer ağız hissi ve fonksiyonellikler kazandırdığından, yağlar ile aynı özellikleri gösterdikleri bilinmektedir (Huyghebaert ve ark., 1996). Yağların lezzet bileşenlerini taşıma özelliğine sahip olan bu maddeler de yağlar gibi apolardır (Drake ve Swanson, 1995). Isıya karşı dayanıklı olmaları da bilinen olumlu özelliklerinden bir tanesidir.

Yapısal lipitler, düşük enerjili yağ bileşenleridir. Bunlar çoğunlukla normal yağlara göre 2-4 kcal/g daha az enerji veren triaçilgliserollerdir (Drake ve Swanson, 1995). Bu bileşenler seperasyon ve hidroliz gibi çeşitli yöntemler ile doğal yağlardan üretilebilirler (Huyghebaert ve ark., 1996).

Enerji değeri düşük olan yağ bileşenleri arasında Salatrim ve Caprenin gösterilebilmektedir. Caprenin yapısında behenik asit, kaprik asit, gliserit ve kaprilik asit bulundurmaktadır. Normal bir yağa kıyasla 4 kcal/g az enerji vermektedir

(Huyghebaert ve ark., 1996). Kalori azaltmasının başlıca nedeni uzun zincirli behenik asidin vucüt tarafından kısmen absorbe edilirken, orta zincirli kaprilik asit ve kaprik asidin absorbe edilmemesidir. Kakao yağı kullanılacak olan bazı şekerleme çeşitlerinde Caprenin kullanılabilir (Huyghebaert ve ark., 1996).

Salatrim trigliseridi ise farklı yağ asitlerinin birlikte kombine edilmeleri ile elde edilebilmektedir. Salatrim sindirilebilir özelliktedir. Vücutta bir kısmı absorbe edilememektedir (Dreher ve ark., 1998; Cueto ve ark., 2008). US Food and Drug Administration (FDA) tarafından “Genel Olarak Güvenli Kabul Edilebilir” (GRAS) şeklinde 1994 yılında onay verilmiştir.

Sükraz poliesteri doğal yağların işlevlerini yerine getirebilen önemli bileşiklerdendir (Huyghebaert ve ark., 1996). Sükraz poliesteri, 6-8 yağ asiti ve beraberinde sükrözün kimyasal interesterifikasyonu ya da bunun yerine transesterifikasyonu ile meydana gelen sükröz karışımları olarak bilinmektedir (Akoh, 1998). Bunlardan Olestra (Olean) önemli yağ ikame maddeleri arasında bilinmektedir. Bunun en önemli sebeplerinden bir tanesi, tamamen yağ yerine kullanılabilen bir özelliğe sahiptir. Enerji değerinin olmamasının temel sebebi absorbe ve metabolize edilememesidir. Bununla beraber lipofilik özelliğide sağlık problemlerine yol açmasına sebep olmaktadır. Bazı besin bileşenleri ve yağda çözünen vitaminlerin absorpsiyon özelliklerini düşürürken, karbonhidratların, B ve C vitaminlerinin, proteinlerin absorpsiyon özelliklerinde değişikliğe neden olmadığı bildirilmiştir. Büyük ölçüde yağ ikame edebilme özelliğine sahip olan Olestranın teratogenik, toksik ve kanserojenik etkilerinin olmaması nedeniyle FDA tarafından 1996 yılında kullanılmasına müsaade edilmiştir. Olestranın olumlu özelliklerinin yanı sıra bazı olumsuz özellikleride bulunmaktadır. Bu olumsuz özellikleri nedeniyle ürün içeriğinde Olestra bulunduğu, ürünün üzerindeki etiket bilgilerinde yer almaktadır. Olumsuz özellikleri arasında karın bölgesinde kramplara ve dışkıda sulanmaya neden olduğu bilinmektedir (FDA, 2012).

Yağ yerine kullanılabilen maddelerden bir diğeri yağ asitlerinin sükröz esterleridir. Yağı ikame edebilen bu maddeler hidroliz edilerek, absorplandığı için kalori verebilmektedirler. Amerika Birleşik Devletleri’nde meyvelerde olgunlaşmayı ve bozulmayı önlemek amacıyla, emülsiyon edici ve stabilizör olarak gıdalarda koruyucu etkisi olan maddelere yer verilmesi onaylanmıştır (Akoh, 1998).

Kalorisi olmayan bileşenler sınıfında yağların haricinde; polisiloksanlar, parafin, jojoba yağı ve mineral yağlar bulunmaktadır. Yapılan çalışmalar ve araştırmalar arasında sıklıkla parafinin besinlere katılması konusu yer almaktadır. Jojoba yağı, çöl

iklimi gibi kurak iklimlerde yetiştirilen jojoba bitkisinden elde edilebilmektedir. Gıdalardaki kullanımını ile ilgili çalışmalar halen devam etmektedir. Polisiloksanlar; kimyasal olarak inert, hidrolize edilemeyen silika tüverler olmasının yanı sıra kalorisizdirler (Huyghebaert ve ark., 1996).

Emülsiyeciler; gerçek yağ ikame edici maddeler grubuna girmedikleri halde, yağı azaltılmış gıda ürünlerinde reolojik özellikler başta olmak üzere bazı özellikleri olumlu yönde etkilemektedir (Flack, 1996, Drake ve ark., 1998). Yağ ikameleri arasında sahte olarak değerlendirilirler (Drake ve ark., 1998). Gıdalardaki emülsiyeciler etme özelliğine sahip olan maddelerin; lesitin ve mono-digliseritler gibi, yağda ve suda çözünme özelliği gösterdikleri bilinmektedir. Gıda formülasyonlarında yüzde olarak yağın yarısına kadar yer değiştirebilen bu bileşenlerin kayganlık sağladığı ve reolojik özellikleride düzenlemektedir (Anonim, 1996; Akoh, 1998).

2.2.1. Yağ taklidi maddeler

Elde edildiği kaynağın protein ve karbonhidrat olduğu bu yağ taklidi maddeler, gıda ürünleri içerisindeki doğal yağların fiziksel özelliklerini ve duyu özelliklerini benzer ölçülerde sağlayabilirler (Huyghebaert ve ark., 1996). Bu maddeler su absorblayabilme yeteneğine sahip olup 0-4 kcal/g enerji verebilmektedirler. Fırında pişme işlemi için uygun özelliklere sahip olan yapıları, kızartma işlemi için uygun özelliklere sahip değildir. Suda çözünme yeteneğine sahip lezzet bileşenlerini taşıyabilirlerken, yağda çözünme yeteneğine sahip lezzet bileşenlerini taşıyamazlar (Akoh, 1998).

Bu maddelerin başlıca işlevleri arasında, dokuyu ve ağız hissini iyileştirme stabilize etme ve su tutma gibi etkiler gelmektedir (Anonim, 1998). Yağ taklidi maddeler suda çözünürler ve polar maddelerdir. Yağda çözünme özelliklerine sahip olmadıkları için, ağız hissi, doku ve lezzet gibi duyu özelliklere fayda sağlayamazlar (Drake ve Swanson, 1995).

Elde edildikleri kaynaklar proteinler olan yağ ikame maddeleri, buğday gluteni, yumurta, peynir suyu ve süt gibi ürünlerden temin edilebilmektedir (Akoh, 1998). Bu maddeler, suyun içinde yağın emülsiyon şeklinde bulunduğu gıda maddelerinde yağın miktarındaki azalmayı ve hatta yağın ortadan kaldırılması imkanını sağlar. Lezzet bileşenlerini bağlayarak gıdanın lezzetini olumlu yönde etkilemektedir. Mikropartikülasyon işlemleri ile proteinlerin yağ ikamesi olarak kullanılma imkanı

bulunmaktadır. Mikropartikülasyon işlemlerinin en fazla yumurta işlemlerine ve süte uygulandığı bilinmektedir (Dziezak, 1989; Huyghebaert ve ark., 1996; Uysal ve ark., 2003). Bu yöntem ile proteinler 0.1 ile 3.0 µm arasında ufak küresel partiküller halini alabilmektedirler (Dziezak, 1989; Huyghebaert ve ark., 1996).

Karbonhidratlar, yağlar sayesinde meydana gelen özellikleri sağlayabilen ve dokuyu onarabilen bileşenler olarak bilinirler (Huyghebaert ve ark., 1996). Bu yağ taklidi maddeler besinlere hacim verme amacıyla kullanılmaktadırlar. Bu maddelerin en önemli görevleri yağlılık hissinin kıvamının düzgün olmasını sağlamaktır. Bunlar gıda ürünlerinde bire bir değişim göstermezler ve su ile bağlanmaktadır. Enerji değerleri düşüktür. Bu yağ taklidi maddeler, çeşitli soslarda ve tahıl ürünlerinde yağı ikame etmek amacıyla kullanılmaktadırlar (Alexander, 1994; Doğan ve Küçüköner, 1999).

Gamlar kullanılan yağ taklidi maddelere örnek olarak verilebilir. Pürüzsüz doku ve parlak bir görüntü oluşumuna sebep olan bu maddeler, gıdalarda su tutulmasını artırır ve suda çözünürler (Küçüköner, 1996). Jel oluşumunda ve viskozitenin sağlanmasında etkilidirler (Huyghebaert ve ark., 1996). 1980 li yılların başından beri yağsız gıdalarda kullanımı görülmektedir (Anonim, 1996; Küçüköner, 1996). Yağsız peynirlerdeki lastiksi dokuyu gidermek için kullanılırlar, fakat yine de yağlı peynirlerdeki ağız hissini vermemektedirler (Brown, 1993; Küçüköner, 1996).

Gıdalarda yağ yerine ikame edilen maddelerin kullanımının düzenlenmesinde yaşanan zorluğun en büyük sebebi; yağın gıda maddesinde sağladığı gevreklik gibi duysal ve tekstürel özelliklerin ikame maddelerinin kullanımında sağlanamamasıdır. İstenilen duysal, fiziksel ve fonksiyonel özelliklerin yerine getirilmesi için, çoğu zaman yağ ikame maddeleri tek başlarına değil de, kombinasyon halinde kullanılmak durumunda kalırlar. Çünkü tek bir yağ ikame maddesi ile arzu edilen neticeye ulaşmak mümkün olmamaktadır.

2.2.2. Polidekstroz

Polidekstroz yağ yerine kullanılarak gıdanın kalori değerini düşürebilen, ortalama molekül ağırlığı 2000 olan ve düzensiz şekilde bağlanabilen glikoz polimeridir. Kullanıldığı ürünlerde nemlendiricilik, tekstür ve bazı durumlarda tat verebilen ve kullanıldığı ürünün içerisindeki yağ miktarını azaltabilen ve böylece enerji değerini düşüren bir gıda maddesidir (Doğan ve Küçüköner, 1999). Beyaz renkte, amorf yapıda ve toz şeklinde olan bu ürün, suda çözünbilme yeteneğine sahiptir. Gıdalarda

düşük kalorili ürünler üretmek için yağı formülasyondan çıkartırız buda gıdanın doku, ağızda bıraktığı his ve yapı gibi bazı kalite özelliklerinde bozulmanın olmasına sebep olabilmektedir. Bu gibi durumlarda yağ ikame maddesi olarak kullanılabilen polidekstrozun gıdanın dokusunu iyileştirdiği bilinmektedir. İşlevsel olarak polidekstroz şekere benzemektedir. Polidekstroz şeker (sükroz) ile aynı konsantrasyon da kullanıldığında yaklaşık 4 kat daha viskozdur (Stauffer, 1993). Fakat polidekstroz şeker gibi tatlı olmadığı için, tatlandırıcılar ile birlikte kullanıldığında yeme kalitesinde hiçbir olumsuz etki meydana getirmeden, kalori değerini %50 azaltmaktadırlar.

Polidekstrozun toz şeklinde olması karıştırma sırasında yağ kristallerinin homojen şekillere parçalanmasına engel olabilmektedir. Bundan dolayı yüksek miktarda polidekstroz içeren kek ürünlerinde hava tutma kapasitesi azalırsa, buna bağlı olarak gözenek büyüklüğü artmaktadır. Polidekstroz içeren hamur kabarıırken, hava kabarcıklarının büyük olması, küçük gözenekten büyüğe gaz geçiş hızı açısından şeker ile hazırlanmış hamura göre daha iyi sonuç vermektedir (Kiranlı, 2006).

Polidekstroz lif olmamasına rağmen, birçok uygulamalarda lif gibi davranmaktadır ve düşük kalorili dolgu maddesi olması sebebiyle, yapay tatlandırıcılarla yapılan düşük kalorili gıdalarda şekeri ikame etmek amacıyla kullanılmaktadır. 1 kcal/g içeren polidekstroz, sindirim enzimlerine karşı oldukça dayanıklıdır (Vetter, 1991). Rastgele polimerize edilmiş dallı zincirlere, insan beslenme enzimleri tarafından hidrolize edilmeyen çeşitli tiplerde glikozidik bağlara sahip olması nedeniyle besinsel lif özelliklerini taşımaktadırlar (Flood ve ark., 2004).

İlave edildiği ürünlere sağladığı tekstür, nemlendiricilik ve tat gibi bazı özellikler dolayısıyla; dondurulmuş tatlılarda, bisküvilerde, keklerde, çikolatalı şekerlemelerde (Haumann, 1986; Best, 1991) ve mikrokristal selüloz ile birlikte diyet tatlıların üretiminde kullanımı mevcuttur (Wolkstein. 1986).

Düşük molekül ağırlığına sahip olduğu için nişasta ve gamların verdiği viskozite ve kıvamı veremeyen polidekstroz (Alexander, 1994), tek kullanıldığı taktirde yağın tamamını ikame edememektedir (Vetter, 1991; Campbell ve ark., 1994; Alexander, 1994).

Polidekstrozun birincil özelliği hacim arttırıcı olarak kullanılması olduğu halde, dokuyu iyileştirici ve kayganlaştırıcı özelliği nedeniyle yağ taklidi madde olarakta kullanılmaktadır. Sorbitol ve sitrik asit varlığında yüksek sıcaklıkta glikozun polimerizasyonu ile elde edilebilmektedir. Ticari olarak Litesse olarak anılabilmektedir. Sindirim enzimlerine karşı dayanıklıdır fakat bağırsak mikroorganizmaları tarafından

metabolize edilerek, uçucu yağ asitleri ve karbondioksit oluşur. (Vetter, 1991; Campbell ve ark., 1994; Alexander, 1994; Huyghebaert ve ark., 1996).

Unlu mamüllerin (kısa hamurlu bisküviler dahil) enerji değerini azaltmak için uygulanan işlemler arasında; şekerlerin kısmi ikamesi için tatlandırıcıların (örn. Tagatoz, trehaloz, inülin, oligofruktoz, polidekstroz), tam tahıllı unların ve yağın kısmi ikamesi içinde besinsel liflerin (örn. modifiye nişasta, dekstrin, maltodekstrin, inülin, polidekstroz, β -glukan) kullanımı vardır (Lafiandra ve ark., 2014; Goldfein ve Slavin, 2015). Zoulias ve ark. (2000) yaptıkları bir çalışmanın sonucunda, bisküvi üretiminde polidekstroz çözeltisinin yağ yerine %35 oranına kadar kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

2.2.3. Besinsel lifler

İnce bağırsaktaki sindirim enzimlerine karşı dayanıklı olan ve bu nedenle sindirilemeyen besinsel lifler yağ ikame maddesi olarak da kullanılabilir. Polisakkaritler, oligosakkaritler ve türevleri olarak tanımlanan, bitki hücre duvarı kalıntısı olan besinsel lifler kalın bağırsak mikroflorasında fermente olabilmektedir. Bu gıda bileşenleri sağlık için elzemdir. (Bijlani, 1985; Thebaudin ve ark., 1997; Prosky, 2000; Vasanthan ve ark., 2002). 1953 yılında Hipsley tarafından “diyet lifi” olarak ifade edilen sindirilemeyen bu bileşenler bitki hücre duvarını oluşturmaktadır (Dönmez ve ark., 2010; Göncü, 2016).

Tükettiğimiz birçok gıda gibi sindirim enzimleri ile sindirimi gerçekleştirilemeyen ve bitkilerden genellikle bitkilerin posasından elde edilen maddelere lif denilmektedir. Bitkilerin ve severek tükettiğimiz meyvelerin sindiremediğimiz, diğer kısımlarına oranla katı olan çekirdek, kabuk kısımları ve bunun yanında nispeten daha yumuşak olan sap ve zar kısımlarına lif denilmektedir (Bach Knudsen, 2001).

Besinsel lif, suda çözünen lifler (zamsı maddeler, pektinler ve pentozonlar) ve suda çözünmeyen lifler (pentozonlar, selüloz ve lignin) olmak üzere iki farklı gruba ayrılmaktadır (LaCourse, 2008). Gıda maddelerinde çözünür özellikteki ve çözünmez özellikteki liflerin aynı miktarlarda bulunmadığı, içerisinde yer alan gıdanın çeşidine bağlı olarak değişim gösterdiği bildirilmiştir. Çözünür özellikteki lif grubuna dahil olan ayva ve sıkça tükettiğimiz elmada pektin; yulaf gibi besinlerde β -glukan; reçinede gamlar ve bitkilerde musilajlar bulunurken; dirençli nişasta kuru baklagillerde yer

almaktadır. Çözünmez özellikteki besinsel lif grubundan kepekte, selüloz bulunduğu ve hemiselülozun tahıllarda yer aldığı son olarakta buğdayda yüksek oranda lignin olduğu bildirilmiştir (Rodriquez ve ark., 2006).

Suda çözünen besinsel lif bileşiklerini, meyvelerin içeriğinde fazlaca yer alan pektinler, arpa, yulaf ve baklagiller; suda çözünmeyen besinsel lif bileşiklerini ise sebzelerin, tahılların içeriğinde fazlaca bulunan hemiselüloz, selüloz ve lignin oluşturmaktadır. Gıdalardaki liflerin %75'lik kısmı çözünmeyen özellikteki besinsel liflerdir (Anderson ve Young, 1995; Kökosmanlı ve Keleş, 1996; Dreher, 2001; Figuerola ve ark., 2005). Çizelge 2.1'de çeşitli besinsel liflerin kaynakları verilmiştir (Jalili ve ark., 2001). Tek bir lif grubunu içeren gıdalardan ziyade her iki lif grubunda beraberinde içeren gıdaların tüketilmesi sağlık bakımından daha faydalı olarak bulunmuştur (Tamer ve ark., 2004).

Çözünmeyen besinsel lif bağırsak sağlığı ile ilgiliyken, çözünür besinsel lif kandaki kolesterolün düşürülmesi ve glukozun bağırsaktaki absorpsiyonunun azaltılması ile ilgilidir. Besinsel liflerin çözünür özellikte olanları suyu bağlayabilme özelliğine sahiptir. Çözünmez özellikte olan besinsel lifler de suyu absorplayabilme özelliğine sahiptir (Thebaudin ve ark., 1997).

Çizelge 2. 1. Çeşitli besinsel liflerin kaynakları

Besinsel lifler	Özellikleri	Kaynak
Çözünür Lifler		
Pektin	Galakturonik asit, ramnoz, arabinoz, galaktoz içeriği yüksek, orta laminede ve birincil duvarda bulunmaktadır	Tam tahıllar, elma, baklagiller, lahana, kök sebzeler
Gam	Genelde heksoz ve pentoz monomerlerinden oluşmaktadır	Yulaf ezmesi, kuru fasulye, baklagiller
Musilajlar	Bitkilerde sentezlenen glikoprotein içerebilen bileşenlerdir	Gıda katkıları
Çözünmez lifler		
Selüloz	Glikoz monomerlerinden oluşan, hücre duvarlarının ana bileşenidir	Tam tahıllar, kepek, bezelye, kök sebzeler, cruciferous familyası fasulye, elma
Hemiselüloz	Birincil ve ikincil hücre duvarları	Kepek, tam tahıllar
Lignin	Aromatik alkoller ve diğer hücre duvarı bileşenlerinden oluşmaktadır	Sebzeler, un

Gıdalardaki besinsel lif kompozisyonu elde edildiği bitkiye, doku tipine ve olgunluk derecesine göre değişiklik gösterebilmektedir (Dreher, 2001; Rodriguez ve ark., 2006). Bitkinin besinsel lif kompozisyonunu etkileyen diğer önemli faktörler arasında bitkinin tüketilen kısmının niteliği, olgunlaşma düzeyi, depolama koşulları ve gıda işleme teknikleri de yer almaktadır. Bitkinin olgunlaşma sürecinde, bitki hücre duvarı bileşiminde bulunan selüloz, lignin ve kül miktarı artarken; selülozik olmayan polisakkaritler, mumlar ve protein yüzdesi azalmaktadır (Dreher, 2001). Çeşitli gıdaların ortalama lif içerikleri Çizelge 2.2’de verilmiştir (Saldamlı, 2007).

Burkitt ve Trowell’in 1975 yılında ortaya attıkları ‘besinsel lif hipotezi’ ile günümüzde besinsel lif adı verilen gruba gösterilen ilgi artmıştır. Bunun başlıca nedeni Burkitt ve Trowell’in “medeniyet hastalıkları” diye adlandırdığı divertikülitler, konstipasyon, hemoroid, kalın bağırsak kanserleri, obezite gibi hastalıkların; diyetlerinde besinsel lifli gıdalar bulunan, gelişmekte olan Afrika ülkelerinde, gelişmiş batı ülkelerine oranla daha az olmasıdır (Anderson ve ark., 1990; Köksel ve Özboy, 1993; Leveille, 1975; Schweizer ve Würsch, 1979). Bu hastalıkların Afrika ülkelerinde daha az görüldüğü gerçeğinin ilk nedeni çevresel bazı faktörler olarak düşünülmüş fakat yapılan araştırmalar sonucunda besinsel lif tüketiminin batılı ülkelere oranla bu yörelerde daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Leveille, 1975).

Çizelge 2. 2. Çeşitli gıdaların ortalama besinsel lif içerikleri¹

Gıda	Çözünmeyen besinsel lif	Çözünebilir besinsel lif	Toplam besinsel lif
Buğday Kepeği	48	8	56
Arpa Kavuzu	72	3	75
Bezelye	22	7	29
Havuç	17	14	31
Elma	11	6	17
Şeker Pancarı Posası	67	21	88
Bıracılık Artığı Küspe	-	-	36

¹Değerler % kuru madde üzerinden verilmiştir.

Besinsel liflerin hidrasyon özellikleri su tutma, su bağlama kapasitesi, şişme ve çözünürlük olmak üzere 4 farklı şekilde tanımlanmaktadır.

Yer çekimi kuvveti ve atmosfer basıncı dışında herhangi bir dış kuvvet uygulanmaksızın life bağlanan su miktarı olarak tanımlanmaktadır (Thebaudin ve ark., 1997). Gıdalarda sineresisin önlenmesinde, gıdaların viskozitesi ve yapısının modifiye edilmesinde; su tutma kapasitesi fazla olan besinsel lifçe zengin gıdaların kullanımı önerilmektedir (Grigelmo-Miguel ve ark., 1999). Elma, portakal, şeker pancarı, soya lifi

ve buğday kepeğinin su tutma kapasitelerinin yüksek olduğu bildirilmiştir (Weber ve ark., 1993). Besinsel lifin partikül iriliği ile su tutma kapasitesi doğru orantılıdır (Sosulski ve Cadden, 1982).

Çözünmeyen lifler, ağırlıklarının 5 katı kadar yağ tutabilmektedirler. Bu özellik et ürünlerinde olduğu gibi gıdaların pişirilmesi sırasında normalde kaybolan yağın tutulmasını sağlar ve gıdanın lezzetinin korunması ve teknolojik özelliklerinin artırılmasına sebep olur (Thebaudin ve ark., 1997). Besinsel lifin partikül iriliği ile yağ absorplama kapasitesi doğru orantılıdır (Prakongpan ve ark., 2002). Buğday kepeği ve şeker pancarı liflerinin partikül irilikleri büyük olduğu için yağ tutma kapasiteleri de yüksektir (Thebaudin ve ark., 1997).

Besinsel liflerin, gıdaların tekstür özellikleri üzerine de etkisi bulunmaktadır. Besinsel liflerin suyu bağlama özellikleri gıdaların yapısının ve stabilitesinin değişmesini sağlar. Örneğin gıdanın yapısının stabil kalmasını; ksantan ve keçi boynuzu gamları yapıyı sıkılaştırarak, karragenan ve pektin ise jel oluşturarak yapmaktadır. Gıdadaki stabil yapı, dispersiyon, emilsiyon ve köpük gibi oluşumların devamının sağlanmasıdır (Soyer ve Karadeniz, 2003). Besinsel lifin kaynağı ve partikül iriliğinin de sıkı yapının oluşmasında etkili olduğu bildirilmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda elma ve şeker pancarı lifinin, buğday lifine kıyasla daha sıkı bir yapı meydana getirdiği ortaya konmuştur (Thebaudin ve ark., 1997).

Selüloz, lignin, hemiselüloz, pektik maddeler, zank (gum) ve diğer karbonhidratlardan meydana gelen besinsel liflerin, insan vücudunda sindirilmedikleri halde sağlık üzerindeki olumlu etkileri bir çok araştırma sonucunda ortaya konmuştur (Kay, 1982; Özkaya ve Özkaya, 1996; Thebaudin ve ark., 1997; Prosky, 2000).

Besinsel liflerin tüketiminin artmasının nedenlerinin başında, yapılan bazı çalışmalar sonucunda kolon kanseri, obezite, kalp-damar hastalıkları gibi bazı rahatsızlıklar üzerinde olumlu etkisinin olması gelmektedir. Bunların beraberinde besinsel liflerin tansiyon, hemoroit, diyare, bazı bağırsak rahatsızlıkları, hipertansiyon bağışıklık hastalıkları üzerine de olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir (Fernandez-Gines ve ark., 2004).

Besinsel liflerin gastrointestinal sistemin normal fonksiyonunun devamını sağlayarak, gıdaların bağırsaktan geçiş süresini kısalttığı ve su bağlama özellikleri sayesinde dışkı miktarında artışa neden olarak, kabızlığın önlenmesinde rol aldığı bildirilmektedir (Schneeman, 1999; Kahlon ve ark., 2001; Bosaeus, 2004; Logan, 2006). Lipit metabolizmasına etki ederek toplam ve LDL kolestrolü düşürmekte (Rimm

ve ark., 1996; Burdurlu ve Karadeniz, 2003), su absorbe etme özelliği ile tokluk hissini artırmakta ve bununla beraber obezite gibi hastalıkların önlenmesini sağlamaktadır (Sakata, 1995; Howarth ve ark., 2001). Yapılan araştırmalar sonucunda kolon kanseri başta olmak üzere bazı kanser çeşitlerini önlediği ortaya konmuştur (Anderson ve Young, 1995; Ferguson ve Haris, 1999). Glikozun absorpsiyonunu azaltıcı etkisi ile karbonhidrat metabolizmasını etkileyerek kandaki şeker seviyesini dengede tutmaktadır (Vinik ve Jenkins, 1988; Nuttall, 1993; Guillon ve Champ, 2000). Osteoporozis ve apandisit gibi hastalıkların önlenmesinde besinsel lifi tüketiminin önemli bir yeri vardır (Slavin ve ark., 1997).

Besinsel liflerin kolon kanserine karşı koruyucu etkisi çeşitli hipotezler ile açıklanmıştır. Bunlardan birisi besinsel liflerin, fekal mutajenlerin, bağırsaktaki epitelyum (mukozanın dış kısmı) ile reaksiyona girmesine engel olmasıdır. İkincisi ise liflerin karsinojenler ve mutajenlere bağlanarak, bu kansere sebep olan ajanların etkisini kaybederek kanser riskini azaltmasıdır. Bir diğer hipotez ise mevcut liflerin fermantasyonu ile kolonda oluşan kısa zincirli yağ asitlerinin etkisidir. Oluşan kısa zincirli yağ asitlerinin kanserli hücre oluşma oranını azaltması açısından mukoza içinde önemli enerji kaynağı olduğu bilinmektedir (Karaoğlu ve Kotancılar, 2001). Aynı zamanda besinsel liflerin, kolon kanseri florasını değiştirerek, toksik metabolitlerin oluşumunu azaltarak, toksik metabolitlerin bağırsak hücreleri ile temas etme süresini kısaltarak ve dışkı atımını da hızlandırarak, kolon-rektum kanserlerini önlemede önemli bir yeri olduğu bildirilmektedir (Saldamlı, 2007).

Mide ve ince bağırsakta sindirilemeyen ve kalın bağırsakta mevcut yararlı bakteriler için potansiyel substrat görevi yaparak, kolonda mevcut yararlı bakterilerin aktivitesini destekleyen gıda bileşenlerine prebiyotikler denilmektedir (Gibson ve Roberfroid, 1995; Brauns ve ark., 2002; Topping ve ark., 2003; Kotancılar ve ark., 2009). Yapılan birçok araştırma sonucunda besinsel liflerin, prebiyotik özelliği ortaya konulmuştur. Prebiyotik etki gösteren besinsel liflere, inülin ve oligofruktoz verilebilmektedir (Roberfroid, 1993).

Çözünür besinsel lifin vücudumuzdaki lipid metabolizması üzerine de etkisi bulunmaktadır. Bunların başında, toplam kolestrolü ve LDL (düşük yoğunluklu lipoprotein) kolestrolü düşürme potansiyeline sahip olması gelmektedir. Çözünür besinsel lif kolestrol birikimini engellemekte, VLDL'yi (çok düşük yoğunluklu lipoprotein) azaltmakta ve VLDL'nin LDL'ye dönüşümünü engellemektedir (Karadeniz ve Burdurlu, 2003). Besinsel lifin kolestrol miktarını azaltma sebebi, yağ ve kolestrol

absorbsiyonunu sağlayan misellerin oluşumu için ihtiyaç olan safra tuzlarının besinsel life bağlanması olarak değerlendirilmektedir (Roberfroid, 1993; Thebaudin ve ark., 1997). Çünkü yüksek besinsel lif içeren diyetlerde, safra asitleri lifler tarafından absorbe edilmekte ve dolayısıyla dışkı ile atılmaktadır. Vücut eksilen safra asitlerini kandaki kolestrolü, karaciğerde safra asitlerine dönüştürerek telafi eder (Villanueva-Suarez ve ark., 2003; Duran, 2017). Literatürde, kandaki kolestrolün azalmasında, çözünür özellikteki besinsel lifin viskoz yapı oluşturması, bu şekilde bağırsaktaki yağ emilim hızını yavaşlatması ve kolestrolün kana geçmeden dışkı ile atılmasının etkili olduğu yer almaktadır (Schneeman, 1998; Karadeniz ve Burdurlu, 2003). Kandaki kolestrol seviyesinin %20'den fazlası besinsel lif tüketimi ile azaltılabilmektedir (Villanueva-Suarez ve ark., 2003; Dülger ve Şahan, 2011). Bütün bunların doğrultusunda kalp-damar rahatsızlıklarının riskinin azaltılmasında besinsel lif tüketiminin önemli bir yeri olduğu söylenebilmektedir (Kahlon ve ark., 2001; Gül, 2007; Saldamlı, 2007; Duran, 2017).

Besinsel liflerin kolonda fermentasyona uğrama yüzdelereine bağlı olarak bağırsak sağlığını koruduğu bildirilmiştir. Toplam besinsel lifin neredeyse yarısı kolonda fermente olmaktadır. Çözünür lif daha çok fermente olabilmektedir. Mesela kuru baklagiller, kepek ve buğdaya oranla daha çok fermente olabildiği için; kuru baklagillerin düzenli ve sıkça tüketimi bağırsak sağlığı açısından oldukça önemlidir (Brownlee, 2011).

Besinsel liflerin enerji değerlerinin düşük olması ve su absorbe etme özelliklerinden dolayı mide içeriğinin viskozitesini artırarak midenin boşalmasını geciktirir ve bu sayede uzun süre tokluk hissi vererek bireyin yeme isteğini azaltır. Besinsel liflerin ağızda uzun süre çiğnenmesi de tokluk hissine sebep olur. Bunlardan yola çıkarak su ile beraber bol besinsel lif içeren bir diyetin uzun süre tokluk hissi vereceğinden bahsedilebilir (Thompson ve Manore, 2005).

Diyabet hastalığının besinsel lif eksikliği ile ilgisi olduğu, yüksek oranda besinsel lif tüketiminin serum glukoz düzeyini ve insülin gereksinimini azalttığı ve bu sayede diyabetli bireylere fayda sağladığı bildirilmektedir (Saldamlı, 2007). Bununla beraber özellikle çözünür liflerin yemekten sonra, glukozu ve insülün konsantrasyonunu hem diyabeti olan hemde olmayan bireylerde düşürdüğü bildirilmektedir (Stevens ve ark., 2002). Besinsel lifler karbonhidrat emilimini ve tokluk serum glukoz düzeyini de azaltmaktadırlar (Ou ve ark., 2001). Kompleks karbonhidratlarla birlikte bulunan çözünen lifler glukozun kan dolaşımına çok yavaş bir şekilde verilmesini sağlayarak ve

kan şekerinin vücut tarafından absorpsiyonunu modifiye ederek kan şekeri seviyesini ayarlamaktadır (Villanueva-Suarez ve ark., 2003; Gül, 2007). Bu araştırma sonuçları doğrultusunda, diyabetlilerin günde 25-30 g/gün besinsel lif sağlayan besinler tüketmesi gerekmektedir (Anderson ve ark., 2004).

Besinsel lif içeren gıdalar mineral madde içeriği bakımından zengin oldukları için, tüketiminde vücuttaki mineral madde miktarını arttırmaktadır. 100 gr buğday kepeği tüketimi insan vücudunun günlük gerekli olan potasyum, fosfor, bakır, çinko, kükürt ve magnezyum ihtiyacının neredeyse tamamını karşılamaktadır (Kurucu, 1987; Özer, 1998; Zhang ve ark., 2005). Bununla beraber minerallerin biyoyararlılığı üzerinde de besinsel lif tüketiminin olumlu etkisi olduğu ortaya konmuştur (Saldamlı, 2007).

Dünyadaki birçok sağlık kuruluşu tarafından günlük besinsel lif tüketiminin 25-30 g arasında olması gerektiği ve bununla 5-7 g'ının çözünür lif içermesi gerektiği bildirilmektedir (Dashti ve ark., 2003). Özellikle bebek mamalarındaki toplam besinsel lif miktarının günlük 19 g olması gerektiği ve bunun sindirime yardımcı olduğu bildirilmiştir (Brooks ve ark., 2006).

Besinsel liflerin gıda endüstrisinde kullanılmasından bahsedecek olursak; gıdaların fonksiyonel, ekonomik ve teknolojik özelliklerini geliştirdiği ortaya konulmuştur. Teknolojik olarak yapı oluşturma ve yağ ikamesi olarak kullanılırken (Guillon and Champ 2000; Lario ve ark. 2004), fırın ürünlerinde kalorinin azaltılmasında kullanılabilir (Staufer 1990).

Gıdalara besinsel lif ilave edilmesinin kıvam, tekstür, reolojik özellikler ve duyu özellikler gibi birçok noktada değişikliğe sebep olduğu söylenmektedir. Bu doğrultuda besinsel lif ilavesinin çok yüksek oranda olması istenmeyebilir. Bununla beraber besinsel lif ilavesinde proses uygunluğu ve tüketici talepleri göz önünde bulundurularak, gıdalara ilave yapılabilmektedir (Guillon ve Champ, 2000). Besinsel lifler gıdaya bir katkı maddesi olarak katılıyorsa ve özel bir fonksiyon katıyorsa; fonksiyonel gıda olarak adlandırılabilir (Prosky, 2000).

Besinlerin besinsel lif içerikleri; fasulye, bezelye, soya fasulyesi ve mercimek gibi kurubaklagillerde %4.0-5.0, buğday, arpa, mısır, yulaf gibi tahıllarda %2.0-2.5, havuç, brokoli, patates gibi taze sebzelerde %1.0-2.0, turunçgiller ve diğer elma, erik gibi meyvelerde %0.5-1.0' dir (Baysal, 1996; Greer, 1999).

Besinsel lifler marketlerden de temin edilebilmektedir. Bunlar bezelye, yulaf, pirinç ve mısır gibi gıdaya herhangi bir modifikasyon olmadan ilave edilebilen nötral lifler ve kakao, elma ve turunçgil gibi lifin yanısıra içerdiği moleküller nedeni ile gıdaya

renk ve aroma oluşturan nötral olmayan lifler olmak üzere iki gruba ayrılır (Thebaudin ve ark., 1997).

Beslenme bakımından günlük ihtiyaç maddeleri arasında önemli bir yeri olan bisküvi, hem dünyada hem de ülkemizde üretimi ve tüketimi gün geçtikçe artan bir hububat ürünüdür (Özdağ, 1996). Yaygın olarak tüketilen bisküvinin lifçe zenginleştirilmesi, yetişkin bir insanın günlük tüketmesi gereken lif miktarını karşılamasında faydalı olabileceği bildirilmiştir. Bu nedenle zamanla bilinçlenen tüketici taleplerinin doğrultusunda besinsel liflerin gıdalarda kullanımını artmaktadır (Stauffer, 1990).

Bisküvi üretiminde yaygın olarak elma, buğday, limon gibi hububat ve meyve sebze kaynaklı lifler kullanılabilir. Bisküvi üretiminde kullanılan lifler, kırılmayı önleme, yapıyı geliştirme, kalorisini düşürme, zenginleştirme için kullanılan meyve sebze lifleridir. Yaban üzümü gibi bazı lifler renk verme amacı ile kullanılırken, elma ve portakal lifleri gibi bazı lifler ise doğal aroma verici olarak kullanılırlar (Uysal, 2005).

Limon lifi gibi yüksek su tutma kapasitesine sahip olan liflerin, ekmek, kek ve bisküvi gibi gıdalarda kullanılma sebeplerinin başında; ortamdaki suyu bağlamaları ve bu nedenle ürünün daha uzun süre yumuşak kalabilmesi, randımanı artırması ve ürünün kalorisini düşürmesi gelmektedir (Anonymous, 2004a).

Yapılan araştırmalar doğrultusunda, besinsel liflerin gıdalar üzerindeki teknolojik ve tekstürel etkilerinin belirlenmesi ile kullanım alanları artmaktadır. Aynı zamanda diğer karbonhidratlara göre enerji değerlerinin düşük olması günümüzde diyet ürünleri olarak tercih edilen lif içerikli gıdaların kullanım alanlarının artmasına sebep olmuştur (Stark ve Madar, 1994).

2.2.3.1. β -Glukan

Glukanlar, glikozidik bağlarla bağlı, D-glikoz polimerlerinden oluşan uzun zincirli polisakkarit zincir yapısında olan polimerlere verilen addır. $(C_6H_{10}O_5)_n$ glukanların molekül formülüdür. Glukanlar, D-glukoz birimlerinin bağ tipine göre polisakkarit zincirinde α -glukanlar ve β -glukanlar olarak adlandırılmaktadırlar.

α -glukanlar polisakkarit zincirinde α -1,4 ve α -1,6 glikozidik bağlar ile bağlanmış D-glikoz birimlerinden meydana gelmektedir. Bunlardan en önemlileri nişasta ve glikojendir.

β -glukanlar ise polisakkarit zincirinde β -1,3, β -1,4 ve β -1,6 glikozidik bağlar ile bağlanmış D-glikoz monomerlerinden meydana gelmektedir (Anonim, 2012a). β -glukanların etkinliğini ve bünyesindeki yapısal çeşitlilikleri, molekül dizilişindeki farklılıklarda belirlemektedir. Polisakkarit zincir yapısındaki glikozidik bağların pozisyonlarına göre adlandırılmaktadırlar. β -glukanın molekül ağırlığı, dallanma derecesi, moleküller arası birleşim şekilleri gibi farklılıklar, β -glukanın biyolojik aktivitesinde rol oynar (Keser ve Bilal, 2008). Çözünürlükleri, viskoziteleri ve üç boyutlu şekilleri bakımından da çeşitlilik gösteren β -glukanlar (Anonim, 2012a), maya, bakteri ve mantarlar ile yulaf, arpa gibi tahılların hücre duvarlarından elde edilen glikoz polimerleri olarak anılmaktadırlar (Keser ve Bilal, 2008).

Genel olarak tahıl hücre duvarı ve aleuron hücre duvarında yoğun olarak β -glukan yer almaktadır. Arpa ve yulaf diğer tahıl ürünlerine kıyasla çok daha fazla miktarda β -glukan içermektedir (Aman ve Graham, 1987). Yani tahıl bazlı fonksiyonel gıdalar için doğal ve ideal kaynaklar olan yulaf ve arpa, esasen β -glukanların kaynaklarını oluşturmaktadır (Wood, 1993; Brennan ve Cleary, 2005). Arpadaki β -glukan miktarı nişasta dışındaki polisakkaritlerin büyük bir bölümünden meydana gelmektedir. Bu oranın arpa tanelerindeki endosperm hücre duvarında, kuru ağırlığın %75'i olduğu bilinmektedir. Aleuron hücre duvarında ise bu oranın %10'dan daha az olduğu ifade edilmiştir (Bilgiçli ve Köksel, 2000).

Günümüzde beslenme bilinci gelişmiş toplumlarda ve bilim dünyasında bir takım rahatsızlıklara engel olması sebebi ile günlük alınan besinsel lifin kullanım miktarının artmasına özen gösterilmektedir (Köksel ve Özboy, 1993; Boyacıoğlu ve Tezcan, 1996; Karadeniz, 2007).

β -glukanların gıdalarda kullanımına yönelik, son zamanlarda yapılan birçok araştırmanın sebebi, fonksiyonel besinsel lif olabileceği düşüncesidir. Viskoz ve jel formdaki gıda hidrokolloidlerinin tüm fonksiyonel özelliklerine ve besinsel liflerin tüm fizyolojik özelliklerinede sahip olan β -glukanların; teknolojik ve besinsel fonksiyonelliklerinin genellikle reolojik davranışlarıyla bağlı olduğu bildirilmektedir. Bu reolojik ve fiziksel özellikleri; sıcaklık ve konsantrasyonun yanında selülozik oligomerlerin dağılışı, bağlanma şekilleri ve moleküler ağırlıkları gibi özelliklerle ortaya konulmaktadır. β -glukanların gıdalarda kullanımı ile ilgili yapılan çalışmalarda; polisakkaritlerin yapısı, konsantrasyonu ve moleküler ağırlığı gibi özelliklerin, su bağlama, emülsiyon stabilize kapasitesi, koyulaştırma yeteneği, tekstür ve görünüş gibi özelliklere etki ettiği görülmüştür. Ayrıca mide-bağırsak sistemindeki çözülebilir β -

glukanların molekül ağırlığı ve miktarlarının, kan serum kolesterolünü azaltma, kan glukoz seviyesini düzenleme gibi olumlu etkilere sebep olduğu bilinmektedir (Lazaridou ve Biliaderis, 2007).

β -glukan ve arabinoksilan gibi nişasta olmayan polisakkaritler, tahıllarda mevcut olan suda çözünür besinsel liflerdir. Viskoz çözelti halinde bulunan çözünür besinsel liflerin sağlık üzerinde önemli düzeyde olumlu etkileri vardır (Köksel ve Özboy, 1993; Boyacıoğlu ve Tezcan, 1996; Karadeniz 2007).

β -glukanlar mide ve bağırsakta jel oluşturarak safra asidini bağlar ve dışkı ile dışarıya atılmasını sağlar. Bunu üzerine karaciğer kandaki kolesterolü kullanarak tekrar safra asidinin üretilmesini sağlar. Böylece LDL (düşük yoğunluklu lipoprotein) ve toplam kolesterolün düşmesi sağlanmaktadır (Lyly ve ark., 2003; Skendi ve ark., 2003; Vasanthan ve Temelli, 2008). Mide ve bağırsakta oluşan jel ise yüksek viskozite oranı ve moleküler ağırlığı sayesinde hızlı emilen karbonhidratları izole eder ve şeker emilimini yavaşlatan viskoz bir bariyer oluşturur. Bunların sonucunda yemek sonrasında kan şekeri seviyesi ve insülin salgısında azalma görülmektedir (Anonim, 2012b).

Yapılan araştırmalar sonucunda; yulafın β -glukan içeriğinin %3-7, arpanın %3-11, çavdarın %1-2 ve buğdayın %1 olduğu bildirilmektedir (Lambo ve ark., 2005; Angelov ve ark., 2006; Lyly, 2006).

Dondurma formülasyonlarında, yemek ve salata soslarında kalınlaştırıcı ajan olarak kullanılabileceği gibi (Lazaridou ve Biliaderis, 2003; Skendi ve ark., 2003) tahıl kaynaklı olan makarna ve çeşitli fırıncılık ürünlerinde de β -glukan kullanımına sıkça rastlanmaktadır (Lyly, 2006; Lee ve ark., 2008a). Yulaf kaynaklı β -glukan çeşitli kahvaltılı tahıl ve aperatiflerinde bulunabilmektedir. Yulaf ve arpa kaynaklı β -glukan ve "Oatrim" ve "Barleytrim" dekstrinlerini içeren hidrokoloidler birçok üründe, yağ ikame maddesi olarak kalori değerini düşürme amacıyla kullanılmaktadır (Bekers ve ark., 2001; Lee ve Inglett, 2006; Xu ve ark., 2007).

2.2.3.2. Dirençli nişasta (DN)

Uzun yıllar öncesine kadar nişastanın bileşiminde bulunan α -glikozidik bağların, vücudumuzdaki enzimler tarafından tamamen parçalandığı ve hidroliz edildiği düşünülmekteydi. Son yıllarda yapılan çalışmalarda nişastanın ince bağırsakta sindirime direnç gösterdiği ve tamamen sindirilmediği sonucuna varılmıştır. Bu noktada

karbonhidratların sağlık üzerine etkilerinin araştırılmasındaki en önemli fayda dirençli nişastanın bulunması olmuştur. Bunun sonucunda nişasta enzim inkübasyonu sonrasındaki davranışlarına göre yeniden sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre nişasta; hızlı sindirilen nişasta (HSN), yavaş sindirilen nişasta (YSN) ve dirençli nişasta (DN) olmak üzere üç sınıfa ayrılmıştır (Englyst ve ark., 1992; 1999).

Enzimatik sindirim yoluyla glikoz moleküllerine hızlı bir şekilde dönüştürülen nişasta tipi hızlı sindirilen nişasta (HSN) olarak tanımlanmaktadır (Englyst ve ark., 1992; Raigond ve ark., 2015). 120 dakikalık enzimatik sindirimden sonra glikoza dönüşebilen nişasta tipi olarak bilinen yavaş sindirilen nişasta (YSN), sindirimi uzun zaman alan ama tamamı sindirilen bir nişasta tipidir (Englyst ve ark., 1992). Dirençli nişasta (DN) ise 120 dk lık sindirim enzimlerine muamaleden sonra bile geriye kalan nişasta fraksiyonudur. DN, sağlıklı insanların ince bağırsağındaki enzimlere direnç göstererek, sindirilmeden doğrudan kalın bağırsağa geçen aynı zamanda “*Enzime Dirençli Nişasta*” olarakta anılabilen nişasta tipidir (Jiang ve Liu, 2002). Kalın bağırsağa ulaşabilmekte ve bağırsak mikroflorası tarafından fermente edilebilmektedir. Bu nedenle ince bağırsakta sindirelemeyen besinsel liflerin bir fraksiyonu olarak bilinmektedir. (Englyst ve ark., 1996; Topping ve Clifton, 2001; Sajilata ve ark., 2006; Sharma ve ark., 2008).

AACC (2000) tarafından verilen besinsel lif tanımları temelinde DN bir besinsel lif bileşeni olarak değerlendirilebilmektedir. DN fizyolojik olarak lif gibi davranmaktadır. Çözünmeyen lif olarak deneylere tabi tutulduğu halde, çözünür lifin fizyolojik faydalarına sahiptir. Aynı zamanda bağırsakta yararlı bakterilerin gelişimini destekleyen, yüksek oranda fermente olabilir bir besinsel liftir (Sajilata ve ark., 2006; Morita ve ark., 2007).

DN kendi içerisindeki fiziksel ve kimyasal özelliklere bağlı olarak 5 farklı tip olarak sınıflandırılmıştır. Bunlar DN1, DN2, DN3 ve DN4'dir.

Tip1 Dirençli nişasta (DN1); sindirilemeyen bir matriks içinde tutuklu halde bulunan nişasta (örnek; kısmen öğütülmüş taneler, baklagil nişastaları)

Tip2 Dirençli nişasta (DN2); granül formdaki jelatinize olmamış nişasta (örnek; yeşil muz, çiğ patates ve yüksek amiloz içeren nişasta)

Tip3 Dirençli nişasta (DN3); retrograde nişasta (örnek: kahvaltılık hububat ürünleri, pişirilip soğutulmuş patates, ekmek)

Tip4 Dirençli nişasta (DN4); kimyasal olarak modifiye edilmiş nişasta (örnek: asetat nişastaları, fosfat nişastaları, sitrat nişastaları ve çapraz bağlı nişastalar) (Tharanathan, 2002; Murphy ve ark., 2008).

Tip5 Dirençli nişasta (DN5); gıda işleme sırasında oluşturulabilen ve kontrollü koşullar altında da hazırlanabilen, amiloz-lipit kompleks oluşumundan kaynaklanan bir türdür. Amiloz-lipit kompleks oluşumları genelde yüksek amiloz nişastalarından oluşmaktadır (Fuentes-Zaragoza ve ark., 2011). DN5, DN2 göre ısıya karşı daha dayanıklıdır. DN5 elde etmek için DN3 ve DN4 oluşumuna göre daha az işlem gerekmektedir (Hasjim ve ark., 2013).

DN, tahıllarda, meyve/sebzelerde, işlenmiş ürünlerde farklı miktarlarda bulunmaktadır. Gıdalara uygulanan işlemler, DN miktarı etkilemektedir. DN gıdalarda direkt olarak bulunabileceği gibi, ısı işlemler, kısmi asit hidrolizi, enzim modifikasyonu, asit ya da enzim modifikasyonu ile birlikte ısı işlem uygulaması, ekstrüzyon ya da kimyasal yöntemlerle de elde edilebilmektedir. Nişastaya uygulanan ısı işlemler (ısıtma, soğutma, kurutma, vs.), nişastanın amiloz: amilopektin oranı, moleküllerin zincir uzunluğu, amiloz-lipid kompleksinin varlığı; gıdalardaki DN miktarına ve oluşumuna etki eden faktörler arasındadır (Charalampopoulos ve ark., 2002; Sajilata ve ark., 2006; Öztürk, 2008).

DN'nın kolon kanserini önleme (Zhou ve ark., 2013), hipo-glisemik etki (Sajilata ve ark., 2006; Liu ve Xu, 2008; Mikulíková ve ark., 2008), safra taşı oluşumunu engelleme (Sajilata ve ark., 2006) , prebiyotik etki (Roben ve ark., 1997; Sajilata ve ark., 2006), hipo-kolestrolemik etki (Wong ve ark., 2006), yağ birikiminin inhibisyonu (Keenan ve ark., 2006; Buttriss ve Stokes, 2008), mineral absorpsiyonu (Mikušová ve ark., 2009) gibi çeşitli fizyolojik etkileri olduğu görülmüştür.

DN2 ve DN3 doğal kaynaklı ve düşük su tutma kapasiteli, nötr tatda, beyaz renkli, ince partikül boyutlu ve laksatif etkisinin olmasının yanı sıra jelatinizasyon sıcaklığının yüksek olması gibi fonksiyonel özellikleri kullanıldığı gıdada olumlu özellikler sağlamaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda DN kullanımının kaplamalı ürünlerin gevrekliğini artırma, hamur reolojik özelliklerini olumsuz etkilememe, kahvaltılık tahıllarda gevrekliği arttırma, fonksiyonel bileşen olarak kullanılabilme, iyi ekstrüzyon ve film oluşturma özellikleri ve geleneksel lifli ürünlerden daha düşük su tutma kapasitesi sağlama gibi olumlu etkilerinin olduğu tespit edilmiştir (Younes ve ark., 1995; Tharanathan, 2002; Sajilata ve ark., 2006; Mikulíková ve ark., 2008).

Bütün bunların yanında DN gıdalarda yağ ikamesi olarak da kullanılmaktadır. Mısır, buğday, patates, pirinç ve baklagil gibi kaynaklardan elde edilen nişasta doğal halde ya da modifiye edilerek (hidroliz, çapraz bağlama, substitüsyon vb.) yağ ikamesi olarak kullanılmaktadır (Augustin ve ark., 2008). Yağ yerine dirençli nişastanın gıdalarda kullanımını hem yağ içeriğini azaltarak, fazla yağın vücuda alımındaki zararlı etkenlerden korunmamızı sağlarken hem de yağın gıdaya verdiği karakteristik özellikleri kaybetmemesini sağlar (Akoh, 1998). Fırınlanmış (makarna, bisküvi, kek, kahvaltılık gevrekler) gibi tüm düşük nemli ürünlerde, dondurma, sütlü tatlı ve peynir gibi orta nemli ürünlerde ve yoğurt ve fermente yoğurt içeceği gibi yüksek nemli ürünlerde farklı tiplerde dirençli nişasta kullanılmaktadır (Kahraman ve Köksel, 2006; Heydari ve ark., 2011).

2.2.3.3. Bezelye lifi (*Pisum sativum L.*)

Gıda tüketiminin hızla arttığı ve besin ihtiyacının karşılanmasında dünyada büyük zorluklar çekilmesi ile birlikte, gıda üreticileri, tüketiciler için gerekli besin ihtiyacını karşılayabilmek adına alternatif besin kaynakları olarak bezelye liflerinin gıda ürünlerinde kullanılması ile ilgili çalışmalar yapmışlardır. Besinsel gıda lifleri olarak kullanılan bezelye liflerinin, alternatif besin liflerine göre incelenmesi elzem bir önem taşımaktadır.

Bezelye (*Pisum sativum L.*) pek çok ülkede yaygın olarak üretilen ve tüketilen bir baklagil türüdür. Kanada yaklaşık olarak dünya bezelye üretiminin dörtte birini elinde bulundurarak, dünyanın en fazla bezelye üreten ülkesi konumundadır. Asya ve Kuzey Amerika, insani amaçlarla tüketilen bezelyenin en başında gelirler. Türkiye’de ise yaygın olarak üretimi yapılmakta ve yıllık yaklaşık olarak 155 bin ton insani amaçlarla, 121 bin tonu ise hayvan yemi olarak kullanılmaktadır (Anonim, 2016).

Bezelye besinsel lifleri, karbonhidratlar ve proteinler gibi besleyici bileşikleri yapısında bulundurur. Düşük miktarda lipit ile beraber %35 karbonhidrat, %20 protein ve %27 besinsel lif içerir (Boulter, 1983).

Bezelye tanesi genel anlamda buruşuk ve pürüzsüz olarak farklı tohum fenotipindedir, Bunlar genetik anlamda birbirine benzemezler ve nişastaları farklı yapıdadır. Düzensiz pigmentasyon, olgunluk ve depolama şartlarına bağlı olarak tohum renkleri; yeşil, sarı ve sarı-yeşil şeklinde farklılık gösterebilir. Yapılan farklı çalışmalarda ulaşılan sonuçlar düşük miktarda değişebilse de kuru bezelye tohumlarıyla

ilgili bir çalışmada 4.4 selüloz, %58.5 karbonhidrat, %3.3 kül, %23-33 protein ve %1 yağ içerdiği sonucuna varılmış ve %18-40 arasında nişasta içeriği bulundurulabilirliği özellikle belirtilmiştir (Özdemir, 2002; Ratnayake ve ark., 2002).

Bezelye proteinli/lifli gıda ürünleri, cazip fonksiyonel özelliklere sahip yiyecekler tasarlanırken yapısı ve fizikokimyasal özelliklerinin nasıl kontrol edilebileceği hakkında daha fazla bilgi edinilmeye mutlak bir gereksinim vardır. Makarna üretilirken tüketicilerin bakış açısına göre pişirme süresi, yapışkanlık, parçalanma derecesi (tüm tadı etkileyen) olarak nitelendirilen pişirme kalitesi oldukça önemlidir (Tudorica ve ark., 2002).

Yüksek amilozlu nişastalar grubuna bezelye nişastası örnek olarak verilebilir. Nişastaların sindirim hızları oldukça yavaştır, böylelikle diyet gıda üretim aşamalarında alternatif bir gıda ürünüdür (Kılınççeker, 2019).

Modern diyetle, bezelye liflerinin ve proteinlerinin faydalı besin özellikleri, onların daha cazip bileşenler olmasını sağlar. Yapılan araştırmalar sonucunda, bezelye besinsel liflerin buğday bazlı makarna ürünlerine eklenmesiyle, yapı ve doku olumsuz şekilde etkilendiği halde (Tudorica ve ark., 2002; Brennan ve ark., 2004; Aravind ve ark., 2012; Sudha ve Leelavathi, 2012; Giménez ve ark., 2013) ürünlerin besin değerinin arttığı sonucuna varılmıştır (Laleg ve ark., 2017).

2.2.3.4. Havuç lifi

Dünya genelinde üretilen ve bilinen kök sebzelerden biri olan havuç (*Daucus carota* L), Amerika Birleşik Devletleri de dahil batı ülkelerinde en önemli karotenoid kaynağı olarak bilinmektedir (Block, 1994; Torronen ve ark., 1996). Dünyada havuç üreten ülkelerin başında Çin gelmektedir (FAO, 2008). Havuç ve ürünlerinin tüketimi son yıllarda önemli bir doğal antioksidan kaynağı olarak kabul görmektedir ve karotenin antikanser aktivitesi, A vitamininin en önemli kaynağı olması sebebiyle de havuç tüketiminin artışı günden güne artmaktadır (Dreosti 1993; Speizer ve ark., 1999).

Kök sebzelerden biri olan havucun nem içeriği %86 ile %89 arasındadır (Gopalan ve ark., 1991). Mg, P, Ca, ve Fe gibi mineraller açısından zengin olan havuç iyi bir karbonhidrat kaynağıdır. Gopalan ve ark. (1991) havucun protein içeriğini %0.9, ham lif içeriğini %1.2, nem içeriğini %86, yağ içeriğini %0.2, karbonhidrat içeriğini %10.6, toplam kül içeriğini %1.1, Fe içeriğini 2,2 mg/100 g, P içeriğini 53 mg/100 g, Ca içeriğini 80 mg/100 g olarak tespit etmiştir.

Önemli kök sebzelerin başında gelen havuç çoğunlukla havuç suyu üretiminde kullanılır ve oluşan havuç suyu ekstraksiyonundan sonra oluşan yan ürünler (yan kökler, posa vb) hayvan yemi olarak kullanılır veya çoğunlukla atılır. Havuç lifi (HL) havuç posasından temin edilir ve yüksek oranda bileşikler içerir (Ünlü, 2017).

EimValeria ve ark. (2008), yapmış oldukları bir çalışmada, sosis formülasyonuna, %3, 6, 9 ve 12 oranında havuç lifi ilave etmişler ve %3 havuç lifi ilaveli sosislerinin kontrol örnekleri ile benzer kalitede oldukları görülmüştür. Havuç lifi yüzde oranı arttıkça setliğinde arttığı ifade edilmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada ise tarhananın besin kalitesini artırmak için formülasyonunda gıda endüstri atıklarından sağlanan şeker pancarı lifi ve havuç lifi ilave ederek besinsel lifçe zenginleştirilebileceği aynı zamanda duyuusal yönden de kabul edilebilir tarhanaların üretilebileceği sonucuna ulaşılmıştır (Ünlü, 2017).

2.2.4. Proteinler

2.2.4.1. Kazein

Fonksiyonel ve yapısal özellikleri açısından farklı bir yapısı olan süt proteinleri ile ilgili araştırmalar tarihte yapılmıştır ve günümüzde de yapılmaya devam etmektedir. 1880'de Hammersten'in çalışmalarıyla ilk defa süt proteinleri üzerine araştırma yapılmıştır. 1930'dan sonra bu çalışmalar hızla kazanmıştır. 1830 yılında Brocnet ilk defa 'kazein' kelimesinden bahsetmiştir (McKenzie, 1970; McKenzie, 1971; Fox, 1982; Walstra ve Jenness, 1984; Bart ve Schlimme, 1988; Wong, 1988; Fox, 1989; Fox, 1992; Fox ve McSweeney, 1998; Cayot ve Lorient, 1998; Walstra ve ark., 1999; Fox ve McSweeney, 2003; Lopez-Fandino, 2006).

Kazein proteinleri inek sütünde α_1 -, α_2 -, β - ve κ - diye adlandırılan fragmantasyonlardan oluşmaktadır (Fox, 1982; Fox ve McSweeney, 2003). Kazein proteinleri 20-25 kD moleküler ağırlığı olan ve 50-500 nm aralığında değişen küçük çaplı moleküllerdir (Fox ve McSweeney, 1998). Tüm kazein molekülleri çeşitli sayıda PO_4 grubu içermektedir. Örneğin α_1 -kazein molekülleri 8-9 PO_4 , β - kazein 4-5 PO_4 grubu içermektedir. α_2 - kazein diğer fragmantasyonlara göre daha çok PO_4 grubu içermektedir. Kazein proteinleri bir imino asit olan prolinden önemli miktarda içermektedir (Lesk, 2001).

Kazeinlerin morfolojik özelliği üzerinde yapılan çeşitli deneysel araştırmalarda düşük seviyelerde ikincil ve üçüncül yapılaraya sahip olduğu ortaya çıkarmıştır. Kazeinlerin ikincil yapılarının eksikliğinden dolayı bu proteinler stabil değildir esnek bir yapı oluşturur. Bu özelliğinden dolayı bazı diğer proteinlerden farklı olarak reomorfik yapı diye adlandırılan yapıya sahiptir (Fox ve Kelly, 2004).

Kısmı olarak hidrofobik özellik gösterir. Birbirinden değişik yapılaraya sahip olması sebebiyle önemli seviyelerde hidrofobiktir. Polar ve yüklü birleşimler heterojen bir şekilde yerleşmiştir. Hidrofilik ve hidrofobik yapılar olarak meydana gelmiştir. Amfipatik yapılarından dolayı yüksek yüzey aktif özellik gösterirler. Peynir gıdalarındaki acılık kazeinin duyuusal bir kusurudur ve kazeinin hidrofobik özelliğinden kaynaklanmaktadır (Fox ve Kelly, 2004).

2.2.4.2. Gluten

Tahıl endüstrisinde, endüstriyel işlemlerden sonra ortaya çıkan önemli yan ürünlerden biride glutendir. Mısır, çavdar, yulaf, arpa, buğday işlemlerden geçirildikten sonra oluşan nişasta ayrılır ve geriye kalan protein glutendir. Glutenin yapısal olarak büyük çoğunluğu proteindir. Glutendeki proteinler karbonhidrat ve lipitlerle birlikte birleşerek matriks oluştururlar (Kulp, 2000). Buğdayda bulunan %80-85 lik proteinin tamamını glutenler oluşturmaktadır (Kaushik ve ark., 2015).

Tahıllardaki depo proteini aynı zamanda gluten olarakta isimlendirilir. Glutenler prolamin sınıfında olup çözünürlüklerine göre polimerik gluteninler ve monomerik gliadinler diye iki bölümden oluşurlar. Polimerik gluteninler alkali ya da asit çözeltilerde ve %70-80 etanol çözeltisinde çözünebilirler ancak tuzlu suda ya da suda çözünür özellik göstermezler (Osborne, 1907).

Tahıl tanesinde bulunan depo proteinler içerisinde glutenler prolamin sınıfına girmektedir. Polimerik gluteninler ve monomerik gliadinler diye iki gruptan oluşurlar ve suda, tuzlu suda çözünür özellik göstermezler. Gliadin fraksiyonunun çölyak hastalarında toksik olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir. Bununla birlikte glutenin fraksiyonunun ise gliadin fraksiyonuna göre daha az toksik olduğu ortaya çıkmıştır. Et, sosis, çorba gibi hazır gıdalar ve arpa, buğday, çavdar veya yulaf unlarıyla hazırlanan ekmek, bisküvi, kek, pasta vb. fırıncılık ürünlerinde prolaminler kullanılmaktadır. Su veya yağ tutucu olarak, inceltici, tekstür geliştirici olarak glutenler çeşitli ürünlerde kullanılmaktadır. Buğdayda %80-85 oranından gluten bulunurken

yulafta bu oran %10 kadar düşmektedir. Bu yüzden gluten intoleransı olan insanlar yulaf ürünlerini tercih etmektedirler (Hudacko ve ark., 2013).

Gluten proteininin gıda ürünlerinde kullanım amaçlarından biri de, ekmek hamurunun ağsı yapısının sağlanmasıdır. Gluten hamurun yapışkan bir halde olmasını sağlamakla birlikte fermantasyon esnasında CO² gazının bağlar arasında tutulmasında görevlidir. Bu faydaları ile birlikte fırın ürünlerinin tekstürünün, içyapısının oluşmasında yardımcıdır. Gliadin ve glutenin maddeleri gluten proteini içinde yer alan hamurun kıvamının oluşmasında yardımcı içeriklerdir. Hamur yapısının düzenli olmasında da katkı sağlarlar. Gliadin ekmek hacminin şekillenmesini sağlar (Pyle ve Gorton, 1988, Türksoy ve Özkaya, 2006).

Çölyak hastalığı arpa, buğday, çavdar gibi tahılların içinde bulunan glutenin sindirim sistemi organlarından ince bağırsakta parçalanmaması sonucu oluşan immün sistem hastalığıdır (Sümer ve ark., 2015). Gluten duyarlılığı olan insanlarda ise sindirim sistemi, bağışıklık sistemi üzerine çeşitli sağlık sorunları oluştururlar (Hudacko ve ark., 2013). Sağlık sorunlarının başında gluten intoleransı, dermatitis herpetiformis, çölyak dışı gluten duyarlılığı, buğday alerjisi gelmektedir (Ertem, 2014).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bisküvi üretiminde kullanılan; un, kabartma tozu, yağsız süt tozu, tuz, pudra şekeri ve margarin, Konya piyasasından; β -glukan, polidekstroz, dirençli nişasta (DN), TNT endüstriyel AŞ'den (Konya, Türkiye); bezelye lifi, havuç lifi ve gluten gıda katkı maddelerinin satışını yapan bir firmadan (Kimbiotek, İstanbul, Türkiye), kazein Konya'daki bir süt firmasından temin edilmiştir (Enka Süt, Konya, Türkiye).

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme planı

Bu araştırmada, bisküvinin enerjisi değerinin azaltılmasında farklı besinsel lifler ve yağ ikame maddelerinin kullanımını amaçlanmıştır.

İlk aşamada, formülasyondaki un miktarı azaltılarak 5 farklı besinsel lif ve yağ ikame maddesi (β -glukan, polidekstroz, dirençli nişasta, bezelye lifi ve havuç lifi) 4 farklı oranda (%0-4-6-8) bisküvi formülasyonuna ilave edilmiştir. Çalışmanın bu aşaması 5x4x2 faktöriyel deneme desenine göre yürütülmüştür.

İkinci aşamada ise; formülasyondaki yağ miktarı azaltılarak 5 farklı besinsel lif ve yağ ikame maddesi (β -glukan, polidekstroz, dirençli nişasta, kazein ve gluten) 4 farklı oranda (%0-4-6-8) bisküvi formülasyonuna ilave edilmiştir. Çalışmanın bu aşaması da 5x4x2 faktöriyel deneme desenine göre yürütülmüştür.

3.2.2. Bisküvi örneklerinin hazırlanması

Bisküvi üretiminde AACC Standart No:10-54 üretim metodu formülasyona göre modifiye edilerek kullanılmaktadır (AACC, 1990). Şahit bisküvi formülasyonu, 100 gram buğday unu esasına göre; 42 g pudra şekeri, 1 g yağsız süt tozu, 1.25 g tuz, 1.5 g kabartma tozu, 40 g margarin, 0.5 g vanilin, 100 g bisküvilik buğday unu ve 15 ml su şeklindedir. Bisküvi formülasyonunda kullanılan ingredientler ve miktarları Çizelge 3.1.' de verilmektedir.

Deneme desenine göre üretilen diğer bisküvilerde; un ve yağ oranını %15, 30 ve 45 oranında azaltmak için sırasıyla %4, 6 ve 8 oranında ikame maddesi ilave edilmiştir. Un ikamesi için β -glukan, polidekstroz, dirençli nişasta, bezelye lifi ve havuç lifi ve yağ ikamesi için ise β -glukan, polidekstroz, dirençli nişasta, kazein ve gluten kullanılmıştır.

Formülasyonda belirtilen ingredientler, laboratuvar mikserinde (Kenwood KMX, Kenwood Ltd., İngiltere) 8 dk süre ile karıştırılarak yoğurulmuştur. Elde edilen hamur 5 mm kalınlığına inceltirilerek ve 55 mm çapında kesme kalıbıyla kesilmiş ve bisküvilere nihai şekli verilmiştir. Bisküviler alüminyum tepsilerde, $170\pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki fırında (Vestel SF8401, Türkiye) 12 dakikada pişirilmiştir. Pişirme sonunda oda sıcaklığına soğutulan örnekler, kilitli polietilen paketlerde muhafaza edilmiştir ($24\pm 2^\circ\text{C}$).

Çizelge 3. 1. Bisküvi formülasyonu

İngrediyentler	Un esasına göre (%)
Un (% 14 su içeriğine göre)	100.0
Pudra Şekeri	42.0
Margarin	40.0
Tuz	1.25
Yağsız Süt Tozu	1.0
Sodyum bikarbonat	1.0
Amonyum bikarbonat	0.5
Vanilya	0.5
Su	Değişken

3.2.3. Hammadde ve bisküvi örneklerine yapılan analizler

3.2.3.1. Renk ölçümü

Bisküvi üretiminde kullanılan bazı hammaddelerin ve bisküvi örneklerinin renk ölçümü, Konica Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japan) cihazı kullanılarak L^* değeri [(0) siyah - (100) beyaz], a^* değeri [(+) kırmızı - (-) yeşil] ve b^* değeri [(+) sarı -(-) mavi] cinsinden ölçülmüştür. Renk değerleri örneklerin 5 farklı noktasından belirlenmiş ve ortalaması alınmıştır. Hue (renk özü) değeri $\arctan(b^*/a^*)$ formülü ile, SI (doygunluk indeksi) değeri ise $(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$ formülü ile hesaplanmıştır (Francis, 1998).

3.2.3.2. ap, kalınlık ve yayılma oranı

Üretilen bisküvilerde çap (mm) ve kalınlık (mm), AACC Metot No.10.54'e göre kumpas kullanılarak ölçülmüş, yayılma oranı ise bisküvi çapının kalınlığa oranlanmasıyla elde edilmiştir (AACC, 2002).

3.2.3.3. Nem tayini

Bisküvi üretiminde kullanılan bazı hammaddelerin ve bisküvi örneklerinin nem miktarı tayininde, 135 °C'de 2.5 saat kurutma normu uygulanan AACC'nin standart metotlarından Metod 44-19 kullanılmıştır (AACC, 1990).

3.2.3.4. Kül tayini

Hammaddelerin ve bisküvi örneklerinin kül tayini AACC 08-01 metoduna göre yapılmıştır. Bunun için, örneğin tümü hiçbir siyah leke içermeyinceye kadar kül fırınında 550 °C'de yakılmıştır (AACC, 1990).

3.2.3.5. Ham yağ tayini

Hammaddelerin ve bisküvi örneklerinin yağ miktarı AACC 30-25'e göre, otomatik yağ ekstraksiyon cihazı (Velp SER 148/6, Usmate, İtalya) kullanılarak belirlenmiştir. Hammaddelerde bulunan yağ, hekzan ile ekstrakte edildikten sonra hekzanın uçurulmasıyla tespit edilmiştir (AACC, 1990).

3.2.3.6. Protein tayini

Hammaddelerin ve bisküvi örneklerinin protein tayini için Kjeldahl metodu (AACC 46-12) kullanılmıştır. Metodun esası; örneğin sülfürik asitle muamele edilerek içindeki azotun (NH₄)SO₄ halinde tespit edilmesi, ardından, NaOH ile muamele ederek çıkan NH₄OH miktarından, azotlu madde miktarının hesaplanmasına dayanmaktadır. Un 5.70 ve diğerleri 6.25 çarpım faktörü kullanılarak protein miktarları hesaplanmıştır (AACC, 1990).

3.2.3.7. Karbonhidrat tayini

Hammaddelerin ve bisküvi örneklerinin karbonhidrat miktarları, kimyasal analizleri yapılmış olan numunelerin nem (%), yağ (%), ham protein (%) ve kül (%) miktarlarının toplamının 100'den çıkarılması ile belirlenmiştir (Schakel ve ark., 1997).

3.2.3.8. Mineral madde

Hammaddelerin ve bisküvi örneklerinin mineral madde miktarını belirlemek amacıyla, 0.3 g kuru örnek 10 ml HNO₃ + H₂SO₄ kullanılarak mikrodalgada (Mars 5, CEM Corporation, ABD) yakılmış, elde edilen süzüklerde mineral madde içerikleri ICP-AES (İndüktif eşleşmiş plazma atomik emisyon spektrometresi) cihazında (Vista Series, Varian International, AG, İsviçre) tayin edilmiştir (Skujins, 1998).

3.2.3.9. Besinsel lif

Hammaddelerin ve bisküvi örneklerinin toplam besinsel lif miktarı tayini, AACC 32-07/AOAC 991.43 numaralı enzimatik-gravimetrik yönteminin esasıyla Sigma Toplam Besinsel lif Tayini Kiti (TFD-100A; Sigma- Aldrich, ABD) ile gerçekleştirilmiştir (AACC, 2000; AOAC, 2002). Kullanılan bu metot ile örnekler (1 g) ısıya dayanıklı α -amilaz ile muamele edildikten sonra proteaz ve amiloglukosidaz ile enzimatik olarak parçalanmış ve örneklerden protein ve nişasta uzaklaştırılmıştır. Filtrasyon sonrasında elde edilen katı kısım (çözünür olmayan besinsel lif) kurutulurken, sıvı kısma etanol eklenerek çözünür besinsel lif çöktürülmüştür. Karışım etanol ve aseton ile muamele edilerek filtreden geçilmiş ve katı kısım (çözünür besinsel lif) filtrat olarak elde edilmiştir. Kurutma aşamasından sonra tüm kalıntıların tartımı alınmıştır. Örneklerin yarısı protein, diğer yarısı ise kül tayini için ayrılmıştır. Toplam protein ve toplam kül miktarlarının tartımlardan çıkartılması ile örneklerdeki toplam besinsel lif miktarları tayin edilmiştir.

3.2.3.10. Toplam fenolik madde miktarı

Hammadde ve bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde miktarı (TFMM), Folin-Ciocalteu Metodu kullanılarak kolorimetrik olarak tayin edilmiştir. Tüm örnekler

(3 g), asitlendirilmiş metanol (HCl/metanol/su, 1:80:10, v/v) içerisinde (15 ml), 2.5 saat süre ile çalkalamalı su banyosunda (24 ± 1 °C) çalkalanarak ekstrakte edilmiştir. Daha sonra bu karışım, 3000 rpm'de 10 dakika süre ile santrifüj edilmiş ve sonrasında elde edilen supernatant kullanılarak toplam fenolik madde içeriği tespit edilmiştir (Gao ve ark., 2002; Beta ve ark., 2005). Analizde 0.8 ml supernatant örnek, 4.8 ml saf su, 0.5 ml Folin-Ciocalteu reaktifi (%10'luk, h/h, suda) ve 1 ml %20'lik sodyum karbonat çözeltisi deney tüpünde karıştırılarak, 2 saat oda sıcaklığında (24 ± 1 °C) ışık görmeyen bir yerde inkübe edilmiştir. Bu süre sonunda da çözeltilerin absorbans değerleri 725 nm de spektrofotometrede (Hitachi-U1800, Japonya) okunmuş ve toplam fenolik miktarı gram ekstrede mg gallik asite (mg GAE/g) eşdeğer olacak şekilde hesaplanmıştır (Slinkard ve Singelton, 1977; Gamez-Meza ve ark., 1999).

3.2.3.11. Antioksidan aktivite

Hammadde ve bisküvi örneklerinin antioksidan aktiviteleri DPPH (2-2-Diphenyl-2-picrylhydrazyl) metodu ile belirlenmiştir (Gyamfi ve ark., 1999; Beta ve ark., 2005). Metodun temelini, bir serbest radikal olan DPPH'in örnekte bulunan antioksidan maddeler tarafından yok edilmesi esasına dayanmaktadır. Analiz sırasında örnekler toplam fenolik madde analizindeki gibi ekstrakte edilmiş ve DPPH ile muamele edilmiştir. Spektrofotometrede 517 nm'de absorbans ölçümleri yapılmış ve analizin değerlendirilmesi aşağıdaki formüle göre gerçekleştirilmiştir.

$$\% \text{ İnhibisyon} = [(Abs_{\text{kontrol}} - Abs_{\text{örnek}}) / Abs_{\text{kontrol}}] \times 100$$

3.2.3.12. Tekstür ölçümü

Bisküvinin sertlik ve kırılgenlik değerleri, ürünler fırından çıkartıldıktan sonra 24 saat içerisinde, tekstür analiz cihazı (TA-XT Plus, Stable Micro Systems Ltd., Surrey, İngiltere) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bisküvi örnekleri için 3 noktalı kırma probu kullanılmıştır. Bisküvi analizi, Adeola ve Ohizua'nın (2018) kullandığı metot modifiye edilerek, 3 mm/sn ölçüm hızı ve 5 mm'lik bir mesafe ile uygulanmıştır.

3.2.3.13. Enerji değerinin belirlenmesi

Bisküvi örneklerinin enerji değerleri kimyasal analizler sonucunda ortaya çıkan besinsel lif, yağ, protein ve karbonhidratın kalori değerleri ile çarpılarak, toplanması ile tespit edilmiştir. Yağ 9 kcal, karbonhidrat ve protein 4 kcal ve lif ise 2 kcal ile çarpılmıştır (Schakel ve ark., 1997).

3.2.3.14. Duyusal analizler

Bisküvi örneklerinin duyusal analizleri yaşları 25-55 arasında değişen, Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümündeki öğretim elemanları, yüksek lisans ve doktora öğrencileri arasındaki 10 kişi tarafından gerçekleştirilmiştir. Örnekler, konu ile ilgili kısa bir eğitime tabi tutulan panelistler tarafından standart olarak ışılandırılmış ortamda bireysel olarak analiz edilmiştir. Duyusal analize katılan panelistlerden bisküvi örneklerinin renk, tat, koku, görünüş, gevreklik ve genel beğeni özelliklerini değerlendirmeleri istenmiştir. Duyusal özellikler panelistler tarafından 5'lik hedonik skala ile (1-kötü, 2-yeterli değil, 3-kabul edilebilir, 4-iyi ve 5-oldukça iyi) değerlendirilmiştir. Sonuçta elde edilen verilerin tümü ortak değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

3.2.3.15. İstatistiki analizler

2 tekerrürlü olarak yürütölen denemeler sonunda elde edilen bisküviler arasındaki farklılıkları belirlemek için istatistiki analiz uygulanmıştır. Bu istatistiki analizde JMP istatistik programı, 5.0.1 versiyonu (SAS Institute Inc., Cary, NC, ABD) kullanılmıştır. Araştırma sonunda elde edilen veriler varyans analizine tabi tutularak, farklılıkları istatistiki olarak önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları ise çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Hammadde Analizi Sonuçları

Bisküvi üretiminde kullanılan bazı hammaddelere ait renk değerleri (L^* , a^* , b^* , SI (chroma) ve Hue angle) Çizelge 4.1’de verilmiştir. Buna göre, hammaddelerin L^* değerleri 85.77 ile 97.30 arasında değişim göstermiştir. En yüksek L^* (parlaklık) değeri dirençli nişasta (DN) örneğinde (97.30) bulunmuş, bunu takiben sırasıyla polidekstroz (96.19), kazein (95.49), un (93.98), bezelye lifi (91.43), gluten (88.70), β -glukan (88.11) ve havuç lifi (85.77) izlemiştir. Hammaddeler a^* (kırmızılık) değeri bakımından karşılaştırıldığında ise; β -glukanın (1.19) en yüksek ve polidekstrozun (-1.68) ise en düşük değere sahip olduğu belirlenmiş ve bu iki değer istatistiki olarak birbirinden farklı bulunmuştur ($p<0.05$). Hammaddeler içinde gluten (15.23) en yüksek b^* (sarılık) değerine sahip iken bunu havuç lifi (14.02) ve bezelye lifi (12.39) takip etmektedir. En düşük b^* değeri ise DN (3.69) örneğinde belirlenmiştir. Hammaddelerin SI değerleri b^* değerine benzer bir değişim göstermiştir. En yüksek hue angle değeri polidekstroz ile elde edilirken bunu sırasıyla DN, kazein ve un takip etmiştir.

Çizelge 4. 1. Bisküvi üretiminde kullanılan bazı hammaddelere ait renk değerleri¹

Hammadde	L^*	a^*	b^*	SI	Hue angle
Un	93.98±0.02d	-0.46±0.00e	10.40±0.00d	10.41±0.00d	92.52±0.02d
β -glukan	88.11±0.01g	1.19±0.00a	10.02±0.02e	10.09±0.02e	83.21±0.00h
Polidekstroz	96.19±0.04b	-1.68±0.00g	7.51±0.00g	7.70±0.022g	102.61±0.00a
Dirençli nişasta	97.30±0.02a	-0.40±0.00d	3.69±0.00h	3.71±0.00h	96.22±0.05b
Bezelye lifi	91.43±0.00e	-0.17±0.01c	12.39±0.04c	12.39±0.04c	90.80±0.05f
Havuç lifi	85.77±0.08h	0.18±0.00b	14.02±0.02b	14.02±0.02b	89.25±0.01g
Kazein	95.49±0.00c	-0.96±0.00f	9.21±0.01f	9.26±0.01f	95.97±0.03c
Gluten	88.70±0.00f	-0.44±0.00e	15.23±0.01a	15.23±0.01a	91.67±0.01e

¹Farklı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$). Ortalamaların karşılaştırılmasında Tukey HSD testi kullanılmıştır.

Doğan ve Uğur (2004), ülkemizin doğu bölgelerinde yetişen bisküvi üretimi için kullanılan buğdayların kalitesini ortaya koymak amacıyla, bisküvilik buğday ununda L^* değerini 79.5-83.0, a^* değerini (-1.0)-(-1.5) aralığında ve b^* değerini 5.0-14.5 aralığında bulmuştur. Beğen (2012) tarafında yürütülen bir başka çalışma sonucunda bisküvi üretiminde kullandığı buğday ununun L^* , a^* , b^* , SI ve Hue angle değerlerini

sırasıyla 94.05, -0.78, 9.07, 9.10 ve -85.12 olarak rapor etmiştir. Aktaş (2012) ise β -glukanın L^* değerini 83.37, a^* değerini 0.69 ve b^* değerini 8.41 olarak rapor etmiştir.

Bisküvi üretiminde kullanılan hammaddelerin nem, kül, protein, yağ ve karbonhidrat analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Sonuçlar nem miktarı açısından incelendiğinde, nem değerlerinin 4.43 ile 9.99 arasında değiştiği görülmüştür. Bununla beraber en yüksek nem değerleri DN (9.99), un (9.85) ve havuç lifi (9.75) örneğinde görülürken, en düşük nem değerleri kazein (4.43) ve polidekstroz (4.62) örneklerinde görülmüştür. Hammaddelerin kül sonuçları ise 0.05 ile 5.35 değerleri arasında değişmektedir. En düşük kül miktarı polidekstroz örneğinde tespit edilmiş iken, en yüksek kül miktarı kazein örneğinde belirlenmiştir. Beğen (2012), buğday ununun su, kül, protein ve yağ oranlarını sırasıyla; 11.10, 0.66, 8.75 ve 0.40 olarak bildirmiştir. Doğan ve Uğur (2005), yaptıkları bir çalışmanın sonucunda bisküvi için kullanılan buğdaylardan elde edilen unların kül değerlerinin %0.81-0.93 aralığında, protein değerlerinin ise %8.2 ile 9.9 aralığında olduğunu bildirmiştir. Taş (2011), bazı kabartıcıların değişik bileşimlerinin bisküviye ilave edilmesi ve bisküvi kalitesini nasıl etkilediği ile ilgili yaptıkları bir çalışmada bisküvilik unun protein değerinin %9.80 olduğunu bildirmiştir.

Çiftçi (2018), yaptığı çalışmanın sonucunda hammaddelerde yaptığı analizler neticesinde bisküvilik buğday ununun nem, protein, kül ve yağ içeriklerini sırasıyla; %13.9, %8.5, %0.55 ve %1.02 olarak bildirmiştir.

Hammaddeler içinde tahmin edildiği üzere en yüksek protein içeriği glutende (70.88) tespit edilmiş olup bunu kazein (53.30), bezelye lifi (11.73) ve un (11.33) takip etmiştir. En düşük protein içeriği ise polidekstroz örneğinde belirlenmiştir.

Yapılan araştırmalar sonucunda bisküvi üretiminde kullanılan unun protein içeriğinin genellikle %7-10 olduğu bildirilmektedir (Faridi ve ark., 2000; Doğan ve Uğur, 2005).

Erinç ve Tekin (2011), yağı azaltılmış bisküviler ile ilgili yaptığı bir çalışmanın sonucunda buğday kepeği lifinin protein miktarını %9.6-9.8, portakal lifinin protein miktarını ise %2.6-2.7 olarak bildirmiştir. Bu çalışmada da liflerin protein miktarları literatürde olduğu gibi değişiklik gösterebilmektedir.

Hammaddeler yağ miktarı açısından değerlendirildiğinde, β -glukanın (2.99) en yüksek yağ miktarına; bezelye lifi (0.65), polidekstroz (0.18) ve dirençli nişastanın (0.02) ise düşük yağ miktarlarına sahip olduğu görülmüştür. Hammaddelerden elde

edilen yağ miktarı sonuçları arasında küçük farklılıklar olması ile beraber istatistiksel olarak da yağ değerleri birbirinden farklı bulunmuştur ($p < 0.05$).

Birçok araştırma sonucunda polidekstrozun karbonhidrat esaslı bir madde olduğunu bu nedenle yağ içermediğini ve protein içeriğinin de oldukça düşük olduğu rapor etmektedir (Huyghebaert ve ark., 1996; Voragen, 1998; Voragen, 2000; Brooks, 2003; Anonymous, 2004b; Kömürlü ve Koçak, 2005). Bu çalışmada da polidekstroz ile elde edilen veriler literatür verileri ile uyumludur.

Fendri ve ark. (2016), bezelye lifinin kül, yağ ve protein miktarını sırasıyla % 3.56, %0.87 ve %6.73 olarak tespit etmiştir. Bu çalışmada bezelye lifinin kül değeri % 1.35 bulunarak literatürde verilen değerlerden düşük bulunmuştur.

Hammaddeler karbonhidrat değeri bakımından incelendiğinde; %93.88 ile en yüksek değer polidekstrozda gözlemlenirken, bunu sırasıyla kazein ve dirençli nişasta takip etmektedir. En düşük değer ise polidekstrozdan neredeyse 5 kat daha az olan glutende tespit edilmiştir.

Bisküvi üretiminde kullanılan bazı hammaddelerin mineral madde miktarları Çizelge 4.3'de verilmiştir. Kalsiyum (Ca) miktarları 5.46-1322.76 mg/100g arasında değişen hammaddelerden polidekstroz en düşük kalsiyum içeriğine sahipken, kazeinin ise en yüksek kalsiyum içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Kazeinden sonra sırasıyla havuç lifi ve bezelye lifinin kalsiyum içeriklerinin yüksek olması da dikkate değer bulgulardan birisidir.

Mineral madde miktarı, unun elde edildiği buğdayın çeşit, yetiştirme koşulları yanı sıra randımanına bağlı olarak değişebilmektedir. Rennen ve ark. (2008), 54 çeşit buğday unu örneklerinde Ca içeriğinin 11-196 mg/100g, Mg içeriğinin 19- 51 mg/100g, Fe içeriğinin 1.05-14.66 mg/100g, Zn içeriğinin 0.51-1.39 mg/100g, K içeriğinin 76-316 mg/100g ve P içeriğinin 81-715 mg/100g aralığında değiştiğini bildirmişlerdir.

Aktaş (2012), erişteler ile ilgili yaptığı bir çalışmanın sonucunda buğdayununun Ca, Mg, Mn, Zn, P ve K mineral madde miktarlarını sırasıyla, 22.74, 49.35, 0.49, 0.67, 230.64 ve 158.37 mg/100g olarak rapor etmiştir.

Hammaddelere ait mineral madde analiz sonuçlarına göre; en yüksek magnezyum (Mg) miktarı havuç lifinde belirlenirken bunu β -glukan ve bezelye lifi takip etmiştir. En düşük magnezyum miktarı ise polidekstroz da tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 2. Bisküvi üretiminde kullanılan bazı hammaddelere ait kimyasal analiz sonuçları¹

Hammadde	Nem (%)	Kül (%)	Protein ² (%)	Yağ (%)	Karbonhidrat (%)
Un	9.85±0.03a	0.58±0.00e	11.33±0.00d	1.14±0.03c	77.10±0.06f
β-glukan	8.52±0.04b	2.08±0.10c	9.60±0.03e	2.99±0.01a	76.81±0.18g
Polidekstroz	4.62±0.04d	0.05±0.02f	1.27±0.06h	0.18±0.03g	93.88±0.07a
Dirençli nişasta	9.99±0.00a	3.41±0.03b	1.82±0.03g	0.02±0.00h	84.77±0.01c
Bezelye lifi	7.49±0.02c	1.35±0.01d	11.73±0.00c	0.65±0.04e	78.79±0.07e
Havuç lifi	9.75±0.00a	3.08±0.01b	4.18±0.03f	0.41±0.00f	82.58±0.02d
Kazein	4.43±0.15d	5.35±0.21a	53.30±0.03b	1.79±0.01b	85.13±0.10b
Gluten	7.46±0.03c	0.77±0.01e	70.88±0.00a	0.98±0.05d	19.92±0.08h

¹Farklı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Ortalamaların karşılaştırılmasında Tukey HSD testi kullanılmıştır. ²Hammaddelerden unda Nx5.7, diğerlerinde Nx6.25 faktörü kullanılmıştır.

Çizelge 4. 3. Bisküvi üretiminde kullanılan bazı hammaddelere ait mineral madde miktarları (mg/100g)¹

Hammadde	Ca	Mg	Fe	Zn	K	P
Un	28.51±0.30f	40.22±0.45d	2.10±0.01e	1.00±0.00d	196.69±1.40d	164.26±1.50e
β-glukan	37.09±0.40e	108.88±0.54b	3.82±0.03d	2.33±0.04c	451.16±1.50c	476.93±1.88c
Polidekstroz	5.46±0.50h	1.46±0.37h	6.41±0.02a	0.42±0.02e	1.34±1.90h	20.91±2.56h
Dirençli nişasta	27.00±0.70g	4.73±0.61g	0.92±0.02g	0.23±0.04f	17.61±1.42g	871.07±1.66a
Bezelye lifi	449.03±0.60c	101.96±0.51c	3.93±0.04c	2.62±0.03b	49.33±1.17f	100.79±1.41f
Havuç lifi	920.91±0.30b	156.92±0.30a	6.43±0.05a	0.95±0.07d	525.98±1.25b	76.98±1.39g
Kazein	1322.76±0.50a	15.06±0.37f	1.12±0.02f	0.41±0.02e	724.59±1.26a	533.81±1.29b
Gluten	46.69±0.40d	27.99±0.40e	4.74±0.05b	3.34±0.06a	94.43±1.88e	244.49±2.82d

¹Farklı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Sonuçlar kuru madde üzerinden, mg/100g olarak verilmiştir. Ortalamaların karşılaştırılmasında Tukey HSD testi kullanılmıştır.

Çizelge 4. 4. Bisküvi üretiminde kullanılan bazı hammaddelere ait kimyasal ve besinsel analiz sonuçları¹

Hammadde	Besinsel lif (%)	TFMM ² (µg GAE/g)	Antioksidan aktivite (%)
Un	3.25±0.02f	1003.48±3.69c	3.35±3.93e
β-glukan	51.81±0.03c	1548.01±9.21a	42.29±18.09a
Polidekstroz	0.66±0.03g	750.67±3.36e	3.82±27.09d
Dirençli nişasta	27.97±0.01d	1.90±0.03h	3.22±9.82e
Bezelye lifi	67.83±0.07b	828.46±2.89d	4.10±24.01c
Havuç lifi	92.68±0.35a	495.24±4.31f	0.92±15.79f
Kazein	0.00±0.00h	303.38±2.97g	10.61±0.00b
Gluten	24.62±0.04e	1304.91±5.93b	3.77±25.46d

¹Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. Farklı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

²TFMM: Toplam fenolik madde miktarı

Hammaddeler demir (Fe) içeriği açısından karşılaştırıldığında; en yüksek demir içeriğine havuç lifi (6.43 mg/100g) ve polidekstrozun (6.41 mg/100g) sahip olduğu bulunmuştur ve bunların arasında istatistiki olarak önemli bir fark görülmemektedir (p>0.05). En düşük demir içeriği ise dirençli nişastada (0.92 mg/100g) tespit edilmiştir.

Hammaddeler çinko (Zn) içerikleri bakımından incelendiğinde; gluten, bezelye lifi ve β-glukan da en yüksek çinko değerleri tespit edilirken; dirençli nişasta, kazein ve polidekstroz da ise en düşük değerler tespit edilmiştir.

Potasyum (K) miktarı bakımından yapılan karşılaştırmada; kazeinin (724.59 mg/100g) en yüksek oranda, polidekstrozun (1.34 mg/100g) ise en düşük oranda potasyum içerdiği görülmüştür.

Bisküvi üretiminde kullanılan bazı hammaddelere ait besinsel lif, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite miktarları Çizelge 4.4'te verilmiştir. Besinsel lif bakımından değerlendirilen hammaddelerden en düşük değerler sırasıyla kazein, polidekstroz ve un olarak bulunurken; en yüksek değerlerin başında havuç lifi (%92.68) ve bezelye lifi (%67.83) gelmiştir. β-glukanın besinsel lifide diğer hammaddelere kıyas ile yüksek bulunmuştur. Fendri ve ark. (2016), besinsel lifçe zengin ekmek üretimi için yaptığı bir çalışmanın sonucunda bezelye ve bakla liflerinin besinsel lif içeriklerini sırasıyla %89.86 ve %91.61 olarak bildirmişlerdir.

Hamzaçebi (2017), yaptığı bir çalışma sonucunda bezelyenin çözünür besinsel lif miktarını %10.8, çözünür olmayan lif miktarını %68.74 ve toplam lif miktarını %79.54 olarak; unun toplam besinsel lif miktarını ise %4.33 olarak bildirmiştir. Erineç ve Tekin (2011), yağı azalmış gıdalara besinsel lif eklediği bir çalışmasında buğday

kepeğinin lif içeriğini %40.2-40.5, portakal lifinin lif içeriğini ise %60.2-61.1 olarak bildirmiştir.

Hammaddeler toplam fenolik madde bakımından değerlendirildiğinde; 1.90 ile 1548.01 mg GAE/g arasında değişen değerlerin en düşüğü dirençli nişastada tespit edilirken, en yüksek değer β -glukanda tespit edildiği görülmüştür. Bununla beraber gluten (1304.91 mg GAE/g) ve ununda (1003.48 mg GAE/g) yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğu bulunmuştur.

Antioksidan aktivite değerleri %0.92-42.29 arasında değişmiştir. En düşük antioksidan aktivite değerine sahip olan hammadde havuç lifi iken, en yüksek değere sahip olan hammaddenin β -glukan olduğu bulunmuştur.

4.2. Besinsel lif kullanılarak üretilen bisküvilerin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri

4.2.1. Renk değerleri

β -glukan, polidekstroz, dirençli nişasta, havuç lifi ve bezelye lifi ilaveli bisküvi örneklerine ait renk ölçüm sonuçları Çizelge 4.5’ de verilmiştir. Bisküvi örneklerinin L^* değerleri 71.63 ile 78.42, a^* değerleri -0.05 ile 2.43, b^* değerleri 21.75 ile 29.26 arasında değişim göstermiştir. L^* , a^* , b^* , SI ve Hue angle değerleri sırasıyla, ortalama 75.67, 0.97, 24.15, 24.18 ve 87.79 olarak tespit edilmiştir. SI değerleri b^* değeri ile paralellik göstererek 21.75 ile 29.36 arasında değişim göstermiştir. Hue angle değerinin en düşük 84.45, en yüksek ise 90.78 olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6’ da özetlenen varyans analizi sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin L^* , a^* , b^* , SI ve Hue angle değerleri üzerinde, ikame maddeleri, ikame oranı faktörleri ile “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksiyonunun etkisinin istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.7’de verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, polidekstroz ilaveli bisküviler en düşük L^* değerini (73.13) verirken, havuç lifi ilaveli bisküviler ise en yüksek L^* değerini (76.96) vermiştir. Bunu sırasıyla dirençli nişasta (76.90) ve bezelye lifi (76.69) takip etmektedir. Bununla beraber bisküvilere ilave edilen ikame oranları arttıkça; bisküvilerin parlaklık değerinde azalma olduğu görülmüştür.

Yıldız (2012), bisküvi ile ilgili yaptığı bir çalışma sonucunda, besinsel lif ve dirençli nişasta içeriği bakımından yüksek olan karabuğday ununu bisküviye ilave etmiş

ve artan karabuğday unu oranının bisküvilerde L^* değerini düşürdüğünü bildirmiştir. Jeltema ve ark. (1983), bisküvi kalitesine besinsel lif ilavesinin etkisini tespit etmek için yaptıkları bir çalışmada, farklı lif kaynaklarını %20 oranında bisküvi hamuruna ilave etmiş ve son ürünlerdeki besinsel lif ilaveli bisküvilerin, kontrol bisküvilere göre L^* değerinde düşme görüldüğünü bildirmiştir. Aktaş (2012), yaptığı bir çalışmanın sonucunda erişte örneklerine β -glukan ilave ettiğinde, örneklerin L^* değerinde azalma olduğunu bildirmiştir. β -glukan ilave edilmeyen örneklerde L^* değeri 91.50 iken %7 β -glukan ilave edilen örneklerde L^* değeri 90.57 olarak rapor edilmiştir. Pourmohammadi ve ark. (2011), yaptıkları bir çalışmanın sonucunda β -glukan içermeyen ekmeklerde L^* değerinin, β -glukan içeren ekmeklere göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

a^* değeri kıyaslandığında en düşük değer in dirençli nişasta (0.15) ilaveli bisküvilerde görülürken; en yüksek kırmızılık değerinin polidekstroz ilaveli bisküvilerde (2.06) görüldüğü tespit edilmiştir. Bu durumun nedeni olarak polidekstrozun şeker içeriğine bağlı oluşan Maillard reaksiyonunun kırmızılığı artırdığı gösterilemektedir (Yıldız, 2012).

Besinsel lif ikame oranlarının a^* renk değeri üzerine etkisi incelendiğinde ise her ne kadar ilave oranı istatistiksel olarak a^* renk değeri üzerinde etkili olsa da doğrusal bir azalış veya artış tespit edilememiştir. Buna karşın en yüksek a^* değeri %8 ikame oranında gözlenmiştir. Benzer bir sonuç Beğen (2012) tarafından da tespit edilmiş olup, bisküvi örneklerinin a^* değerinin, bisküviye ilave edilen lifçe zengin lüpen kepeği oranı ile arttığı bildirilmiştir. Yıldız (2012), yaptığı bir çalışma sonucunda besinsel lifçe zengin olan karabuğday ununu bisküviye ilave etmiş ve bunun sonucunda a^* değerinin kontrol bisküviye oranla arttığını bildirmiştir. Özkaya ve Demir (1999) bitkisel liflerin bisküviler üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada, bisküvi formülasyonundaki unu %0, 5, 10 ve 15 oranlarında buğday kepeği lifi ilave etmiş ve liflerin katıldıkları miktara bağlı olarak bisküvilerin a^* değerini arttırdığını rapor etmişlerdir.

İkame maddeleri ve ikame oranları bakımından b^* değeri de a^* değerinde olduğu gibi, en yüksek polidekstroz ilaveli bisküvilerde (27.12) elde edilmiştir. En düşük b^* değeri ise havuç lifi ilaveli bisküvilerde (22.72) görülmektedir. İkame miktarlarındaki değişimler yine a^* değeri ile benzerlik göstererek, genellikle ikame oranının artışına bağlı olarak değişim göstermektedir. En yüksek b^* değeri ise ikame oranı en fazla olan örneklerde görülmektedir.

Hem farklı ikame maddeleri kullanılarak elde edilen hem de farklı ikame oranları kullanılarak elde edilen bisküvilerin tümünün a^* ve b^* değerleri arasında istatistiki olarak önemli farklar ($p<0.05$) bulunmuştur. Benzer sonuçlar daha önce yürütülen araştırmalarda da tespit edilmiştir. Koyuncu ve ark. (2011), erişte ile ilgili yaptıkları bir çalışmada β -glukan ve %20'ye kadar dirençli nişasta ilavesinin eriştelerin renk değerlerinden b^* değerini arttırdığını bildirmişlerdir. Özkaya ve Türksoy (2010), bisküvinin besinsel lifini artırmaya yönelik yaptıkları bir çalışmada, bisküviye limon, portakal, kayısı ve greylift lifi ilave etmişler ve bu çalışmanın sonucunda; ilave edilen meyve liflerinin bisküvinin renk değerlerinden olan L^* değerini düşürdüğünü ve a^* değerini ise artırdığını bildirmiştir. İlave edilen bu maddelerden limon lifleri ile kayısı liflerinin b^* değerini arttırdığıda rapor edilmiştir.



Çizelge 4. 5. Bisküvi örneklerine ait renk değerleri¹

İkame Maddeleri	İkame Oranı	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	SI	Hue angle
β-glukan	% 0	78.41±0.00	1.14±0.00	23.71±0.00	23.74±0.00	87.25±0.00
	% 4	75.37±0.02	0.72±0.00	21.83±0.00	21.84±0.00	88.11±0.00
	% 6	73.20±0.04	1.47±0.01	22.93±0.00	22.98±0.00	86.34±0.02
	% 8	71.63±0.02	2.25±0.04	23.17±0.00	23.28±0.01	84.45±0.10
Polidekstroz	% 0	78.42±0.00	1.15±0.00	23.72±0.01	23.74±0.01	87.22±0.00
	% 4	73.62±0.01	2.30±0.04	27.16±0.04	27.25±0.04	85.17±0.07
	% 6	70.43±0.01	2.36±0.00	28.33±0.00	28.43±0.00	85.24±0.01
	% 8	70.06±0.07	2.43±0.03	29.26±0.04	29.36±0.04	85.25±0.05
Dirençli nişasta	% 0	78.41±0.00	1.15±0.01	23.71±0.00	23.74±0.00	87.24±0.02
	% 4	77.73±0.04	0.04±0.01	24.37±0.02	24.37±0.02	89.90±0.01
	% 6	77.03±0.01	-0.28±0.00	23.54±0.04	23.55±0.04	90.68±0.01
	% 8	74.45±0.03	-0.32±0.00	23.44±0.03	23.44±0.03	90.78±0.00
Bezelye lifi	% 0	78.41±0.00	1.15±0.01	23.71±0.00	23.74±0.00	87.24±0.02
	% 4	77.66±0.02	-0.05±0.00	22.52±0.00	22.52±0.00	90.13±0.01
	% 6	77.18±0.15	0.58±0.01	24.51±0.11	24.52±0.11	88.65±0.02
	% 8	73.53±0.02	1.23±0.04	26.21±0.01	26.23±0.01	87.31±0.09
Havuç lifi	% 0	78.41±0.00	1.14±0.00	23.71±0.00	23.74±0.00	87.25±0.00
	% 4	76.64±0.02	0.13±0.01	21.75±0.01	21.75±0.01	89.66±0.03
	% 6	76.59±0.01	0.25±0.00	22.35±0.03	22.36±0.03	89.36±0.00
	% 8	76.20±0.00	0.54±0.00	23.07±0.05	23.07±0.05	88.66±0.00
Minimum-Maksimum		71.63-78.42	-0.05-2.43	21.75-29.26	21.75-29.36	84.45-90.78
Ortalama		75.67	0.97	24.15	24.18	87.79

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. *L**: Parlaklık, *a**: Kırmızı-yeşil renk değeri, *b**: Sarı-mavi renk değeri

Çizelge 4. 6. Bisküvi örneklerinin renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	<i>L*</i>		<i>a*</i>		<i>b*</i>		SI		Hue angle	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
İkame maddeleri (A)	4	93.64	19920.41**	18.47	15636.74**	100.21	30854.47**	102.92	31018.73**	83.79	13891.8**
İkame oranı (B)	3	146.55	41570.88**	2.22	2505.97**	13.87	5694.80**	14.37	5776.51**	12.65	2796.528**
AXB	12	47.2	3347.34**	8.66	2443.00**	44.83	4601.39**	45.84	45.84**	42.52	2350.052**
Hata	19	0.02		0		0.02		0.02		0.03	

¹* p< 0.05 düzeyinde önemli, ** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Çizelge 4. 7. Bisküvi örneklerinin renk değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>	SI	Hue angle
İkame Maddeleri						
β-glukan	8	74.65d	1.39b	22.91d	22.96d	86.54d
Polidekstroz	8	73.13e	2.06a	27.12a	27.20a	85.72e
Dirençli nişasta	8	76.90b	0.15e	23.77c	23.77c	89.65a
Bezelye lifi	8	76.69c	0.73c	24.24b	24.25b	88.33c
Havuç lifi	8	76.96a	0.52d	22.72e	22.73e	88.73b
İkame Oranı						
0	10	78.41a	1.14b	23.71c	23.74c	87.24d
4	10	76.20b	0.63d	23.53d	23.55d	88.59a
6	10	74.88c	0.87c	24.33b	24.37b	88.06b
8	10	73.17d	1.23a	25.03a	25.08a	87.29c

¹Farklı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

En yüksek SI (chroma) değeri, polidekstroz ilaveli bisküvilerde (27.20) görülürken, en düşük SI değeri ise havuç lifi ilaveli bisküvilerde (22.73) görülmüş, bu farklılığın polidekstroz ilaveli bisküvilerin a^* ve b^* değerlerinin diğer ikame maddelerine göre daha yüksek değerlere sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Hue angle değerleri sırasıyla dirençli nişasta, havuç lifi ve bezelye lifi örneklerinde yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Beğen (2012), bisküvi ile ilgili yaptığı bir çalışmanın sonucunda lifçe zengin lüpen kepeğinin bisküviye ilavesinde, oranlardaki farklılıklara göre SI değerlerinde artma ve azalma olabildiğini bildirmiştir. Hue angle değerine bakıldığında ise, kontrol bisküvide 28.75 olarak en düşük değeri verdiğini bildirirken, lif ilavesi ile Hue angle değerinin yükseldiğini ve %20 ilaveli örnekte 80.17 olarak en yüksek değeri verdiğini bildirmiştir.

4.2.2. Çap, kalınlık ve yayılma oranı

Bisküvi örneklerine ait çap, kalınlık ve yayılma oranı değerleri Çizelge 4.8'de verilmiştir. Bisküvilere ait çap değerleri 50.83-54.82 mm, kalınlık değerleri 6.42-9.15 mm, yayılma oranı değerleri ise 5.59-8.54 arasında tespit edilmiştir. Bisküvilerin çapı değerlendirilirken en düşük değer %8 havuç lifi ilaveli bisküvi örneğinde (50.83 mm) görülürken, en yüksek değerler ise ikame yapılmamış bisküvilerde görülmektedir. Çap değerlerinin aksine kalınlık değerlerinde en yüksek değer β -glukan ilaveli bisküvi örneğinde (9.15 mm) görülmüştür. Bisküvilerdeki yayılma oranı en düşük değer %8 β -glukan ilaveli bisküvi örneğinde belirlenmiştir. En yüksek yayılma oranına sahip bisküvilerin yine ikame yapılmamış bisküviler olduğu tespit edilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin çap, kalınlık, yayılma oranı değerleri üzerinde, ikame maddeleri, ikame oranı faktörleri ile “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksiyonunun etkisinin istatistiksel olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.10'da verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; en yüksek çap değeri bezelye lifi (53.74 mm) ve polidekstroz (53.59 mm) ilaveli örneklerde görülürken, en düşük çap değeri ise havuç lifi (52.54) ilaveli örneklerde görülmektedir.

Bisküvi örneklerindeki ikame oranları arttıkça, çap değerlerinin azalmakta olduğu görülmektedir.

Artz ve ark. (1990), yaptıkları bir çalışmanın sonucunda besinsel lif ilavesi ile çap değerinin kontrol bisküviye göre azaldığını bildirmişlerdir. Beğen (2012), bisküvinin lif içeriğini zenginleştirmek ile ilgili yaptığı bir çalışmanın sonucunda çap değerinin kontrol bisküviye göre düştüğünü bildirmiştir.

En yüksek kalınlık değeri β -glukan ilaveli bisküvi örneklerinde tespit edilmiştir. En düşük kalınlık değerleri ise dirençli nişasta ve polidekstroz ilaveli bisküvi örneklerinde gözlenmiştir. İlave oranları arttıkça çap değerlerinin aksine kalınlık değerlerinde artma gözlenmektedir. Zucco ve ark. (2011), bisküvilerin fonksiyonel özellikleri ile beraber besinsel özelliklerini de iyileştirmek için bir çalışma yapmışlardır ve bu çalışmada sarı bezelye, fasulye ve yeşil mercimek unu gibi çeşitli baklagil unlarını buğday ununa ilave etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda baklagil unu ilave edilerek üretilen bisküvilerin kalınlık değerlerinin, buğday unu kullanılarak üretilen bisküvilerin kalınlık değerlerine oranla daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

İkame maddeleri bakımından en yüksek yayılma oranı değerine sırasıyla polidekstroz, dirençli nişasta ve bezelye lifi ilaveli bisküviler sahipken, en düşük değer β -glukan ilaveli bisküvilerde tespit edilmiştir. İkame oranlarındaki artışın yayılma oranlarında azalmaya neden olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sebebinin ise, bu bisküvilerin en düşük çap ve en yüksek kalınlık değerine sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Jeltema ve ark. (1983), besinsel lif ilavesinin bisküvi kalitesine etkisini ortaya koyabilmek için bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada bisküviye %20 oranında ilave edilen buğday kepeklerinin, yulaf ve soyanın bisküvinin son ürününde meydana gelen yayılma oranının kontrol bisküviye oranla daha düşük çıkmasına sebep olduğunu rapor etmişlerdir. Özkaya ve Türksöy (2010), besinsel lif ilaveli bisküvi üretimi ile ilgili yaptıkları bir çalışmanın sonucunda, lif ilavelerinin genellikle bisküvilerin yayılma oranı değerlerini azalttığını bildirmiştir. Zucco ve ark. (2011), baklagil unlarının bisküvilere ilave edilmesi ile ilgili yaptıkları bir çalışma sonucunda, bisküviye ilave edilen unların yayılma oranını azalttığını bildirmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda, gereğinden fazla kalın olmayan, üzerinde meydana gelen çatlakların çok geniş olmadığı ve yayılan bisküvilerin daha çok tercih edildiği bildirilmiştir (Kissell ve ark., 1971). Yine yapılan araştırmaların birçoğunda, bisküvinin içeriğindeki protein miktarı ile yayılma oranının ters orantılı olduğu bildirilmiştir (Mc Watters, 1978; Cloughton ve Pearce, 1989; Bajaj ve ark., 1991; Singh ve ark., 1993; Singh ve Mohamed, 2007). Bu çalışmada da bisküviye ilave edilen

hammadelerin protein oranlarındaki azalmaya bağlı olarak yayılma oranında artma görülmüştür. Örneğin protein oranı diğer ikame maddelerine göre en düşük olan polidekstroz ilaveli bisküvilerin yayılma oranı en yüksektir.

4.2.3. Sertlik ve Kırılgenlik

Bisküvide istenen parametreler arasında, gevreklik ve sertlik bulunmaktadır. Gevreklik pişme prosesinde ortamdaki sınırlı su ile nişasta granüllerinin doğal formunda kalmasıyla oluşurken; sertlik lipidler ile şekerler, nişasta granülleri ve proteinler arasındaki hidrojen bağı etkileşimlerinin sonucu meydana gelmektedir (Aydın, 2014). Bisküvinin deformasyona gösterdiği direnç de sertlik olarak isimlendirilmektedir (Can, 2015).

Sertlik değeri, ürün kalitesi ile doğrudan bağlantılı olması nedeni ile bisküvi için önemli parametreler arasındadır. Sertlik değeri, un tipi, partikül büyüklüğü ve bunlar arasındaki interaksyondan önemli ölçüde etkilenen bir faktördür.

Farklı ikame maddeleri kullanılarak üretilen zenginleştirilmiş bisküvilerin sertlik değerleri 4232.59 g ile 6563.68 g ve kırılgenlik değerleri ise 35.22 mm ile 39.20 mm arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.8). Sertlik değerinin ortalaması 5280.95 g olarak, kırılgenlik değeri ortalaması 37.32 mm olarak tespit edilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre; bisküvi örneklerinin sertlik ve kırılgenlik değerleri üzerinde, ikame maddeleri, ikame oranı faktörleri ile “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksyonunun etkisinin istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.10’da verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; en yüksek sertlik değeri havuç lifi ilaveli örneklerde (5885.44 g) ve β -glukan ilaveli örneklerde (5847.88 g), en düşük sertlik değeri ise polidekstroz ilaveli örneklerde (4680.33 g) bulunmuştur. Bisküvilerin ikame oranlarına bakıldığında ise ikame oranı artışına bağlı olarak sertlik değerinin de arttığı görülmüştür. İkame oranları arasında istatistiki olarak önemli farklar bulunmuştur ($p < 0.05$). Hamur hazırlama aşamasında havuç lifi ilaveli örneklerin çok daha fazla su istemesi, hamur yapısının sert olması ve polidekstroz ilaveli örneklerin çok az miktarda su istemesi, yapısının yumuşak olması sertlik değerlerinde bulunan sonuçları desteklemektedir.

Özboy ve Köksel (1997), çeşitli liflerin bisküviye ikame edilmesi üzerine bir çalışma yaparak, bu liflerin bisküvinin kalitesi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bu

çalışmanın sonucunda bazı lif ilavelerinin (pancar lifi) bisküvinin sertlik değerini arttırdığı sonucunu rapor etmişlerdir.

Bisküviye ilave ettiğimiz unun protein içeriği yüksek ise daha işlenebilir bir hamur elde edebilmek için daha fazla suya ihtiyaç olmaktadır. Hamurun yüksek su içeriğine sahip olması ise, hamur hazırlama (Hoojat ve Zabik, 1984) ve pişirme (McWatters ve ark., 2003) aşamalarında problemlerin olmasına ve bisküvilerin tekstürünün sert olmasına neden olmaktadır. Un ikamesi olarak kullanılan, yüksek protein içeriğine sahip besinsel liflerin ikame oranı arttıkça hamura ilave edilen su miktarının artması ve buna bağlı olarak sertlik değerinde artması beklenen bir sonuçtur. Ajila ve ark. (2008) yaptıkları bir çalışmada mango lifi ilave edilmesi ile bisküvinin sertlik değerinde artma meydana geldiğini ve bu artmanın ise lif ilaveli bisküvilerdeki su miktarının fazla olmasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Zucco ve ark. (2011), baklagil unlarının bisküvilere ilave edilmesi ile ilgili yaptıkları bir çalışma sonucunda, bisküviye ilave edilen unların sertlik değerlerini önemli ölçüde arttırdığını bildirmiştir.

Beğen (2012), bisküvilerin lif içeriğini artırmaya yönelik yaptığı bir çalışmanın sonucunda, lifçe zengin olan lüpen kepeği ilavesinin, lüpen kepeği ilave edilmemiş kontrol bisküviye göre bisküvinin sertlik değerini arttırdığını bildirmiştir. Bisküvinin sertlik değerinde meydana gelen bu artış daha dayanıklı bisküvilerin eldesini sağlarken, ağız hissiyatı ve çiğneme özellikleri açısından bisküvinin sertlik değerinin yüksek olması istenmeyen bir özellik olarak değerlendirilmiştir.

İkame maddeleri açısından; en düşük kırılma değeri havuç lifi ilaveli örneklerde (37.06) ve polidekstroz ilaveli örneklerde (37.14 mm), en yüksek kırılma değeri ise; bezelye lifi ilaveli örnekler (37.57 mm) tespit edilmiştir. Örneklerin ikame oranları arasında kırılma değerlerinde istatistiksel olarak önemli farklar ($p < 0.05$) bulunmuştur. İkame oranları arttıkça bisküvilerin kırılma değeri azalmıştır.

Çizelge 4. 8. Bisküvi örneklerine ait fiziksel analiz değerleri¹

İkame Maddeleri	İkame Oranı	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayıma oranı	Sertlik (g)	Kırılganlık (mm)
β-glukan	% 0	54.82±0.06	6.42±0.00	8.54±0.01	4232.60±0.38	39.17±0.17
	% 4	53.59±0.04	7.61±0.02	7.05±0.01	6337.51±15.72	37.75±0.46
	% 6	53.28±0.25	8.22±0.11	6.49±0.05	6457.74±152.76	36.30±0.06
	% 8	51.12±0.20	9.15±0.03	5.59±0.04	6563.68±213.54	36.25±0.18
Polidekstroz	% 0	54.62±0.22	6.54±0.12	8.36±0.19	4232.59±0.38	39.18±0.19
	% 4	53.97±0.47	6.70±0.20	8.06±0.31	4477.21±138.33	37.15±0.42
	% 6	53.29±0.47	7.21±0.12	7.40±0.19	4781.04±181.61	36.93±0.29
	% 8	52.49±0.65	8.69±0.14	6.04±0.17	5230.48±230.88	35.29±0.25
Dirençli nişasta	% 0	54.68±0.65	6.46±0.04	8.47±0.07	4232.65±0.42	39.20±0.21
	% 4	53.54±0.16	6.59±0.15	8.13±0.21	4604.47±55.27	37.61±0.23
	% 6	51.93±0.10	7.29±0.25	7.13±0.26	5376.60±38.16	36.72±0.21
	% 8	51.19±0.13	8.70±0.04	5.89±0.04	5902.59±46.54	36.41±0.11
Bezelye lifi	% 0	54.69±0.09	6.45±0.05	8.49±0.05	4232.62±0.41	39.20±0.21
	% 4	53.88±0.17	6.74±0.06	7.99±0.09	4922.76±61.33	38.48±0.06
	% 6	53.48±0.12	7.45±0.15	7.18±0.16	5187.10±48.76	37.28±0.02
	% 8	52.92±0.14	8.90±0.11	5.95±0.09	5305.68±54.34	35.31±0.06
Havuç lifi	% 0	54.73±0.16	6.51±0.03	8.41±0.01	4232.62±0.39	39.18±0.18
	% 4	53.07±0.07	7.11±0.19	7.47±0.21	6398.05±33.46	38.56±0.00
	% 6	51.53±0.30	7.66±0.33	6.74±0.33	6433.31±48.73	35.27±0.01
	% 8	50.83±0.22	8.95±0.01	5.68±0.02	6477.77±72.61	35.22±0.06
Minimum-Maksimum		50.83-54.82	6.42-9.15	5.59-8.54	4232.59-6563.68	35.22-39.20
Ortalama		53.18	7.46	7.25	5280.95	37.32

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4. 9. Bisküvi örneklerinin fiziksel değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Çap (mm)		Kalınlık (mm)		Yayılma oranı		Sertlik (g)		Kırılgenlik (mm)	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
İkame Maddeleri (A)	4	8.12	83.53**	1.91	39.38**	1.90	34.44**	9972763	321.28**	1.54	24.21**
İkame Oranı (B)	3	49.05	672.75**	32.52	893.88**	37.74	912.49**	16117809	692.33**	71.60	1501.14**
AXB	12	6.36	21.79**	1.10	7.53**	1.26	7.62**	4218547	45.30**	8.86	46.42**
Hata	19	0.46		0.23		0.26		147443		0.30	

¹* p< 0.05 düzeyinde önemli, ** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Çizelge 4. 10. Bisküvi örneklerinin fiziksel değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma oranı	Sertlik (g)	Kırılgenlik (mm)
İkame Maddeleri						
β-glukan	8	53.20b	7.85a	6.91c	5847.88a	37.37b
Polidekstroz	8	53.59a	7.28cd	7.46a	4680.33d	37.14c
Dirençli nişasta	8	52.84c	7.26d	7.41a	5029.07b	37.48ab
Bezelye lifi	8	53.74a	7.38c	7.40a	4912.04c	37.57a
Havuç lifi	8	52.54d	7.56b	7.07b	5885.44a	37.06c
İkame Oranı						
0	10	54.71a	6.47d	8.45a	4232.61d	39.19a
4	10	53.61b	6.95c	7.74b	5308.00c	37.91b
6	10	52.70c	7.56b	6.99c	5647.16b	36.50c
8	10	51.71d	8.88a	5.83d	5896.04a	35.69d

¹Farklı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

4.2.4. Su aktivitesi

Bir gıda maddesindeki serbest suyun varlığının göstergesi olarak su aktivitesi kabul edilebilmektedir. Su aktivitesinin 0.6'nın altında olması gıdayı mikrobiyolojik olarak kararlı kılmaktadır. Bisküvi örneklerinin su aktivitesi değerleri 0.07 ile 0.33 arasında değişmekte olup, bisküvi örneklerinin ortalama su aktivitesi değerleri 0.17 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Bisküvilerin su aktivitesi değerlerine dair varyans analizi incelendiğinde ise ikame maddeleri, ikame oranı faktörleri ile “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksiyonunun etkisinin istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

Bisküvi örneklerinin su aktivitesi (a_w) değerlerine ait çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde ise en düşük su aktivitesi değerine sahip olan polidekstroz ilaveli bisküviler (0.11) iken en yüksek a_w değerine dirençli nişasta ilaveli bisküvilerin (0.28) sahip olduğu görülmüştür. Bunun nedeninin ise hamur hazırlama aşamasında polidekstroz ilaveli örneklerin daha az suya ve dirençli nişasta örneklerinin daha fazla suya ihtiyaç duyması olduğu düşünülmektedir. Buna ilaveten ikama oranının artışı örneklerin a_w değerinde doğrusal bir azalışa veya artışa neden olmamıştır.

4.2.5. Nem

Nem miktarı, gıda işleme süreçlerinde optimizasyonun sağlanmasında ne kadar önemli ise gıdanın dayanıklılığı üzerindeki etkisi de o kadar önemlidir. Gıdalarda bulunan su miktarı mikroorganizma faaliyetlerini etkilediği gibi maillard reaksiyonunu da artırmaktadır.

β -glukan, polidekstroz, dirençli nişasta, bezelye lifi ve havuç lifi ilaveli bisküvi örneklerinin nem miktarı %1.98 ile 4.95 arasında değişkenlik gösterirken, ortalama nem değeri %3.71 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).

Varyans analizi sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin nem miktarı üzerinde ikame maddeleri, ikame oranı faktörleri ile “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksiyonunun etkisinin istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. (Çizelge 4.12).

Çoklu karşılaştırma test sonuçları nem miktarı bakımından incelendiğinde, nem değerinin su aktivitesi ile benzerlik göstererek, en yüksek nem değeri dirençli nişasta ilaveli bisküvilerde en düşük nem değeri ise polidekstroz ilaveli bisküvilerde görülmüştür. β -glukan ve bezelye lifi örneklerinde hem sayısal olarak hemde istatistiksel olarak önemli farklar bulunmamıştır ($p>0.05$). Bisküvi örneklerindeki ikame oranı arttıkça nem miktarlarında azalma olmuştur. %0 ile 4 ikame oranlarında deskriptif olarak farklılıklar olmasına rağmen istatistiki olarak önemli farklar ($p>0.05$) bulunmamıştır (Çizelge 4.13).

Beğen (2012), yaptığı bir çalışmada bisküvilerin nem içeriklerinin %4.16 ile 4.86 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir.

Beğen (2012), bisküvilere % 0, 5, 10, 15 ve 20 lifçe zengin lüpen kepeği ilave etmiş ve bisküvilerin ortalama nem miktarının %4.80-4.29 arasında değişerek düştüğünü bildirmiştir.

Uysal (2005) bisküviye farklı oranlarda ilave ettiği 4 farklı besinsel lif örneği ile yaptığı bir çalışmanın sonucunda, lif oranları arttıkça nem miktarında arttığını ve en yüksek nem miktarının %20 ve 30 katkı oranında görüldüğünü rapor etmiştir.

Hudson ve ark. (1992), β -glukanca zengin içeriğe sahip olan yulaf kepeğinin muffin formülasyonuna ilave edilmesi ile örneklerin su içeriklerinin yükseldiğini belirtmişlerdir. Bu çalışma sonucunda lif ilavesi ile nem miktarındaki azalmanın sebebi olarak, bisküvilerin un oranında azalma olması ve ikame edilen besinsel lifin undaki bu azalmayı karşılayamaması olarak düşünülmektedir. Artz ve ark. (1990), bisküviye ekstrüde olan ve ekstrüde olmayan mısır lifi ilave ederek yaptıkları bir çalışmada, bisküvilerin nem içeriklerinde lif kompozisyonlarına göre çeşitlilik gözlenirken, nem içeriği en iyi olan bisküvilerin lif ilave edilmemiş kontrol bisküviler olduğunu bildirmişlerdir.

4.2.6. Kül

Bisküvi örneklerinin kül değerleri %1.10-2.01 değerleri arasında değişim göstermekte olup, ortalama kül değerleri %1.36 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.11). Çizelge 4.12’de özetlenen varyans analizi sonucunda, bisküvilerin kül değerlerinde ikame maddeleri, ikame oranı faktörleri ile “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksiyonunun etkisinin istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Bisküvilerin kül değerleri Çizelge 4.13’de verilen çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre değerlendirildiğinde, dirençli nişasta ilave edilmiş bisküvi örneğinin en yüksek kül değerine sahip olduğu ve bunu sırasıyla; havuç lifi ve β -glukanın takip ettiği görülmektedir. Bisküvilerdeki ikame oranları arttıkça kül miktarlarında da artış görülmektedir. İkame oranları arasında bisküvilerin kül içerikleri değerlendirildiğinde istatistiki olarak önemli bir fark ($p<0.05$) bulunmuştur.

Tiwari ve ark. (2011), bisküvilere ilave edecekleri buğday ununa farklı oranlarda bezelye yan ürünlerini ilave ederek bisküvi üretmişler ve ürettikleri bisküvilerin kül miktarının, ilave ettikleri bezelye yan ürünleri arttıkça arttığını bildirmişlerdir.

Beğen (2012), bisküvinin besinsel lifçe zenginleştirilmesi ile ilgili yaptığı çalışmada kül miktarının artan lif oranına bağlı olarak arttığını bildirmiştir. Bu çalışma değerlendirildiğinde de bisküviye ilave edilen liflerin kül miktarlarının, buğday ununun kül miktarından yüksek olduğu görülmektedir. İkame edilen liflerin yüksek kül içeriği bisküvilerin son ürününde yansımış, artan lif oranına bağlı olarak bisküvilerin kül miktarında da artma gözlenmiştir.

4.2.7. Protein

En düşük ham protein değeri dirençli nişasta ilave edilmiş bisküvi örneklerinde (%4.73) elde edilirken, en yüksek ham protein değeri şahit numunelerde (%8.40) ve bunu takiben %4 bezelye lifi ilave edilmiş bisküvi örneklerinde (%8.26) bulunmuştur. Diğer örneklerin protein değerlerinin bu değerler arasında değiştiği görülmektedir. Bisküvilerin ortalama protein oranı %7.43 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.11). Varyans analizi sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin protein miktarı üzerinde ikame maddeleri, ikame oranı faktörleri ile “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksiyonunun etkisinin istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

Çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde ikame oranları ile bisküvilerin ham protein içeriklerinin ters orantılı olduğu ve artan ikame oranlarının protein içeriğini düşürdüğü, her farklı ikame oranına sahip örneğin ise diğer örneklerle arasında istatistiksel farklar olduğu ($p<0.05$) görülmüştür.

Beğen (2012), bisküvilerle alakalı yaptığı bir çalışmada bisküvilere ilave edilen lüpen kepeği oranının artmasına bağlı olarak protein miktarında düşme olduğunu bildirmiştir. En düşük protein oranının ise en yüksek lif eklenen örnekte bulunduğunu bildirmiştir. Bu sonucun nedeni olarak da ilave edilen lifin protein miktarının buğday

ununun protein miktarından düşük olmasını göstermiştir. Aktaş (2012), yaptığı bir çalışma sonucunda β -glukan ilavesinin eriştelerin protein miktarlarında azalmaya sebep olduğunu bildirmiştir. Buğday ununun protein miktarının β -glukanın protein miktarından daha yüksek olması dolayısıyla β -glukan ilaveli eriştelerde görülen protein miktarındaki düşüşün beklenen bir durum olduğunuda belirtmiştir. Yapılan bir çalışmada 7 farklı (nişasta yapısında olmayan) polisakkarit makarna formülasyonuna ilave edilmiştir, bu çalışmada ilave edilen katkı maddelerinin artışıyla protein miktarında azalma görülmüş, β -glukan ilaveli örnekler ile kontrol örneklerinin protein miktarları sırasıyla %4.3 ve 4.9 olarak bulunmuştur (Brennan ve Tudorica, 2007).

İkame maddelerinin protein içeriğinin genellikle buğday ununun protein içeriğinden düşük olması ve azalan buğday unu oranının, ilave edilen ikame maddeleri oranlarından daha fazla olması dolayısıyla protein içeriğinin düşmesi beklenen bir sonuçtur. Literatürde bisküvi ile ilgili yapılan çalışmalarda; portakal, limon, mandarin kabuğu, keçi boynuzu ve farklı turunçgillerin albedolarının tozları ile elma ve limondan elde edilmiş besinsel lif ikamelerinin, ham protein içeriğini azalttığı bildirilmiştir (Uysal ve ark., 2007; Nassar ve ark., 2008; Acun, 2011; Aydın, 2012; Can, 2015; Srivastava ve ark., 2015; Demirel, 2017; Ojha ve Thapa, 2017).

4.2.8. Yağ

Bisküvi örneklerindeki en düşük ham yağ değerinin %11.32, en yüksek ham yağ değerinin ise %19.63 olduğu, örneklerin ham yağ içeriğinin bu iki değer arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Bisküvilerin yağ ortalaması ise %14.82 bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.12’de gösterilen varyans analizi sonuçlarına göre; bisküvi örneklerinin ham yağ içeriğinde ikame maddeleri, ikame oranı faktörleri ile “*ikame maddeleri x ikame*” oranı interaksiyonunun etkisinin istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre farklı ikame maddeleri ile üretilen bisküvi örneklerinde en yüksek ham yağ içeriği %18.25 ile β -glukan örneklerinde görülürken bunu sırasıyla bezelye lifi, havuç lifi ve polidekstroz takip etmektedir. Havuç lifi ve polidekstroz ilaveli bisküvi örneklerinin yağ değerlerinde deskriptif farklar olmasına rağmen, istatistiki olarak önemli farklar bulunmamaktadır ($p > 0.05$). Bisküviler ikame oranlarına göre değerlendirildiğinde, ikame oranları ile ham yağ

içeriği arasında ters orantı olduğu gözlemlenmiş ve ikame oranı arttıkça ham yağ içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir. İkame oranları arasında ham yağ içerikleri bakımından, istatistiki olarak önemli farklılıklar görülmüştür ($p < 0.05$) (Çizelge 4.13).

Beğen (2012), bisküvi ile ilgili yaptığı bir çalışmada besinsel lifçe zengin olan lüpen kepeği ilaveli örneklerin yağ miktarının, kontrol bisküviye göre daha yüksek olduğunu ve lüpen kepeği ilavesi arttıkça yağ miktarının arttığını bildirmiştir. Bunun sebebi olarak da lüpen kepeğinin yağ miktarının buğday ununun yağ miktarına göre daha fazla olmasını göstermiştir. Bu çalışma sonucunda da β -glukan ilaveli bisküvi örneklerinin yağ miktarının diğer örneklere kıyasla daha yüksek olmasının başlıca sebebinin, β -glukan içerisindeki yağ miktarının diğer ikame maddelerine göre daha yüksek olduğu düşünülmektedir.

4.2.9. Karbonhidrat

Örneklerin karbonhidrat değerleri %68.89 ve 78.92 arasında değişmektedir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.12’de gösterilen varyans analizi sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin karbonhidrat değerleri üzerinde, ikame maddeleri, ikame oranı faktörleri ile “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksiyonunun etkisinin istatistiki olarak ($p < 0.01$) düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına bakıldığında bisküvilerdeki en yüksek karbonhidrat değerinin polidekstroz ve dirençli nişasta ilaveli bisküvilerde olduğu tespit edilmiştir. Bu iki ikame maddesi ile üretilen bisküvilerin arasında deskriptif farklılıklar olmasına rağmen istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Bezelye lifi ve havuç lifi ilaveli bisküvi örneklerinde de yine yüksek karbonhidrat değerleri bulunurken bunlarında arasında istatistiki olarak önemli bir fark tespit edilmemiştir ($P > 0.05$). Bisküvilerin ikame oranları kıyaslandığında en yüksek karbonhidrat içeriği %75.88 değeri ile %8 ikame maddesiyle üretilen bisküvilerde bulunmuş olup, bisküvi örneklerinin ikame oranı arttıkça karbonhidrat değerleride artmaktadır. Karbonhidrat değerleri arasında her oran için istatikselsel olarak önemli farklar ($p < 0.05$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4. 11. Bisküvi örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları¹

İkame maddeleri	İkame oranı						
		aw	Nem (%)	Kül (%)	Ham protein (%)	Ham yağ (%)	Karbonhidrat (%)
β-glukan	% 0	0.18±0.00	4.15±0.08	1.25±0.06	8.40±0.12	17.03±0.09	69.17±0.36
	% 4	0.18±0.00	4.24±0.12	1.19±0.00	8.01±0.06	17.39±0.43	69.16±0.61
	% 6	0.14±0.00	3.25±0.16	1.18±0.01	7.74±0.06	18.94±0.22	68.89±0.46
	% 8	0.11±0.00	2.42±0.03	1.16±0.01	7.39±0.06	19.63±0.88	69.39±0.98
Polidekstroz	% 0	0.18±0.00	4.15±0.08	1.19±0.06	8.40±0.12	17.03±0.09	69.23±0.24
	% 4	0.11±0.00	2.87±0.10	1.19±0.04	8.05±0.00	14.61±0.28	73.28±0.43
	% 6	0.07±0.00	1.98±0.03	1.14±0.00	7.88±0.12	12.43±0.01	76.58±0.17
	% 8	0.08±0.00	2.06±0.01	1.13±0.01	6.56±0.00	11.32±0.21	78.92±0.23
Dirençli Nişasta	% 0	0.18±0.00	4.15±0.08	1.17±0.06	8.40±0.12	17.03±0.09	69.25±0.24
	% 4	0.33±0.01	4.95±0.02	1.75±0.01	5.78±0.00	13.90±0.08	73.62±0.11
	% 6	0.30±0.00	4.68±0.03	1.85±0.01	5.27±0.03	11.82±0.44	76.38±0.45
	% 8	0.30±0.00	4.35±0.01	2.01±0.01	4.73±0.00	10.54±0.23	78.37±0.26
Bezelye Lifi	% 0	0.18±0.00	4.15±0.08	1.23±0.00	8.40±0.12	17.03±0.09	69.18±0.30
	% 4	0.16±0.00	3.95±0.02	1.19±0.00	8.26±0.05	15.06±0.02	71.55±0.10
	% 6	0.15±0.00	3.34±0.34	1.15±0.00	7.79±0.25	14.33±0.01	73.39±0.60
	% 8	0.11±0.01	2.59±0.00	1.10±0.00	7.44±0.00	12.56±0.57	76.32±0.56
Havuç Lifi	% 0	0.18±0.00	4.15±0.08	1.18±0.06	8.40±0.12	17.03±0.09	69.24±0.24
	% 4	0.22±0.00	4.87±0.11	1.62±0.00	8.18±0.06	14.73±0.08	70.60±0.25
	% 6	0.20±0.00	4.40±0.19	1.75±0.00	7.00±0.12	12.29±0.00	74.56±0.31
	% 8	0.15±0.00	3.49±0.03	1.82±0.03	6.56±0.12	11.72±0.49	76.42±0.61
Minimum-Maksimum		0.07-0.33	1.98-4.95	1.10-2.01	4.73-8.40	11.32-19.63	68.89-78.92
Ortalama		0.17	3.71	1.36	7.43	14.82	72.67

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4. 12. Bisküvi örneklerinin bazı kimyasal değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	aw		Nem (%)		Kül		Ham Protein (%)		Ham Yağ (%)		Karbonhidrat (%)	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Katkı (A)	4	0.13	2169.47**	15.35	606.98**	2.20	1531.27**	20.14	1060.87**	125.85	405.83**	149.75	429.04**
Oran (B)	3	0.01	284.78**	9.73	512.89**	0.27	250.23**	18.75	1317.17**	85.20	366.32**	249.98	954.93**
AXB	12	0.05	262.20**	6.47	85.34**	0.83	192.47**	8.07	141.75**	66.82	71.83**	72.06	68.82**
Hata	19	0		0.12		0.01		0.09		1.47		1.66	

¹* p< 0.05 düzeyinde önemli, ** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Çizelge 4. 13. Bisküvi örneklerinin bazı kimyasal değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	aw	Nem (%)	Kül (%)	Ham protein (%)	Ham yağ (%)	Karbonhidrat (%)
İkame maddeleri							
β-glukan	8	0.15c	3.51c	1.20c	7.89b	18.25a	69.16c
Polidekstroz	8	0.11d	2.77d	1.17d	7.72c	13.85c	74.50a
Dirençli nişasta	8	0.28a	4.54a	1.71a	6.05e	13.32d	74.40a
Bezelye lifi	8	0.15c	3.51c	1.19cd	7.97a	14.74b	72.61b
Havuç lifi	8	0.19b	4.23b	1.61b	7.54d	13.94c	72.70b
İkame Oranı							
0	10	0.18b	4.15a	1.24d	8.40a	17.03a	69.21d
4	10	0.20a	4.18a	1.39c	7.66b	15.14b	71.64c
6	10	0.17c	3.53b	1.42b	7.14c	13.96c	73.96b
8	10	0.15d	2.98c	1.45a	6.54d	13.15d	75.88a

¹Farklı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). ²Proteinde Nx6.25 faktörü kullanılmıştır.

4.2.10. Besinsel lif

Bisküvi örneklerinde yapılan besinsel lif analiz sonuçları Çizelge 4.14’de verilmiştir. Bisküvi örneklerinde besinsel lif analizi yalnızca şahit numunelerde ve %6 ikame oranında ilave edilen bisküvi örneklerinde yapılmıştır. Bisküvi örneklerinin besinsel lif içeriğinin %3.15-7.31 arasında değiştiği ve ortalama olarak %4.89 olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.15’de gösterilen varyans analizi sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin besinsel lif değerleri üzerinde, ikame maddeleri, ikame oranı faktörleri ile “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksiyonunun etkisinin istatistiki olarak ($p<0.01$) düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.16’da görülen çoklu karşılaştırma testi sonuçları değerlendirildiğinde ise, en yüksek besinsel lif değerlerinin sırasıyla havuç lifi, bezelye lifi ve β -glukan ilaveli bisküvi örneklerinde görüldüğü tespit edilmiştir. En düşük besinsel lif değeri ise polidekstroz ilaveli bisküvide bulunmuştur. Farklı ikame maddelerinin bisküvinin besinsel lif değerleri arasında istatistiki olarak önemli farklılıklara sebep olduğu ($p<0.05$) tespit edilmiştir. İkame oranı artışı ile besinsel lif değerleri arasında doğru orantı bulunmuştur. Yani ikame oranı arttıkça besinsel lif oranının arttığı görülmüştür. İkame oranlarındaki farklılık istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Tiwari ve ark. (2011), bezelyeden elde edilen yan ürünleri ve bezelye ununu belirli oranlarda buğday ununa ilave ederek bisküvi üretmişler ve ikame sayesinde bisküvilerin besinsel lif içeriğinde önemli düzeyde artış olduğu bildirilmiştir. Şeker (2005), düşük yağ içeriğine ve yüksek lif içeriğine sahip bisküvi üretimi gerçekleştirmiş ve bu üretimde kayısı ve elma lifi gibi çeşitli lif kaynaklarını %0, 10, 20, 30 ve 40 oranlarında bisküviye ilave etmiştir. Bu çalışmanın sonucunda kayısı ve elma liflerinin lif içeriğinin fazla olması dolayısıyla iyi bir besinsel lif kaynağı olarak kullanılabileceğini rapor etmiştir.

4.2.11. Enerji

Bisküvi örneklerinde enerji değerleri yalnızca şahit numunelerde ve %6 ikame oranında ilave edilen bisküvi örneklerinde yapılmıştır. Farklı besinsel lif ilave edilerek üretilen bisküvilerin enerji değerleri 422.23 - 455.56 kcal arasında olup ortalama enerji değeri 447.12 kcal olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.15’de gösterilen varyans analizi sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin enerji değerleri üzerinde, ikame maddeleri, ikame oranı faktörleri ile “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksiyonunun etkisinin istatistiki olarak ($p<0.01$) düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.16’da verilen çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre besinsel lif ilave edilen bisküvilerin enerji değerleri azalan sıralamayla; β -glukan, polidekstroz, bezelye lifi, dirençli nişasta ve havuç lifi şeklinde sonuçlanmıştır. Dirençli nişasta ve havuç lifi örnekleri arasında deskriptif olarak bir fark olmasına rağmen istatistiki olarak önemli bir fark ($p>0.05$) bulunmamıştır. İkame oranındaki artışın enerji değerinde azalmaya sebep olduğu ve ikame oranlarındaki bu farklılık istatistiki olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p<0.05$).

β -glukan dışındaki bütün lif ilavelerinde bisküvilerin enerji değeri düşerken, β -glukan ilavesi ile enerji değerlerinin artmasındaki sebebin içerisindeki yağ miktarının fazlalığı olduğu düşünülmektedir. Tetik (2018) yürüttüğü bir araştırmada bisküvi örneklerinin enerji değerlerini 426.70-468.06 kcal aralığında rapor etmiştir. Bu tez çalışmasında elde edilen bisküvi enerji değerlerinin daha düşük olması çalışmanın amacına ulaştığını ortaya koymaktadır.

Çizelge 4. 14. Bisküvi örneklerine ait bazı besinsel lif ve enerji değeri sonuçları¹

İkame maddeleri	İkame oranı	Besinsel lif (%)	Enerji ² (kcal)
β -glukan	% 0	4.11±0.04	455.36±0.18
	% 6	6.11±0.07	464.80±0.57
Polidekstroz	% 0	4.14±0.04	455.54±0.28
	% 6	3.15±0.01	443.37±0.11
Dirençli nişasta	% 0	4.17±0.08	455.56±0.18
	% 6	4.65±0.21	423.70±2.48
Bezelye lifi	% 0	4.13±0.02	455.40±0.08
	% 6	6.91±0.04	439.83±1.40
Havuç lifi	% 0	4.20±0.13	455.45±0.10
	% 6	7.31±0.06	422.23±0.86
Minimum-Maksimum		3.15-7.31	422.23-455.56
Ortalama		4.89	447.12

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. ²Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir.

Çizelge 4. 15. Bisküvi örneklerine ait besinsel lif ve enerji değerlerinin varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Besinsel lif (%)		Enerji (kcal) ²	
		KT	F	KT	F
İkame maddeleri (A)	4	11.92	331.81**	1193.15	290.57**
İkame oranı (B)	1	10.89	1213.22**	1390.61	1354.62**
AXB	4	11.71	326.22**	1207.73	294.12**
Hata	9	0.08		9.24	

¹* p< 0.05 düzeyinde önemli, ** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz ²Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir.

Çizelge 4. 16. Bisküvi örneklerinin besinsel lif ve enerji değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Besinsel lif (%)	Enerji (kcal)
İkame Maddeleri			
β-glukan	4	5.11c	460.08a
Polidekstroz	4	3.64e	449.46b
Dirençli nişasta	4	4.41d	439.63d
Bezelye lifi	4	5.52b	447.61c
Havuç lifi	4	5.75a	438.84d
İkame oranı			
0	10	4.15b	455.46a
6	10	5.62a	438.78b

¹Farklı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

4.2.12. Toplam fenolik madde miktarı

Besinsel lif ilaveli bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde miktarının 592.25-1051.75 µg GAE/g arasında değiştiği ve ortalama TFMM'nin 851.10 µg GAE/g olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.17).

Varyans analizi sonucunda; toplam fenolik madde miktarı üzerinde, ikame maddeleri, ikame oranı faktörleri ile “ikame maddeleri x ikame oranı” interaksyonunun etkisi p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.18).

İkame maddeleri bakımından kıyaslandığında ise, toplam fenolik madde miktarlarının sırasıyla; β-glukan, bezelye lifi, havuç lifi, polidekstroz ve dirençli nişasta ilaveli örneklerde arttığı bulunmuştur. Bu örneklerin arasında istatistiki olarak önemli farklar (p<0.05) bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Bisküvilerin toplam fenolik madde miktarları ikame oranları açısından kıyaslandığında; ikame oranlarındaki artışın fenolik madde içeriklerinde azalmaya

sebeple olduğu görülmüştür. İkame oranları arasında da istatistiksel anlamda çok önemli farklar ($p < 0.05$) olduğu tespit edilmiştir (izelge 4.19). Bunun nedeninin ise hammadde sonuçlarına bakılarak unun toplam fenolik madde miktarının β -glukan dışındaki diğer hammadelere dysek olması ve un miktarındaki azalmayı ikame maddesi ilavesinin karılamaması olduğu düşünülmektedir.

4.2.13. Antioksidan aktivite

Besinsel lif ilaveli bisküvi örneklerinin antioksidan aktivite içeriğinin 3.33-6.61 arasında olduğu ve ortalama değerin %4.48 olduğu belirlenmiştir. (izelge 4.17). Bisküvilerin varyans analizi sonucunda; antioksidan aktivite üzerinde, ikame maddeleri, ikame oranı faktörleri ile “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksiyonunun etkisi $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (izelge 4.18).

Çizelge 4.19’da verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; antioksidan aktivite değerleri en yüksek olan bisküvi örneklerinin β -glukan ilave edilmiş örnekler olduğu bulunmuştur. Hammaddelerden β -glukanın en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olması bulunan bu sonucun nedeni olarak dnlebilmektedir. İkame oranları değerlendirildiğinde ise; bisküvilerin antioksidan değerlerinin ilave edilen ikame oranları ile arasında ters orantı bulunmaktadır. İkame oranları arttıkça bisküvilerin antioksidan aktivite değerleri düşmektedir. İkame artıının antioksidan aktiviteyi azaltmasının sebebi ise yine hammadde sonuçları ve azaltılan un miktarı ile ilikilendirilebilmektedir.

Çizelge 4. 17. Bisküvilere ait toplam fenolik madde miktarı, antioksidan madde ve karbonhidrat sonuçları¹

İkame maddeleri	İkame oranı	TFMM (µg GAE/g)	Antioksidan aktivite (%)
β-glukan	% 0	1047.97±3.38	4.75±0.04
	% 4	959.96±4.22	5.92±0.07
	% 6	840.57±4.46	6.24±0.10
	% 8	721.18±4.71	6.61±0.07
Polidekstroz	% 0	1032.13±3.37	4.75±0.03
	% 4	911.45±3.13	4.40±0.03
	% 6	775.73±2.82	3.95±0.06
	% 8	640.01±2.52	3.53±0.06
Dirençli nişasta	% 0	1044.29±3.38	4.76±0.03
	% 4	893.66±3.12	4.38±0.04
	% 6	742.95±2.81	3.92±0.07
	% 8	592.25±2.50	3.50±0.04
Bezelye lifi	% 0	1045.88±3.37	4.76±0.01
	% 4	928.32±3.13	4.38±0.07
	% 6	794.16±2.84	4.00±0.01
	% 8	660.00±2.54	3.54±0.07
Havuç lifi	% 0	1051.75±3.40	4.78±0.04
	% 4	920.80±3.07	4.32±0.03
	% 6	779.94±2.73	3.85±0.01
	% 8	639.08±2.39	3.33±0.07
Minimum-Maksimum		592.25-1051.75	3.33-6.61
Ortalama		851.10	4.48

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4. 18. Bisküvilere ait bazı değerlerin varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	TFMM (µg GAE/g)		Antioksidan aktivite (%)	
		KT	F	KT	F
İkame maddeleri (A)	4	23658.29	14372.08**	19.55	8472.84**
İkame oranı (B)	3	869014.83	703885.8**	2.69	1554.32**
AXB	12	9081.64	1838.99**	8.65	1249.15**
Hata	19		7.82		0.01

¹* p< 0.05 düzeyinde önemli, ** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Çizelge 4. 19. Bisküvilere ait bazı analizlerin çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	n	TFMM ² (µg GAE/g)	Antioksidan aktivite (%)
İkame maddeleri			
β-glukan	8	892.42a	5.88a
Polidekstroz	8	839.83d	4.16bc
Dirençli nişasta	8	818.29e	4.14c
Bezelye lifi	8	857.09b	4.17b
Havuç lifi	8	847.89c	4.07d
İkame oranı			
0	10	1044.40a	4.76a
4	10	922.84b	4.68b
6	10	786.67c	4.39c
8	10	650.50d	4.10d

¹Farklı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

²TFMM: Toplam fenolik madde miktarı

4.2.14. Mineral madde analizleri

Bisküvi örneklerine ait mineral madde değerleri şahit numunelerde ve %4, 8 ikame oranlı bisküvilerde incelenmiştir. Tespit edilen mineral madde değerleri Çizelge 4.20’de gösterilmiştir. Mineral madde değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.21 ve mineral madde değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.22’de verilmiştir. Genel olarak örneklerin kül miktarlarındaki artış ile mineral madde miktarlarında da artış doğru orantılı olarak gerçekleşmiştir.

Bisküvi örneklerine ait kalsiyum değerleri incelendiğinde 19.23-88.81 mg/100g arasında değişmekte olup, bisküvi örneklerinin ortalama kalsiyum değeri 37.73 mg/100g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.20). Bisküvilerin kalsiyum miktarları üzerinde varyans analizi sonuçlarına bakıldığında; ikame maddeleri, ikame oranı faktörleri ile “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksiyonunun etkisi $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.21). Yetişkin bir erkek için Ca’nın tavsiye edilen günlük alım miktarı (RDA değeri) 800 mg’dır. Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına bakıldığında, 100 gram (kuru madde üzerinden) kontrol bisküvi ve en yüksek kalsiyum değerine sahip olunan havuç lifi ilaveli bisküvinin tüketiminde sırasıyla günlük alınması gereken Ca miktarının, %3.97 si ve %11.10’u karşılanmış olacaktır.

Beğen (2012), yaptığı çalışma sonucunda bisküvi örneklerine ait kalsiyum değerlerinin 18.30 mg/100g ile 80.40 mg/100g aralığında değişim gösterdiğini ve lif ilavesinin bisküvinin kalsiyum değerini artırdığını rapor etmiştir. Sharma ve ark. (2011), buğday unu kullanılarak üretilmiş fırın ürünlerine, mısır yan ürünleri ilave ederek, bisküvi üzerindeki kalitelerini araştırmak istemişler ve yaptıkları çalışmaların sonucunda %0, 5, 10, 15 ve 20 oranlarında mısır kepeği ilavesinin artan oranlarının, bisküvilerin Ca içeriğini arttırdığını bildirmişlerdir.

Bisküvi örneklerinin magnezyum içerikleri 5.85-20.37 mg/100g arasında değişmekte olup ortalama 16.07 mg/100g’dır (Çizelge 4.20). Çizelge 4.21’de verilen bisküvilerin magnezyum içeriğine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde; ikame maddeleri, ikame oranı ve “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksiyonları bakımından $p < 0.01$ düzeyinde önemli fark olduğu görülmüştür. Bisküvi örneklerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde en yüksek magnezyum içeriğinin havuç lifi ilaveli bisküvi örneklerinde görüldüğü, bunu sırayla β -glukan, bezelye lifi, dirençli nişasta ve polidekstroz ilaveli bisküvilerin izlediği görülmüştür (Çizelge 4.22).

Beğen (2012), bisküvinin lif içeriğini zenginleştirmek ile ilgili yaptığı bir çalışmada, bisküvi örneklerinin Mg miktarları 13.04 mg/100g ile 23.35 mg/100g arasında değişirken ortalamalarının 18.63±3.37 mg/100g olarak bulunduğunu rapor etmiştir.

Bisküvi örneklerinin demir içeriği incelendiği zaman, en düşük demir içeriği β -glukan ilaveli bisküvilerde (0.91 mg/100g) görülürken, en yüksek demir içeriği şahit numunelerde görülmüştür. Diğer ikame maddelerinin demir içerikleri bu değerler arasında değişmektedir. Ortalama demir içerikleri 1.48 mg/100g olarak bulunmuştur. Demir mineraline ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde; ikame maddeleri, ikame oranı ve “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksyonları bakımından $p<0.01$ düzeyinde önemli fark olduğu görülmüştür (Çizelge 4.21). Çizelge 4.22’de verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, en yüksek demir içeriği polidekstroz ilaveli bisküvi örneklerinde tespit edilmiş ve bunu aralarında deskriptif olarak ve istatistiksel olarak fark bulunmayan ($p>0.05$) bezelye ve havuç lifi takip etmiştir. Demir içeriğinin ikame oranları arttıkça azaldığı görülmüştür. Beğen (2012), yaptığı bir çalışmanın sonucunda lifçe zengin lüpen kepeği ilavesinin Fe miktarını düşürdüğünü bildirmiştir.

Bisküvi örneklerinin çinko içerikleri incelenmiş ve 0.31-0.76 mg/100g aralığında bulunmuştur. Ortalama olarak bisküvi örneklerinin çinko içeriği 0.58 mg/100g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.20).

Bisküvi örneklerinin çinko içeriğine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde; ikame maddeleri, ikame oranı ve “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksyonları bakımından $p<0.01$ düzeyinde önemli fark olduğu görülmüştür (Çizelge 4.21).

Bisküvi örnekleri arasında en yüksek çinko içeriği çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre bezelye lifi ilaveli örneklerde bulunmuştur. Bisküvi örneklerinin ikame maddeleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark ($p<0.05$) görülmüştür. İkame oranları ile çinko içeriklerinin ters orantılı olduğu gözlenmiştir.

Bisküvi örneklerinin potasyum içeriği incelendiğinde değerler 36.50-106.37 mg/100g arasında bulunmuştur (Çizelge 4.20). Varyans analizi sonuçlarına göre potasyum içeren bisküvilerin, ikame maddeleri ve ikame oranı faktörlerinin “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksyonları etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.21).

Havuç lifi ilaveli bisküvi örnekleri en yüksek potasyum içeriğine sahip iken bunu sırasıyla β -glukan ve bezelye lifi ilaveli bisküvilerin izlediği belirlenmiştir (Çizelge 4.22). Formülasyonda kullanılan ikame maddelerinin arasında istatistiki olarak

önemli bir fark ($p<0.05$) bulunmuştur. Formülasyondaki lif ikame miktarı arttıkça K miktarının azaldığı görülmüştür. Beğen (2012), bisküviler ile ilgili yaptığı bir araştırmanın sonucunda formülasyona ilave edilen lifçe zengin bir bileşenin, bisküvilerdeki K miktarında azalmaya neden olduğunu bildirmiştir.

Besinsel lif ilave edilmiş bisküvi örneklerinin ortalama fosfor içeriği 222.74 mg/100g olarak bulunmuştur. Bisküvilerin fosfor içerikleri 170.55-254.02 mg/100g arasında değişmektedir.

Bisküvi örnekleri mineral madde değerlerine ait varyans analizi fosfor içeriği bakımından incelendiğinde; ikame maddeleri, ikame oranları faktörlerinin “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksiyonu etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre en yüksek fosfor içeriği dirençli nişasta ilaveli örneklerde (245.44 mg/100g) bulunmuştur. Örnekler arasında istatistiki olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli bir fark görülmüştür (Çizelge 4.22). Yüksek kül içeriği bazı örneklerde yüksek mineral içeriğine işaret etmektedir. Polidekstrozun kül içeriğinin düşük olması ile mineral içeriğinin de genel ölçüde düşük olması dikkat çekmektedir.

Çizelge 4. 20. Bisküvi örneklerine ait mineral madde miktarları (mg/100g)¹

İkame maddeleri	İkame oranı	Ca	Mg	Fe	Zn	K	P
β-glukan	% 0	31.61±0.30	20.02±0.45	1.80±0.01	0.70±0.00	106.29±1.480	242.86±1.50
	% 4	30.09±0.40	19.81±0.54	1.22±0.03	0.67±0.04	99.42±1.50	237.57±1.88
	% 8	23.92±0.50	13.12±0.37	0.91±0.02	0.45±0.02	58.26±1.90	207.85±2.56
Polidekstroz	% 0	31.91±0.70	20.14±0.61	1.84±0.02	0.74±0.04	106.33±1.42	242.98±1.66
	% 4	27.78±0.60	15.86±0.51	1.72±0.04	0.42±0.03	87.30±1.17	219.00±1.41
	% 8	19.23±0.30	5.85±0.30	1.23±0.05	0.34±0.07	36.50±1.25	170.55±1.39
Dirençli nişasta	% 0	31.78±0.50	19.96±0.37	1.85±0.02	0.73±0.02	106.19±1.26	242.73±1.29
	% 4	29.05±0.40	16.35±0.40	1.40±0.05	0.61±0.06	90.29±1.88	254.02±2.82
	% 8	21.63±0.30	6.83±0.44	0.99±0.05	0.31±0.04	38.78±1.64	239.57±2.80
Bezelye lifi	% 0	31.86±0.61	19.99±0.37	1.83±0.04	0.76±0.05	106.30±1.39	242.78±1.36
	% 4	49.93±0.46	18.16±0.56	1.50±0.01	0.69±0.01	92.85±2.11	222.70±2.11
	% 8	59.00±0.42	10.21±0.61	1.25±0.06	0.50±0.01	41.62±2.21	177.69±2.45
Havuç lifi	% 0	31.76±0.52	19.96±0.33	1.82±0.03	0.76±0.06	106.37±1.48	242.81±1.42
	% 4	57.59±0.43	20.37±0.58	1.56±0.05	0.61±0.01	105.30±1.90	222.08±2.59
	% 8	88.81±0.30	14.42±0.35	1.20±0.02	0.36±0.02	64.92±1.87	175.93±2.66
Minimum-Maksimum		19.23-88.81	5.85-20.37	0.91-1.85	0.31-0.76	36.50-106.37	170.55-254.02
Ortalama		37.73	16.07	1.48	0.58	83.11	222.74

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4. 21. Bisküvi örneklerinin mineral madde değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Ca		Mg		Fe		Zn		K		P	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
İkame Maddeleri (A)	4	5240.97	84376.25**	87.66**	1952.28**	0.30	233.59**	0.08	45.21**	1065.21	2463.72**	5127.65	3620.05**
İkame Oranı (B)	2	596.38	19202.56**	555.01**	24722.72**	2.54	3886.36**	0.61	691.18**	19111.97	88408.44**	12812.119	18090.37**
AXB	8	3775.97	30395.37**	58.02**	646.09**	0.16	62.95**	0.07	18.98**	657.193	760.01**	3424.07	1208.67**
Hata	14	0.22		0.16		0.00		0.01		1.51		4.96	

¹*p<0.05 düzeyinde önemli, **p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Çizelge 4. 22. Bisküvi örneklerinin mineral madde miktarlarına ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	n	Ca	Mg	Fe	Zn	K	P
İkame maddeleri							
β-glukan	6	28.54c	17.65b	1.31d	0.61b	88.00b	229.43b
Polidekstroz	6	26.30e	13.95e	1.60a	0.50e	76.71e	210.84e
Dirençli nişasta	6	27.48d	14.38d	1.41c	0.55d	78.42d	245.44a
Bezelye Lifi	6	46.92b	16.12c	1.53b	0.65a	80.26c	214.39c
Havuç Lifi	6	59.38a	18.25a	1.53b	0.58c	92.20a	213.61d
İkame oranı							
0	10	31.78c	20.01a	1.83a	0.74a	106.30a	242.84a
4	10	38.88b	18.11b	1.48b	0.60b	95.03b	231.07b
8	10	42.52a	10.09c	1.12c	0.39c	48.02c	194.32c

¹Farklı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

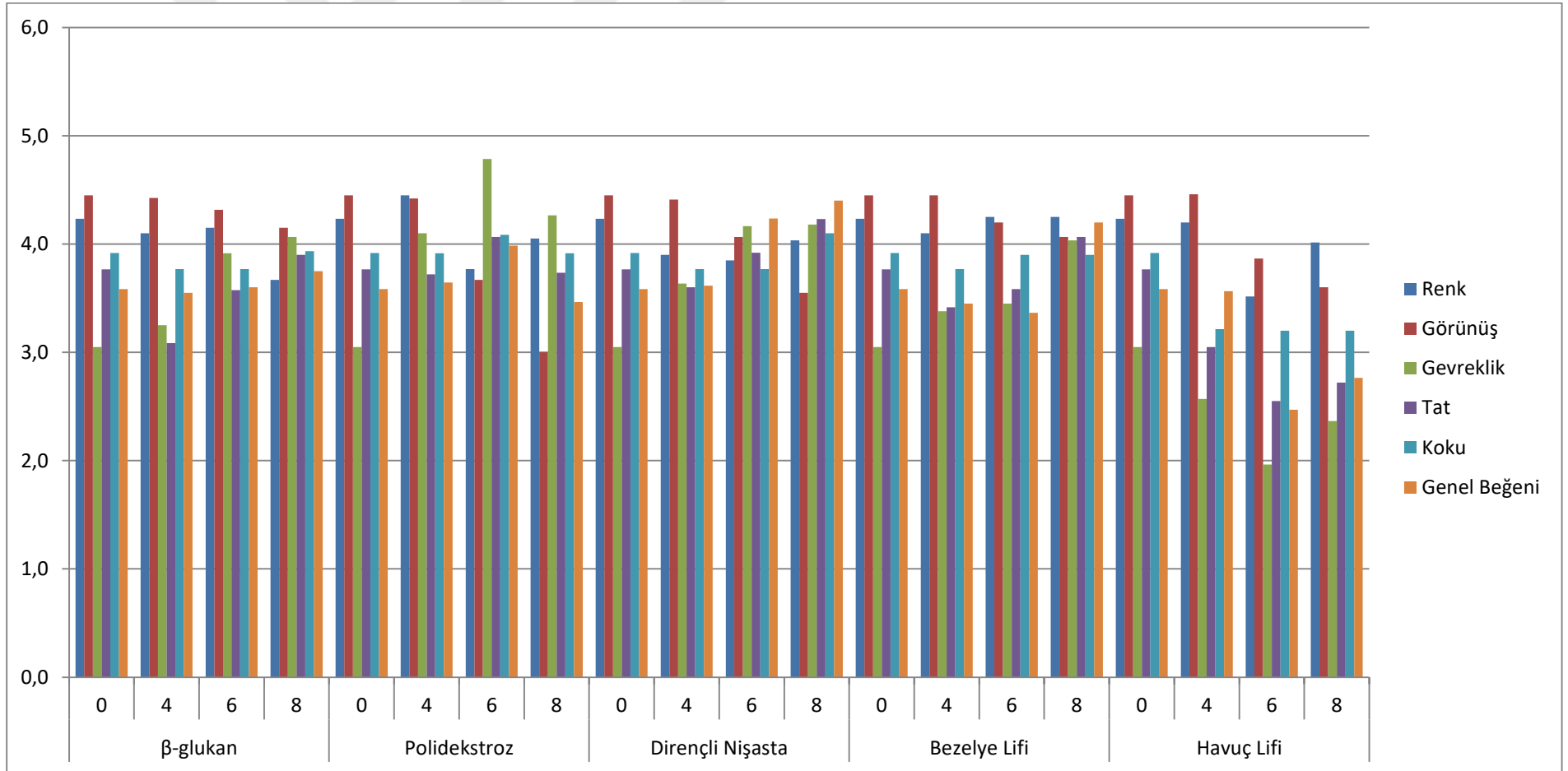
4.2.15. Duyusal analizler

Duyusal analizler, β -glukan, polidekstroz, dirençli nişasta, bezelye lifi ve havuç lifi ilaveli bisküvi örneklerinde gerçekleştirilmiştir. Bisküvi örneklerine ait duyusal analiz sonuçları Şekil 4.1’te verilmiştir.

Bisküvi örneklerinin 1-5 puan arasında değerlendirmeye tabi tutulan ortalama organoleptik değerlerinden; renk değerleri 3.33-4.45, görünüş değerleri 3.00-4.46, gevreklik 1.97-4.79, tat 2.72-4.23, koku 3.20-4.10 ve genel beğeni skorları 2.47-4.40 arasında tespit edilmiştir. Tüm örneklerin duyusal parametrelerde ortalama puanları, renk değerlerinde 4.01, görünüş değerlerinde 4.14, gevreklik değerlerinde 3.47, tat değerlerinde 3.60, koku değerlerinde, 3.79 ve genel beğeni değerlerinde ise 3.60 olarak bulunmuştur (Şekil 4.1).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, gevreklik, tat ve koku açısından değerlendirildiği zaman polidekstroz ilaveli bisküvilerin yüksek değerlerde olduğu bildirilmiştir. Renk bakımından en yüksek skorları bezelye lifi ve ardından polidekstroz ilaveli bisküviler elde ederken, görünüş bakımından β -glukan ve bezelye lifi ilaveli bisküvi örnekleri en yüksek skoru almıştır. Bisküvilerin genel beğenileri değerlendirildiğinde en yüksek değerleri sırasıyla dirençli nişasta vermektedir. Polidekstroz, β -glukan ve bezelye lifi ilave edilen bisküvi örnekleri, deskriptif farklılıkları olmasına rağmen aralarında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmayan ($p>0.05$) ve dirençli nişastadan sonra genel beğeni değeri en yüksek bulunan ikame maddeleri olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.1) .

İkame oranlarına bakıldığında renk değerlerinde %4, 6 ve 8 oranlarında önemli farklılıklar görülmezken, görünüşe bakıldığında %0 ve 4 oranlarında en yüksek değerler görülmüş ve istatistiki olarak önemli farklılıklar görülmemiştir ($p>0.05$). Gevreklik değeri ikame oranı ile doğru orantılı bulunmuştur. İkame oranı arttıkça gevreklik değeri artmaktadır. Tat bakımından değerlendirildiğinde ise ikame oranı artışı tadı olumlu yönde etkilemiştir. Yine görünüşte olduğu gibi genel beğenide de %0 ve 4 ikame oranları arasında istatistiki olarak önemli bir fark görülmemiştir ($p>0.05$).



Şekil 4. 1. Bisküvi örneklerine ait duyusal analiz sonuçları

4.3. Yağ ikame maddeleri kullanılarak üretilen bisküvilerin fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri

4.3.1. Renk değeri

Yağ ikame maddeleri kullanılarak üretilen bisküvi örneklerine ait renk ölçüm sonuçları Çizelge 4.23’ de verilmiştir. Bisküvi örneklerinin L^* değeri 76.22 ile 81.67, a^* değeri -0.20 ile 1.43, b^* değeri 19.87 ile 26.62 arasında değişim göstermiştir. L^* , a^* , b^* , SI ve Hue angle değeri sırasıyla, ortalama 78.37, 0.58, 23.76, 23.78 ve 88.63 olarak tespit edilmiştir. SI değeri b^* değeri ile paralellik göstererek 19.88 ile 26.63 arasında değişim göstermiştir. Hue angle değerinin en düşük 86.52, en yüksek ise 91.33 olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.24’ de özetlenen varyans analizi sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin L^* , a^* , b^* , SI ve Hue angle değeri üzerinde, ikame maddeleri, ikame oranı faktörleri ile “ikame maddeleri x ikame oranı” interaksyonunun etkisinin istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.25’de verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, en düşük L^* değeri (76.92) β -glukan ilave edilen bisküvi örneklerinde ve en yüksek L^* değeri (80.01) dirençli nişasta ilaveli edilen bisküvi örneklerinde tespit edilmiştir. L^* değerinin yüksekliği bakımından, dirençli nişasta ilaveli bisküvileri sırasıyla gluten ve kazein takip etmektedir. Farklı ikame maddelerinin, bisküvi örneklerinin parlaklık değeri üzerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklara sebep olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Bununla beraber bisküvilere ilave edilen ikame oranlarında ki artışı L^* değeri üzerinde doğrusal bir azaltıcı veya arttırıcı etki oluşturmamıştır. Buna ilaveten en yüksek ilave oranı olan %8 değerinde en yüksek L^* değeri tespit edilmiştir. Beğen (2012), bisküvi formülasyonunda şortening oranının etkisi ile ilgili yaptığı bir çalışmanın sonucunda, şortening oranındaki azalmanın örneklerin L^* değerinde artmaya sebep olduğunu bildirmiştir. %45 şortening kullanım oranında 69.98 olarak bulunan L^* değeri, %35 şortening kullanım oranında 72.05 e yükselerek bisküvi örneklerinin parlaklığının arttığını rapor etmiştir.

Bisküvi örneklerinin a^* renk değeri incelendiğinde farklı ikame maddelerinin, bisküvi örneklerinin kırmızılık değeri üzerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklara sebep olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). En düşük kırmızılık değerinin sırasıyla dirençli nişasta (0.02), gluten (0.07) ve kazein (0.73) ilaveli bisküvilerde görüldüğü ve en

yüksek değerin ise β -glukan ilaveli bisküvilerde (1.16) görüldüğü tespit edilmiştir. Aynı zamanda ikame oranları şahit numuneden sonra ilk etapta büyük ölçüde azalmış olsa bile, ikame oranları arttıkça küçük oranda artış göstermektedir. %6 ile 8 olan ikame oranlarında deskriptif olarak farklılıklar görülse bile istatistiki olarak önemli bir fark ($p>0.05$) bulunmamıştır (Çizelge 4.25). Beğen (2012), yaptığı bir çalışma sonucunda bisküvilerde şortening oranının azalmasının, bisküvilerin renk değerlerinden a^* değerinin de azalmasına neden olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada bisküvilere ksilanaz ilave etmiş, ksilanazlı ve ksilanazsız tüm bisküvi örneklerinde şortening miktarındaki azalmanın, düşük a^* değerine sebep olduğunu rapor etmiştir.

Çizelge 4.25’de verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına bakıldığında en yüksek b^* değeri polidekstroz ilaveli bisküvilerde (25.59) elde edilmiştir. En düşük b^* değeri ise dirençli nişasta ilaveli bisküvilerde (22.28) görülmektedir. İkame maddeleri farklı olan bisküviler sarılık değerinde istatistiki olarak önemli derecede farklı ($p<0.05$) bulunmuştur. İkame oranlarına bakıldığı zaman şahit numuneden sonra bir artış gözlenirken, ikame oranlarının artması ile bisküvilerin sarılık değerlerinde azalma görülmektedir. Bu azalma %4 ile 6 orandaki örneklerde deskriptif olarak farklı olmasına rağmen istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Beğen (2012) bisküvi formülasyonundaki şortening oranındaki azalmanın lifçe zengin lüpen kepeği ilavesine rağmen b^* değerinde azalmaya sebep olduğunu bildirmiştir. %45, 40 ve 35 oranlarındaki şortening ilavesinde çıkan b^* değerlerini sırasıyla 26.79, 26.34 ve 26.08 olarak rapor etmiştir.

Çizelge 4. 23. Bisküvi örneklerine ait renk değerleri¹

İkame maddeleri	İkame oranı	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	SI	Hue angle
β-glukan	% 0	78.41±0.00	1.14±0.00	23.71±0.00	23.74±0.00	87.25±0.00
	% 4	76.62±0.20	0.71±0.00	21.21±0.00	21.22±0.00	88.08±0.01
	% 6	76.41±0.07	1.34±0.00	23.21±0.01	23.25±0.01	86.70±0.00
	% 8	76.22±0.07	1.43±0.00	23.51±0.02	23.56±0.02	86.52±0.00
Polidekstroz	% 0	78.41±0.00	1.13±0.00	23.71±0.00	23.74±0.00	87.27±0.00
	% 4	76.62±0.00	0.64±0.01	26.62±0.18	26.63±0.18	88.62±0.02
	% 6	76.90±0.03	0.96±0.04	26.40±0.03	26.41±0.04	87.92±0.09
	% 8	77.89±0.09	1.04±0.05	25.64±0.08	25.66±0.09	87.69±0.11
Dirençli nişasta	% 0	78.41±0.00	1.14±0.00	23.71±0.00	23.74±0.00	87.25±0.00
	% 4	79.61±0.04	-0.25±0.00	23.23±0.06	23.23±0.06	90.62±0.00
	% 6	80.34±0.03	-0.35±0.01	22.31±0.02	22.31±0.02	90.90±0.04
	% 8	81.67±0.07	-0.46±0.00	19.87±0.04	19.88±0.04	91.33±0.00
Kazein	% 0	78.41±0.00	1.12±0.00	23.71±0.00	23.74±0.00	87.30±0.00
	% 4	77.95±0.01	0.66±0.05	25.27±0.00	25.28±0.00	88.51±0.12
	% 6	78.12±0.04	0.61±0.01	25.27±0.44	25.28±0.44	88.61±0.04
	% 8	78.83±0.04	0.54±0.05	24.01±0.01	24.01±0.01	88.72±0.13
Gluten	% 0	78.42±0.00	1.13±0.00	23.71±0.00	23.74±0.00	87.27±0.00
	% 4	78.91±0.01	-0.35±0.00	24.48±0.15	24.48±0.15	90.83±0.01
	% 6	79.46±0.05	-0.30±0.01	23.35±0.07	23.35±0.07	90.73±0.02
	% 8	79.82±0.03	-0.20±0.02	22.36±0.02	22.36±0.02	90.51±0.05
Minimum-Maksimum		76.22-81.67	-0.20-1.43	19.87-26.62	19.88-26.63	86.52-91.33
Ortalama		78.37	0.58	23.76	23.78	88.63

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. *L**: Parlaklık, *a**: Kırmızı-yeşil renk değeri, *b**: Sarı-mavi renk değeri

Çizelge 4. 24. Bisküvi örneklerinin renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	<i>L</i> *		<i>a</i> *		<i>b</i> *		SI		Hue angle	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
İkame maddeleri (A)	4	49.91	3443.16**	8.44	4747.80**	56.01	1014.94**	56.04	1006.68**	50.50	5560.268**
İkame oranı (B)	3	4.68	430.15**	4.22	3163.92**	7.5	181.27**	7.4	177.15**	25.64	3763.734**
AXB	12	19.97	459.28**	3.48	651.75**	37.22	224.83**	37.4	223.97**	20.49	751.9321**
Hata	19	0.07		0.01		0.26		0.26		0.04	

¹p<0.05 düzeyinde önemli, **p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Çizelge 4. 25. Bisküvi örneklerinin renk değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	SI	Hue angle
İkame maddeleri						
β-glukan	8	76.92e	1.16a	22.91d	22.94d	87.14e
Polidekstroz	8	77.46d	0.94b	25.59a	25.61a	87.87d
Dirençli nişasta	8	80.01a	0.02e	22.28e	22.29e	90.02a
Kazein	8	78.33c	0.73c	24.56b	24.58b	88.28c
Gluten	8	79.15b	0.07d	23.47c	23.48c	89.83b
İkame oranı						
0	10	78.41b	1.13a	23.71b	23.74b	87.27c
4	10	77.94d	0.28c	24.16a	24.17a	89.33a
6	10	78.25c	0.45b	24.11a	24.12a	88.97b
8	10	78.89a	0.47b	23.08c	23.09c	88.95b

¹Farklı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

En yüksek SI (chroma) değeri, polidekstroz ilaveli bisküvilerde (25.61) görülürken, en düşük SI değeri ise dirençli nişasta ilaveli bisküvilerde (22.29) görülmüştür. SI değerlerinde elde edilen bu farklılığın polidekstroz ilaveli bisküvilerin a^* ve b^* değerlerinin diğer ikame maddelerine göre daha yüksek değerlere sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Hue angle değerleri sırasıyla dirençli nişasta, gluten, kazein, polidekstroz ve β -glukan örneklerinde yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.25). Beğen (2012), bisküvi ile ilgili yaptığı bir çalışma sonucunda şorteningin bisküvi üzerindeki etkisini araştırırken, şortening oranının azalmasına bağlı olarak bisküvilerin SI değerlerinde azaldığını bildirmiştir. Bu çalışmada SI değeri, yağın %45 oranında azaltıldığı (%8 yağ ikamesi ilaveli) örneklerde, kontrol bisküviye kıyasla düşmüştür.

4.3.2. Çap, kalınlık ve yayılma oranı

Bisküvi örneklerine ait çap, kalınlık ve yayılma oranı değerleri Çizelge 4.26'da verilmiştir. Bisküvilere ait çap değerleri 46.80-58.05 mm, kalınlık değerleri 6.62-9.45 mm, yayılma oranı değerleri ise 4.95-8.19 arasında tespit edilmiştir. Bisküvilerin çapı değerlendirilirken en düşük değer %8 gluten ilaveli bisküvi örneğinde görülürken, en yüksek değerler ise %8 polidekstroz ilaveli bisküvi örneğinde görülmektedir. Bisküvilerin çap, kalınlık ve yayılma oranı ortalamaları sırasıyla 53.70 mm, 7.37 mm ve 7.37 bulunmuştur.

Varyans analizi sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin çap, kalınlık, yayılma oranı değerleri üzerinde, ikame maddeleri ve ikame oranı faktörleri ile “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksiyonunun etkisinin istatistiksel olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.28'de verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; en yüksek çap değeri polidekstroz ilaveli örneklerde (55.88mm) görülürken, en düşük çap değeri ise gluten ilaveli örneklerde (51.65) görülmektedir. β -glukan ve DN ile üretilen bisküvilerin çap değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark ($p > 0.05$) bulunmamıştır. Bisküvi örneklerindeki ikame oranları arttıkça, çap değerlerinin azalmakta olduğu görülmektedir. %4 ile 6 olan ikame oranlarında istatistiksel olarak önemli farklar ($p > 0.05$) bulunmamıştır.

Beğen (2012), yüksek lif içerikli bisküvi üretiminde lüpen kepeği kullanımını üzerine yaptığı çalışmada bisküvilerin şortening oranını %35, 40 ve 45 kullanarak, lif

ilave etmiştir. Bu çalışmanın sonucunda bisküvilerin yağ oranı azaldıkça; çap değerlerinin 66.97-64.14 mm aralığında değişerek düştüğünü, kalınlık değerlerinin 8.83-9.81 mm aralığında değişerek arttığını ve yayılma oranlarının çap ve kalınlık değerlerine bağlı olarak 7.61-6.56 aralığında azalma gösterdiğini bildirmiştir.

Bisküvi üretim aşamasında artan şortening oranına bağlı olarak, bisküvi çapında da artma beklenmektedir. Pareyt ve ark. (2009) bisküvi tekstürünün ve yapısal özelliklerinin üzerinde yağın ve şekerin etkilerini araştırmak amacıyla yaptıkları bir çalışmada, azalan yağ oranının bisküvi çapını azalttığını rapor etmişlerdir. Formülasyonda yağ oranının artmasına bağlı olarak, bisküvilerin çapında artma meydana gelmesinin sebebi olarak, pişme sırasında yağın eriyerek sistemde mobilitenin artması gösterilmektedir (Pareyt ve ark., 2009).

En yüksek kalınlık değeri gluten ilaveli bisküvi örneklerinde tespit edilmiştir. En düşük kalınlık değerleri ise polidekstroz ve kazein ilaveli bisküvi örneklerinde gözlenmiştir. İlave oranları arttıkça çap değerlerinin aksine kalınlık değerlerinde artma gözlenmektedir. İlave oranları arasındaki bu artış istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

İkame maddeleri bakımından en yüksek yayılma oranı değerine polidekstroz ilaveli bisküviler (8.00) sahipken, en düşük değer gluten ilaveli bisküvilerde (6.53) tespit edilmiştir. İkame oranlarındaki artışın yayılma oranında azalmaya neden olduğu gözlemlenmiştir. Bisküvi üretimindeki, ikame maddeleri ve ikame oranları ayırt etmeksizin yayılma oranı değerleri üzerinde istatistiki olarak önemli düzeyde bir fark ($p<0.05$) görülmektedir. Protein içeriği yüksek olan glutenin daha sıkı bir yapı sağlayarak yayılmayı sınırladığı düşünülmektedir.

Maache-Rezzoug ve ark. (1998), bisküvi formülasyonundaki hammaddelerin hamura ve son ürün kalitesine etkisini araştırmak için yaptıkları bir çalışmanın sonucunda, yağ ilavesinin bisküvinin yayılmasını arttırdığını bildirmişlerdir. Bunun sebebi olarakta şekil verme aşamasında, hamurun doğasında olan büzülme ve elastikiyet gibi özelliklerin yağın varlığı sayesinde azalmasını göstermişlerdir.

İnkaya (2008), tarafından yapılan bir çalışmada, bisküvilerin yağı azaltıldıkça çap ve yayılma oranlarında kontrol bisküviye göre önemli ölçüde ($p<0.05$) azalma raporlanmıştır. Yağı azaltılan bu bisküvilere ilave edilen kestane unu oranlarının artışı ile bisküvilerin fiziksel özelliklerindeki (çap, yayılma oranı) düşüşünde arttığı bildirilmiştir.

Erinç ve Tekin (2011), yağı azaltılarak lif ilave edilmiş bisküviler ile ilgili yaptıkları bir çalışmanın sonucunda, son ürünün yayılma oranlarında lifin ilave edilmesine bağlı olarak önemli düzeyde azalma olduğunu bildirmişlerdir. Yayılma oranında meydana gelen bu azalmanın yağın bisküvide meydana getirdiği önemli bir fonksiyonu ve bununla beraber lif miktarındaki artış ile direkt olarak bağlantılı olduğunu tespit etmişlerdir.

4.3.3. Sertlik ve Kırılgenlik

Üretilen bisküvilerin sertlik değerleri 3335.51 g ile 7332.56 g ve kırılgenlik değerleri ise 37.59 mm ile 40.44 mm arasında değişim eğilimindedir (Çizelge 4.26). Sertlik değerinin ortalaması 5466.74 g olarak, kırılgenlik değeri ortalaması 38.83 mm olarak tespit edilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre; bisküvi örneklerinin sertlik ve kırılgenlik değerleri üzerinde, ikame maddeleri ile ikame oranı faktörleri ile “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksiyonunun etkisinin istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.28’da verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; en yüksek sertlik değeri kazein ilaveli örneklerde (6328.67 g), en düşük sertlik değeri ise DN ilaveli örneklerde (4622.86 g) bulunmuştur. İkame oranlarının tamamı sertlik değeri bakımından, şahit numuneye kıyasla artış göstermiş ve ikame oranı arttıkça sertlik değerinin de arttığı tespit edilmiştir.

Bisküvi üretim aşamasında düşük yağ içeriği ile beraber yüksek lif içeriği kullanıldığında, yağın yumuşatma etkisi hamura daha fazla su katılarak sağlanmaya çalışılmaktadır. Fazla orandaki suyun hamurda daha fazla gluten gelişimine sebep olduğu ve bununla beraber daha sert yapıda hamur oluşturarak, son ürünlerdeki sertlik değerini arttırdığı bilinmektedir (Manley, 2000).

Beğen (2012), yaptığı bir çalışmada bisküvilerin yağ içeriğini belirli oranlarda azaltmış ve bunun sonucunda sertlik değerlerinin yağ oranı azaldıkça 3748.30-6082.00 g arasında değişim göstererek arttığını bildirmiştir. Yapılan pek çok araştırma sonucunda bisküvilerdeki şortening içeriğinin artmasına bağlı olarak tekstürün yumuşadığı, sertlik değerinin azaldığı bildirilmiştir (Maache-Rezzoug, 1998; Sudha ve ark., 2007b). Bu çalışma sonucunda da yağ ikame oranlarının artmasına bağlı olarak yağ oranındaki azalma bisküvinin sertlik değerinde artmaya neden olmuştur ve bu sonuç

literatürdeki bilgiler ile örtüşmektedir. Ayrıca bisküvinin yayılma oranı ve çapındaki azalmada, sertliğinin artmasında etkili bir faktör olabilmektedir.

Erinç ve Tekin (2011), yaptıkları bir çalışmanın sonucunda bisküvinin yağ miktarının azalması sonucunda, hamurun sertlik değerinde artma olduğunu ve bu artışın yaklaşık 2.5 kat olduğunu bildirmişlerdir.

İkame maddeleri açısından; en düşük kırılma değeri DN ilaveli örneklerde (38.43 mm), en yüksek kırılma değeri ise; gluten ilaveli örneklerde (39.45 mm) tespit edilmiştir. Kazein, polidekstroz ve β -glukan ilaveli örneklerde deskriptif farklılıklar bulunduğu halde, istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmamıştır ($p>0.05$). Bisküvilerin kırılma değerinin, ilk etapta şahit numuneye kıyasla azaldığı, daha sonra ikame oranları arttıkça arttığı gözlenmiştir. Örneklerin %6 ile 8 ikame oranları arasında kırılma değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir fark ($p>0.05$) bulunmamıştır.

Thebaudin ve ark. (1997), farklı lif çeşitlerinin (patates kabuğu, meyve, selüloz, şeker pancarı ve buğday kepeği) un veya yağ yerine bisküvi, kek ve kurabiye gibi gıdalara ilave edilmesi ile ilgili çalışmalar yapmış, bu çalışmaların sonucunda da ilave edilen liflerin gıdaların son ürünlerinde sıkı bir tekstüre sebep olduğunu bildirmişlerdir. Bu sıkı yapının bisküvi örneklerinde depolama boyunca korunduğu da bildirilmiştir.

Erinç ve Tekin (2011), yaptıkları bir çalışmanın sonucunda, genellikle bisküvinin içeriğindeki yağ oranının azaltılması sonucunda son ürünün sertliğinde artma meydana gelirken, bisküvilerin kırılma değerinde azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir. Özellikle elde edildiği kaynak buğday kepeği olan lignini uzaklaştırılmış liflerin ilave edilmesi ile yağın azalmasından dolayı meydana gelen sertliğin giderildiğini bildirmişlerdir. Kırılma değeri incelendiğinde yine yağ yerine ilave edilen buğday kepeği lifinin kırılma değerinde düşüşe neden olduğunu rapor etmişlerdir. Bu çalışma sonucundada dirençli nişasta ilaveli bisküvinin sertlik değerinin diğerlerinden düşük olduğu görülmektedir. Buda dirençli nişasta ikamesinin yağın azalmasından kaynaklanan sertliğin giderilmesinde kullanılabileceği sonucunu göstermektedir.

Çizelge 4. 26. Bisküvi örneklerine ait fiziksel analiz değerleri¹

İkame maddeleri	İkame oranı	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayımla oranı	Sertlik (g)	Kırılgenlik (mm)
β-glukan	% 0	54.25±0.07	6.62±0.00	8.19±0.01	4232.06±0.38	39.17±0.17
	% 4	51.95±0.21	7.35±0.07	7.07±0.04	3335.51±15.72	37.59±0.42
	% 6	52.53±0.18	7.70±0.00	6.82±0.02	6611.01±263.33	38.79±0.01
	% 8	54.50±0.00	8.45±0.21	6.45±0.16	7332.56±213.54	39.16±0.23
Polidekstroz	% 0	54.15±0.07	6.63±0.00	8.17±0.01	4232.05±0.38	39.16±0.15
	% 4	55.15±0.07	6.91±0.01	7.98±0.01	5762.42±303.80	38.40±0.23
	% 6	56.15±0.07	7.05±0.07	7.96±0.07	5292.18±139.84	38.60±0.34
	% 8	58.05±0.07	7.35±0.07	7.90±0.07	5436.61±299.90	38.69±0.37
Direnċli nişasta	% 0	54.25±0.07	6.62±0.00	8.19±0.01	4232.06±0.42	39.16±0.15
	% 4	54.66±0.06	6.70±0.00	8.16±0.01	4442.59±55.27	38.60±0.33
	% 6	52.90±0.00	7.73±0.04	6.84±0.04	4830.70±40.85	38.27±0.22
	% 8	51.60±0.00	7.85±0.07	6.57±0.06	4986.09±28.46	37.70±0.08
Kazein	% 0	54.25±0.07	6.63±0.01	8.19±0.02	4232.04±0.41	39.17±0.16
	% 4	53.60±0.00	6.75±0.07	7.94±0.08	6755.14±61.33	38.39±0.05
	% 6	54.30±0.14	7.25±0.07	7.49±0.05	7093.24±212.90	39.23±0.02
	% 8	55.05±0.07	7.45±0.07	7.39±0.06	7234.28±186.22	38.74±0.04
Gluten	% 0	54.15±0.07	6.63±0.01	8.17±0.00	4232.07±0.39	39.17±0.17
	% 4	53.05±0.07	7.83±0.04	6.78±0.03	5906.84±33.46	39.04±0.00
	% 6	52.60±0.14	8.47±0.04	6.21±0.01	6340.49±51.63	39.14±0.05
	% 8	46.80±0.14	9.45±0.07	4.95±0.02	6814.95±83.17	40.44±0.02
Minimum-Maksimum		46.80-58.05	6.62-9.45	4.95-8.19	3335.51-7332.56	37.59-40.44
Ortalama		53.70	7.37	7.37	5466.74	38.83

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4. 27. Bisküvi örneklerinin fiziksel değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Çap (mm)		Kalınlık (mm)		Yayımla oranı		Sertlik (g)		Kırılmalıklık (mm)	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
İkame maddeleri (A)	4	76.54	2914.24**	6.74	660.42**	10.53	1394.17**	13376605	159.48**	4.66	31.86**
İkame oranı (B)	3	5.1	259.10**	12.46	1628.31**	13.09	2309.35**	26963888	428.64**	3.09	28.14**
AXB	12	99.99	1268.96**	3.48	113.62**	6.24	275.36**	17585010	69.89**	6.71	15.28**
Hata	19	0.12		0.05		0.04		398404		0.7	

¹*p<0.05 düzeyinde önemli, **p<0.01 düzeyinde önemli, ns:önemsiz

Çizelge 4. 28. Bisküvi örneklerinin fiziksel değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayımla oranı	Sertlik (g)	Kırılmalıklık (mm)
İkame maddeleri						
β-glukan	8	53.31c	7.53b	7.14d	5377.78c	38.68b
Polidekstroz	8	55.88a	6.99d	8.00a	5180.81d	38.71b
Dirençli nişasta	8	53.35c	7.23c	7.44c	4622.86e	38.43c
Kazein	8	54.30b	7.02d	7.75b	6328.67a	38.88b
Gluten	8	51.65d	8.09a	6.53e	5823.59b	39.45a
İkame oranı						
0	10	54.21a	6.62d	8.18a	4232.05d	39.17a
4	10	53.68b	7.11c	7.59b	5240.50c	38.40c
6	10	53.70b	7.64b	7.07c	6033.52b	38.80b
8	10	53.20c	8.11a	6.66d	6360.89a	38.95b

¹Farklı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

4.3.4. Su aktivitesi

Bisküvi örneklerinin su aktivitesi değerleri 0.18 ile 0.63 arasında değişmekte olup, bisküvi örneklerinin ortalama su aktivitesi değerleri 0.28 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.29).

Bisküvilerin su aktivitesi değerlerine dair varyans analizi incelendiğinde ise ikame maddeleri, ikame oranı faktörleri ile “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksiyonunun etkisinin istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.30).

İkame maddelerinin su aktivitesi değerlerine bakıldığında istatistiksel olarak önemli farklar ($p<0.05$) bulunmaktadır. Bisküvilerin ikame oranları arttıkça su aktivitesi artmaktadır ($p<0.05$) (Çizelge 4.31). Bisküvi örneklerinin su aktivitesi (a_w) değerlerine ait çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde ise en düşük su aktivitesi değerine sahip olan polidekstroz ilaveli bisküviler (0.20) iken en yüksek a_w değerine dirençli nişasta ilaveli bisküvilerin (0.40) sahip olduğu görülmüştür. Bunun sebebinin hamur hazırlama aşamasında polidekstroz ilaveli örneklerin daha az, dirençli nişasta ilaveli örneklerin daha fazla suya ihtiyaç duyması olduğu düşünülebilmektedir.

4.3.5. Nem

Yağ ikame maddesi ilave edilmiş bisküvi örneklerinin nem içeriği %4.15 ile 9.45 arasında değişkenlik gösterirken, ortalama nem değeri %5.62 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.30’ de verilen varyans analizi sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin nem miktarı üzerinde ikame maddeleri, ikame oranı faktörleri ile “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksiyonunun etkisinin istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.31’ de gösterilen çoklu karşılaştırma test sonuçları nem miktarı bakımından incelendiğinde, en yüksek nem değeri dirençli nişasta ilaveli bisküvilerde en düşük nem değeri ise polidekstroz ilaveli bisküvilerde görülmüştür. Ayrıca ikame oranı arttıkça bisküvi örneklerinin nem miktarlarında artış tespit edilmiştir. % 4 ile 6 ikame oranlarında benzer nem değerleri tespit edilmiş ve istatistik olarak önemli düzeyde bir fark ($p>0.05$) bulunmamıştır.

Benzer sonuçlar Beğen (2012) tarafından da rapor edilmiş olup bisküvi formülasyonunda shortening miktarı azaltıldığında optimum bisküvi hamuru elde edilmesi için daha fazla su kullanılması gerektiği ve bunun sonucunda bisküvinin nem içeriğinde meydana gelen artışın doğal olduğu bildirilmiştir. Pareyt ve ark. (2009), bisküviye ilave edilen yağ oranındaki azalmanın bisküvinin nem miktarında artmaya neden olacağını rapor etmiştir.

Erinç ve Tekin (2011), yağı azaltılarak üretilen bisküviler ile ilgili yaptıkları bir çalışmalarında, bisküvilerin nem içeriklerinin lif içeriğine bağlı olarak artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Nem miktarındaki bu artışın sebebi olarak ise liflerin su tutma kapasitesin yüksek olduğunu göstermişlerdir.

Tüm bunlara ilaveten bisküvi nem değerinin; yağ oranı azaltılmış bisküvilerde, un oranı azaltılmış bisküvilere kıyasla daha fazla olmasının sebebi ise üretim aşamasında yağı azaltılmış bisküvilerin daha fazla su kullanılarak yoğurulmasına bağlı olduğu düşünülmektedir.

4.3.6. Kül

Bisküvi örneklerinin kül değerlerinin %1.24-1.73 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Örneklerin ortalama kül değerleri %1.41 olarak belirlenmiştir. (Çizelge 4.29). Çizelge 4.30'da özetlenen varyans analizi sonucunda, bisküvilerin kül değerlerinde ikame maddeleri, ikame oranı faktörleri ile "*ikame maddeleri x ikame oranı*" interaksyonunun etkisinin istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Bisküvilerin kül değerleri Çizelge 4.31'de verilen çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre değerlendirildiğinde, kazein ilave edilmiş bisküvi örneğinin en yüksek kül değerine sahip olduğu ve bunu aralarında deskriptif olarak ve istatistiki olarak bir fark bulunmayan ($p > 0.05$), β -glukan ve dirençli nişastanın takip ettiği görülmektedir. % 4 ve 6 ikame oralarının kül miktarlarında deskriptif farklılıklar olmasına rağmen istatistiki olarak önemli bir fark ($p > 0.05$) bulunmamıştır. Kazein ilaveli bisküvilerin kül miktarının en yüksek olmasının sebebi olarak kazein hammaddesinin diğer hammaddelere kıyasla daha yüksek kül miktarına sahip olduğu düşünülmektedir.

Beğen (2012), yağı azaltılmış ve lif ilave edilmiş bisküvilerin kül miktarını %1.48-1.86 arasında bulurken, ortalamalarını %1.69 olarak bildirmiştir. Azalan miktarlarda shortening kullanımının bisküvi örneklerinin kül miktarını deskriptif olarak

arttırdığını, %35 şortening ilave ettiği bisküvilerin kül miktarlarının %45 oranında şortening katılmış bisküvilerin kül miktarlarından istatistiki olarak farklı ve yüksek bulunduğunu bildirmiştir. Koyuncu ve ark. (2011), erişte ile ilgili yaptığı bir çalışmanın sonucunda erişte formülasyonundaki β -glukan ilavesinin erištenin kül miktarını arttırdığını bildirmiştir.

4.3.7. Protein

Yağ ikame maddesi kullanılarak üretilen bisküvilerin ham protein miktarının %6.13-12.16 arasında değiştiği tespit edilmiştir. (Çizelge 4.29). Varyans analizi sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin protein miktarı üzerinde ikame maddeleri, ikame oranı faktörleri ile “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksyonunun etkisinin istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.30).

Çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde ikame oranları yalnızca şahit numuneden sonra ilk etapta azalmış ve daha sonra ikame oranları arttıkça artış görülmüştür. İkame oranları arasında istatistiksel olarak önemli farklar olduğu ($p < 0.05$) görülmüştür. Beğen (2012), yaptığı bir çalışmada bisküvileri ilave edilen şortening bakımından incelediğinde, yüksek oranda (%40, 45) şortening ilavesinin, düşük oranda (%35) şortening ilavesine göre protein oranının daha düşük olduğunu bildirmiştir. Bu durumun nedenini artan şortening içeriğinin diğer bisküvi bileşenlerinin oranını seyreltmesiyle açıklamıştır.

4.3.8. Yağ

Bisküvi örneklerindeki en düşük ham yağ değerinin %9.23, en yüksek ham yağ değerinin ise %17.03 olduğu, örneklerin ham yağ içeriğinin bu iki değer arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Bisküvilerin yağ miktarı ortalaması ise %13.48 bulunmuştur (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.30’da gösterilen varyans analizi sonuçlarına göre; bisküvi örneklerinin ham yağ içeriğinde ikame maddeleri, ikame oranı faktörleri ile “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksyonunun etkisinin istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Farklı ikame maddeleri ile üretilen bisküvi örneklerinde en yüksek ham yağ içeriği %14.01 ile β -glukan örneklerinde görülürken bunu sırasıyla kazein, gluten,

polidekstroz ve dirençli nişasta takip etmektedir. Bisküviler ikame oranlarına göre değerlendirildiğinde, ikame oranları ile ham yağ içeriği arasında ters orantı olduğu gözlemlenmiş ve ikame oranı arttıkça ham yağ içeriğinin de azaldığı tespit edilmiştir. İkame oranları arasında ham yağ içerikleri bakımından, istatistiki olarak önemli farklılıklar görülmüştür ($p<0.05$) (Çizelge 4.31). Ham yağ içeriğinde ikame oranları arttıkça meydana gelen bu azalmanın temel sebebinin, üretim aşamasında ikame oranı arttıkça ilave edilen yağ miktarının azalması olduğu düşünülmektedir.

Beğen (2012), bisküvi ile ilgili yaptığı çalışmasında artan şortening oranına bağlı olarak son üründeki yağ oranında arttığını bildirmiştir. Bu çalışmada azalan yağ oranının etkisi ile yağ oranında, yağ ikame maddesi ilave oranı arttıkça azalma olmuştur ve bu beklenen bir sonuçtur. Çiftçi (2018), yağı azaltılmış bisküvi üretimi ile ilgili yaptığı bir çalışmanın sonucunda, üretilen bisküvilerin yağ miktarlarının %11.49-21.80 değerleri arasında olduğunu bildirmiş ve bisküvilerdeki yağ ikame maddelerinin oranı arttıkça, yağ miktarlarında kontrol bisküviye göre (%21.80) önemli düzeyde azalma olduğunu rapor etmiştir.

4.3.9. Karbonhidrat

Örneklerin karbonhidrat değerleri %68.00 ve 77.23 arasında değişmektedir (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.30'da gösterilen varyans analizi sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin karbonhidrat değerleri üzerinde, ikame maddeleri, ikame oranı faktörleri ile “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksiyonunun etkisinin istatistiki olarak ($p<0.01$) düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına bakıldığında bisküvilerdeki en yüksek karbonhidrat değerinin polidekstroz ilaveli bisküvilerde (%73.78) olduğu tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla dirençli nişasta, kazein, β -glukan ve gluten takip etmektedir. Bisküvilerin ikame oranları kıyaslandığında en yüksek karbonhidrat içeriği %71.64 değeri ile %8 ikame maddesiyle üretilen bisküvilerde bulunmuş olup, bisküvi örneklerinin ikame oranı arttıkça karbonhidrat değerleride artmaktadır. Karbonhidrat değerleri arasında %6 ve 8 ikame oranı ilaveli bisküvilerde istatistiksel olarak önemli farklar ($p>0.05$) tespit edilmemiştir. (Çizelge 4.31).

Çizelge 4. 29. Bisküvi örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları¹

İkame maddeleri	İkame oranı	aw	Nem	Kül	Ham protein	Ham yağ	Karbonhidrat
			(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
β-Glukan	% 0	0.18±0.00	4.15±0.08	1.25±0.06	8.40±0.12	17.03±0.09	69.17±0.36
	% 4	0.33±0.00	6.65±0.12	1.49±0.00	8.84±0.00	15.03±0.12	68.00±0.24
	% 6	0.24±0.00	5.42±0.03	1.52±0.01	9.19±0.00	13.08±0.06	70.79±0.07
	% 8	0.33±0.00	7.43±0.03	1.55±0.01	9.54±0.00	10.90±0.18	70.58±0.20
Polidekstroz	% 0	0.18±0.00	4.15±0.08	1.25±0.06	8.40±0.12	17.03±0.09	69.17±0.36
	% 4	0.19±0.01	4.35±0.01	1.24±0.00	6.13±0.00	14.55±0.02	73.74±0.02
	% 6	0.22±0.00	5.19±0.02	1.25±0.00	6.48±0.00	12.12±0.04	74.97±0.05
	% 8	0.23±0.00	5.59±0.00	1.30±0.00	6.65±0.00	9.23±0.83	77.23±0.83
Dirençli nişasta	% 0	0.18±0.00	4.15±0.08	1.25±0.06	8.40±0.12	17.03±0.09	69.17±0.36
	% 4	0.39±0.01	5.90±0.04	1.48±0.00	8.40±0.00	13.99±0.24	70.23±0.28
	% 6	0.41±0.01	6.68±0.05	1.50±0.00	8.44±0.06	12.05±0.10	71.32±0.21
	% 8	0.63±0.00	9.45±0.00	1.57±0.00	8.53±0.06	9.45±0.00	71.00±0.07
Kazein	% 0	0.18±0.00	4.15±0.08	1.25±0.06	8.40±0.12	17.03±0.09	69.17±0.36
	% 4	0.24±0.00	5.10±0.01	1.64±0.01	8.58±0.15	14.89±0.05	69.79±0.21
	% 6	0.21±0.00	4.64±0.16	1.68±0.01	9.91±0.01	12.43±0.04	71.34±0.20
	% 8	0.28±0.00	6.11±0.01	1.73±0.01	10.33±0.14	10.45±0.31	70.39±0.45
Gluten	% 0	0.18±0.00	4.15±0.08	1.25±0.06	8.40±0.12	17.03±0.09	69.17±0.36
	% 4	0.27±0.00	5.61±0.09	1.31±0.00	8.49±0.12	14.42±0.01	70.18±0.22
	% 6	0.32±0.00	6.02±0.68	1.31±0.00	11.42±0.06	12.01±0.00	69.24±0.74
	% 8	0.37±0.00	7.60±0.04	1.36±0.03	12.16±0.00	9.91±0.04	68.97±0.11
Minimum-Maksimum		0.18-0.63	4.15-9.45	1.24-1.73	6.13-12.16	9.23-17.03	68.00-77.23
Ortalama		0.28	5.62	1.41	8.80	13.48	70.68

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4. 30. Bisküvi örneklerinin bazı kimyasal değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	aw		Nem (%)		Kül		Ham Protein (%)		Ham Yağ (%)		Karbonhidrat (%)	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Katkı (A)	4	0.19	1989.43**	16.13	188.49**	0.51	178.64**	48.16	3091.95**	4.26	31.97**	101.45	582.83**
Oran (B)	3	0.18	2564.29**	47.86	745.78**	0.36	170.60**	14.62	1251.86**	273.28	2731.99**	40.02	306.53**
AXB	12	0.11	398.31**	12.84	50.03**	0.17	20.09**	27.06	579.16**	2.51	6.27**	51.79	99.19**
Hata	19	0		0.41		0.01		0.07		0.63		0.83	

¹*p<0.05 düzeyinde önemli, **p<0.01 düzeyinde önemli, ns:önemsiz

Çizelge 4. 31. Bisküvi örneklerinin bazı kimyasal değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	aw	Nem (%)	Kül (%)	Ham protein (%)	Ham yağ (%)	Karbonhidrat (%)
İkame maddeleri							
β-Glukan	8	0.27c	5.91b	1.45b	8.99c	14.01a	69.63d
Polidekstroz	8	0.20e	4.82d	1.26d	6.92e	13.23cd	73.78a
Dirençli Nişasta	8	0.40a	6.55a	1.45b	8.45d	13.13d	70.43b
Kazein	8	0.23d	5.00c	1.57a	9.55b	13.70b	70.17c
Gluten	8	0.28b	5.85b	1.31c	10.12a	13.35c	69.39e
İkame oranı							
0	10	0.18d	4.15c	1.25c	8.40c	17.04a	69.17c
4	10	0.29b	5.52b	1.43b	8.09d	14.58b	70.39b
6	10	0.28c	5.59b	1.45b	9.08b	12.34c	71.53a
8	10	0.37a	7.24a	1.50a	9.64a	9.99d	71.64a

¹Farklı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

²Proteinde Nx6.25 faktörü kullanılmıştır.

4.3.10. Besinsel lif

Bisküvi örneklerinde yapılan besinsel lif analiz sonuçları Çizelge 4.32’de verilmiştir. Yağı azaltılmış bisküvi örneklerinde de besinsel lif analizi yalnızca şahit numunelerde ve %6 ikame oranında yapılmıştır. Besinsel lif sonuçları değerlendirildiği zaman en düşük değer kazein ilaveli bisküvi örneklerinde (%3.06) görülürken, en yüksek değer β -glukan ilaveli bisküvi örneklerinde (%6.02) görüldüğü bildirilmiştir. %5.71 ile dirençli nişasta ve %5.55 ile gluten ilaveli bisküvi örneklerinde de yüksek besinsel lif değerleri tespit edilmiştir. İkame maddelerinden kazein ve polidekstroz ilavesinin, bisküvilerde şahit numuneye göre % besinsel lif değerini düşürdüğü görülmüştür.

Çizelge 4.33’de gösterilen varyans analizi sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin besinsel lif değerleri üzerinde, ikame maddeleri, ikame oranı faktörleri ile “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksiyonunun etkisinin istatistiki olarak ($p < 0.01$) düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.34’de verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçları değerlendirildiğinde ise, farklı ikame maddelerinin bisküvinin besinsel lif değerleri arasında istatistiki olarak önemli farklılıklara sebep olduğu ($p < 0.05$) tespit edilmiştir. En yüksek besinsel lif değerlerinin sırasıyla β -glukan, dirençli nişasta ve gluten ilaveli bisküvi örneklerinde görüldüğü tespit edilmiştir. En düşük besinsel lif değeri ise kazein ilaveli bisküvide bulunmuştur. İkame oranı artışı bisküvilerin besinsel lif içeriğini istatistiki olarak önemli düzeyde etkilemiştir ($p < 0.05$). İkame oranı arttıkça bisküvilerin besinsel lif oranının arttığı tespit edilmiştir.

Çiftçi (2018), yağı azaltılmış bisküvi üretimi ile ilgili yaptığı bir çalışmasının sonucunda bisküvilerin besinsel lif miktarlarının kontrol bisküviye göre önemli düzeyde yüksek olduğunu bildirmiştir. Keçiboynuzu unu ilaveli bisküvilerin kestane unu ilaveli bisküvilere oranla besinsel lif miktarlarının yüksek bulunduğunu bildirmiştir. Bunun sebebi olarak keçiboynuzu ununun lif miktarının kestane ununun lif miktarına göre yüksek olmasını göstermiştir. Bisküvilere ilave edilen ikame maddelerinin oranının artması ile bisküvilerin besinsel lif miktarlarında arttığını rapor etmiştir.

Şahan ve ark. (2013), yaptıkları bir çalışmanın sonucunda iğde unu ilave edilen bisküvilerin toplam besinsel lif içeriklerinin % 3.91 ile 9.34 aralığında değiştiğini rapor etmiştir. Mildner-Szkudlarz ve ark. (2013) ise bisküvilere beyaz üzüm posası ilave etmiş ve son üründeki besinsel lif oranlarının % 3.4 ile 11.0 aralığında olduğunu

bildirmiştir. Literatürdeki bu değerler bu çalışmada bulunan bisküvilerin besinsel lif değer aralığı ile örtüşmektedir.

Şeker (2005), yüksek lif ve düşük yağ içeriğine sahip bisküvi üretiminde, elma ve kayısı liflerinin bisküvinin besinsel lif miktarına ve diğer özelliklerine etkisinin ne olduğunu araştırmak için yaptığı çalışmada, elma ve kayısı liflerinin iyi birer besinsel lif kaynağı olabileceğini bildirmiştir. Genel anlamda meyve liflerinin belirli bir orana kadar ilavesinin, bisküvinin duyuşsal özellikleri, yayılma oranı, renk değerleri ve tekstürel özellikleri bakımından olumlu sonuçlar verdiğini de rapor etmiştir.

4.3.11. Enerji

Birbirinden farklı besinsel lif ilave edilerek üretilen bisküvilerin enerji değerleri 416.11-455.32 kcal arasında olup; ortalamaları 439.49 kcal'dir (Çizelge 4.32).

Çizelge 4.33'de gösterilen varyans analizi sonuçlarına göre yağ azaltılarak yağ ikamesi ilave edilen bisküvi örneklerinin enerji değerleri üzerinde, ikame maddeleri, ikame oranı faktörleri ile "*ikame maddeleri x ikame oranı*" interaksyonunun etkisinin istatistiki olarak ($p < 0.01$) düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.34'de verilen çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre yağ azaltılarak yağ ikamesi ilave edilen bisküvilerin enerji değerleri azalan sıralamayla; kazein, polidekstroz, β -glukan, gluten ve dirençli nişasta şeklinde sonuçlanmıştır. Polidekstroz ve β -glukan örnekleri arasında deskriptif olarak bir fark olmasına rağmen istatistiki olarak önemli bir fark ($p > 0.05$) bulunmamıştır. İkame oranındaki artışın enerji değerinde önemli düzeyde azalmaya sebep olduğu ve ikame oranlarındaki bu azalmanın istatistiki olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$).

Çizelge 4. 32. Bisküvi örneklerine ait bazı besinsel lif ve enerji değeri sonuçları¹

İkame maddeleri	İkame oranı	Besinsel lif (%)	Enerji ² (kcal)
β-glukan	% 0	4.32±0.30	454.94±0.69
	% 6	6.02±0.02	425.62±0.62
Polidekstroz	% 0	4.14±0.04	455.31±0.17
	% 6	4.03±0.03	426.75±0.23
Direnċli nişasta	% 0	4.15±0.06	455.28±0.21
	% 6	5.71±0.08	416.11±0.23
Kazein	% 0	4.13±0.03	455.32±0.16
	% 6	3.06±0.03	430.77±0.35
Gluten	% 0	4.19±0.11	455.20±0.33
	% 6	5.55±0.10	419.62±2.77
Minimum-Maksimum		3.06-6.02	416.11- 455.32
Ortalama		4.53	439.49

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. ²Değerler kurumadde üzerinden verilmiştir.

Çizelge 4. 33. Bisküvi örneklerine ait besinsel lif ve enerji değerlerinin varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Besinsel lif (%)		Enerji (kcal) ²	
		KT	F	KT	F
İkame maddeleri (A)	4	6.62	5.63**	137.37	40.40**
İkame oranı (B)	1	3.14	1.07**	4942.05	5814.03**
AXB	4	6.62	5.63**	137.07	40.31**
Hata	9		0.00		7.65

¹*p<0.05 düzeyinde önemli, **p<0.01 düzeyinde önemli, ns:önemsiz

Çizelge 4. 34. Bisküvi örneklerinin besinsel lif ve enerji değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Besinsel lif (%)	Enerji (kcal)
İkame maddeleri			
β-Glukan	4	5.13a	440.28b
Polidekstroz	4	4.09d	441.03b
Direnċli nişasta	4	4.90b	435.69d
Kazein	4	3.59e	443.04a
Gluten	4	4.82c	437.41c
İkame oranı			
0	10	4.11b	455.21a
6	10	4.90a	423.77b

¹Farklı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

4.3.12. Toplam fenolik madde miktarı

Yağ ikamesi yapılmış bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde içeriğinin 990.79-1168.78 µg GAE/g değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.35). Varyans analizi

sonucunda; toplam fenolik madde miktarı üzerinde, ikame maddeleri, ikame oranı faktörleri ile “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksiyonunun etkisi $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.36).

İkame maddeleri bakımından kıyaslandığında ise en düşük fenolik madde miktarı dirençli nişasta ilave edilen bisküvide ($990.79 \mu\text{g GAE/g}$), en yüksek fenolik madde miktarı ise gluten ilave edilen bisküvide ($1168.78 \mu\text{g GAE/g}$) tespit edilmiştir. Bunun sebebi olarak dirençli nişastanın fenolik madde miktarının düşük, glutenin fenolik madde miktarının yüksek olması gösterilebilmektedir. Toplam fenolik madde miktarlarının sırasıyla yağ ikamelerinden; gluten, kazein, polidekstroz, β -glukan ve dirençli nişasta ilaveli örneklerde arttığı bulunmuştur. Bu örneklerin arasında istatistiki olarak önemli farklar ($p<0.05$) bulunmuştur. Bisküvilerin toplam fenolik madde miktarları ikame oranları açısından kıyaslandığında; ikame oranlarındaki artışın fenolik madde içeriklerinde de artışa sebep olduğu görülmüştür. İkame oranları arasında da istatistiksel anlamda önemli farklar ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.37).

4.3.13. Antioksidan aktivite

Bisküvi örneklerinin antioksidan aktivite sonuçlarının ortalaması %5.39 olarak belirlenmiştir. Antioksidan aktivite değerleri %4.69 ve 7.50 arasında değişmektedir (Çizelge 4.35). Bisküvilerin varyans analizi sonucunda; antioksidan aktivite üzerinde, ikame maddeleri, ikame oranı faktörleri ile “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksiyonunun etkisi $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.36).

Çizelge 4.37’de verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; antioksidan aktivite değeri en yüksek olan bisküvi örneklerinin β -glukan ve gluten ilave edilmiş örnekler olduğu bulunmuştur. Bu örnekler arasında deskriptif farklılıklar olmasına rağmen, istatistiki olarak önemli bir fark ($p>0.05$) bulunmamıştır. İkame oranları değerlendirildiğinde ise; bisküvilerin antioksidan değerlerinin ilave edilen ikame oranları ile arasında doğru orantı bulunmaktadır. İkame oranları arttıkça bisküvilerin antioksidan aktivite değerleri artmaktadır. İkame oranları arasında istatistiki olarak önemli bir fark ($p<0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4. 35. Bisküvilere ait toplam fenolik madde miktarı, antioksidan madde ve karbonhidrat sonuçları¹

İkame maddeleri	İkame oranı	TFMM (µg GAE/g)	Antioksidan aktivite (%)
β-glukan	% 0	993.76±1.38	4.75±0.03
	% 4	1013.20±2.44	5.16±0.16
	% 6	1042.38±6.91	5.66±0.04
	% 8	1081.27±3.31	7.50±0.10
Polidekstroz	% 0	992.48±1.48	4.69±0.03
	% 4	1003.48±4.65	4.87±0.07
	% 6	1071.55±6.20	4.95±0.03
	% 8	1110.44±2.13	5.04±0.06
Dirençli nişasta	% 0	994.36±2.23	4.73±0.04
	% 4	990.79±5.18	4.95±0.04
	% 6	993.32±4.40	5.04±0.08
	% 8	997.36±3.61	5.94±0.16
Kazein	% 0	993.79±1.65	4.70±0.04
	% 4	1042.38±1.41	4.92±0.10
	% 6	1071.55±5.14	5.66±0.13
	% 8	1139.61±5.83	6.32±0.08
Gluten	% 0	992.13±1.70	4.78±0.10
	% 4	1032.65±2.65	5.34±0.08
	% 6	1071.55±2.03	5.98±0.04
	% 8	1168.78±4.77	6.79±0.08
Minimum-Maksimum		990.79-1168.78	4.69-7.50
Ortalama		1039.84	5.39

¹Sonuçlar iki tekrerrün ortalamasıdır.

Çizelge 4. 36. Bisküvilere ait bazı değerlerin varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	TFMM (µg GAE/g)		Antioksidan aktivite (%)	
		KT	F	KT	F
İkame maddeleri (A)	4	26885.93	2104.43**	4.45	420.76**
İkame oranı (B)	3	63736.39	6651.74**	14.18	1788.01**
AXB	12	20575.80	536.84**	4.24	133.54**
Hata	19		60.69		0.05

¹*p<0.05 düzeyinde önemli, **p<0.01 düzeyinde önemli, ns:önemsiz

Çizelge 4. 37. Bisküvilere ait bazı analizlerin çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	N	TFMM ² (µg GAE/g)	Antioksidan aktivite (%)
İkame maddeleri			
β-glukan	8	1032.65d	5.77a
Polidekstroz	8	1044.49c	4.89d
Dirençli nişasta	8	993.96e	5.16c
Kazein	8	1061.83b	5.40b
Gluten	8	1066.28a	5.72a
İkame oranı			
0	10	993.30d	4.73d
4	10	1016.50c	5.05c
6	10	1050.07b	5.46b
8	10	1099.49a	6.32a

¹Farklı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

²TFMM: Toplam fenolik madde miktarı

4.3.14. Mineral madde analizleri

Bisküvi örneklerine ait mineral madde değerleri şahit numunelerde ve %4, 8 ikame oranlı bisküvilerde incelenmiştir. Tespit edilen mineral madde değerleri Çizelge 4.38'de. Mineral madde değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.39 ve mineral madde değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.40'da verilmiştir.

Bisküvi örneklerine ait kalsiyum değerlerinin 31.62-113.83 mg/100g arasında değiştiği ve ortalama kalsiyum içeriğinin 41.32 mg/100g olduğu tespit edilmiştir. (Çizelge 4.38).

Varyans analizi sonuçlarına göre bisküvilerin kalsiyum değeri incelendiğinde; ikame maddeleri, ikame oranı ve "*ikame maddeleri x ikame oranı*" interaksiyonları etkisinin $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Bisküvi örneklerinin kalsiyum miktarlarına ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde en yüksek kalsiyum içeriğinin kazein ilaveli bisküvi örneklerinde görüldüğü bildirilmiştir. İkame oranı arttıkça bisküvilerin kalsiyum içeriği artmaktadır (Çizelge 4.40). Beğen (2012), bisküvinin şortening miktarı üzerine yaptığı bir çalışmada, formülasyonda azalan şortening oranına bağlı olarak bisküvi örneklerinin Ca miktarında bir artış olduğunu bildirmiştir.

Bisküvi örneklerinin magnezyum içerikleri 19.88-25.71 mg/100g arasında değişmekte olup ortalama 21.10 mg/100g'dır (Çizelge 4.38).

Çizelge 4.39'da verilen bisküvilerin magnezyum içeriğine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde; ikame maddeleri, ikame oranı ve "*ikame maddeleri x ikame oranı*" interaksiyonları bakımından $p < 0.01$ düzeyinde önemli fark olduğu görülmüştür.

Bisküvi örneklerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde en yüksek magnezyum içeriği β -glukan ilaveli bisküvi örneklerinde görülmüştür. Bunu sırasıyla gluten, dirençli nişasta ve polidekstroz ilaveli bisküviler izlemiştir (Çizelge 4.40). Beğen (2012), bisküvilerin mineral miktarı ve kimyasal özellikleri üzerine yaptığı bir çalışmada, bisküvi örneklerinin Mg değerlerinin 13.04 mg/100g ile 23.35 mg/100g arasında değişim gösterdiğini ve ortalamalarının 18.63 ± 3.37 mg/100g olduğunu bildirmiştir. Bisküvi örneklerinin Mg miktarlarının azalan şortening oranına bağlı olarak oransal bir artış gösterdiğini de rapor etmiştir. Çalışmanın sonucunda %45 şortening ilaveli bisküvi örneklerinin Mg miktarını 17.08 mg/100g olarak, % 35 şortening ilaveli bisküvi örneklerinin Mg miktarını ise 20.20 mg/100g olarak rapor etmiştir.

Bisküvi örneklerinin demir içeriği incelendiği zaman, en düşük demir içeriği şahit numunelerde görülürken, en yüksek demir içeriği polidekstroz ilaveli bisküvi örneklerinde görülmüştür. Diğer ikame maddelerinin demir içerikleri bu değerler arasında değişmektedir. Ortalama demir içerikleri 1.97 mg/100g olarak bulunmuştur.

Demir mineraline ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde; ikame maddeleri, ikame oranı ve “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksyonları bakımından $p < 0.01$ düzeyinde önemli fark olduğu görülmüştür (Çizelge 4.39).

Çizelge 4.40’da verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, en yüksek demir içeriği polidekstroz ilaveli bisküvi örneklerinde tespit edilmiş ve bunu sırasıyla gluten, dirençli nişasta ve kazein ilave edilmiş bisküviler takip etmiştir. Demir içeriğinin ikame oranları arttıkça arttığı görülmüştür. Beğen (2012), yaptığı bir çalışmada şortening ilavesindeki azalmanın Fe miktarında artmaya neden olduğunu rapor etmiştir. Bu çalışmada bulunan sonuçlarda literatürde yer alan bu bilgi ile örtüşmektedir.

Bisküvi örneklerinin çinko içerikleri incelenmiş ve 0.70-1.21 mg/100g aralığında bulunmuştur. Ortalama olarak bisküvi örneklerinin çinko içeriği 0.84 mg/100g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.38).

Bisküvi örneklerinin çinko içeriğine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde; ikame maddeleri, ikame oranı ve “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksyonları bakımından $p < 0.01$ düzeyinde önemli fark olduğu görülmüştür (Çizelge 4.39).

Bisküvi örnekleri arasında en yüksek çinko içeriği çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre gluten ilaveli örneklerde bulunmuştur. Polidekstroz, dirençli nişasta ve kazein ilaveli bisküvi örneklerinin arasında istatistiki olarak önemli bir fark ($p > 0.05$) bulunmamıştır. İkame oranları arttıkça bisküvilerin çinko içeriğide artmaktadır. Beğen (2012), bisküvilerin şortening oranındaki ve lif içeriğindeki değişikliğin bisküvi kalitesine etkisi ile ilgili yaptığı bir çalışmanın sonucunda, şortening oranındaki azalmanın bisküvilerin Zn miktarında artmaya neden olduğunu rapor etmiştir.

Bisküvi örneklerinin potasyum içeriği incelendiğinde değerler 90.06-145.70 mg/100g arasında bulunmuştur (Çizelge 4.38). Varyans analizi sonuçlarına göre potasyum içeren bisküvilerin, ikame maddeleri ve ikame oranı faktörlerinin “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksyonları etkisinin $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.39).

Kazein ilaveli bisküvi örnekleri en yüksek potasyum içeriğine sahip iken bunu sırasıyla β -glukan, gluten ve dirençli nişasta ilaveli bisküvilerin izlediği görülmüştür

(Çizelge 4.40). Gluten ve dirençli nişasta ilaveli bisküvilerin arasında deskriptif farklılıklar olmasına rağmen, aralarında istatistiki olarak önemli bir fark ($p>0.05$) bulunmamıştır. Beğen (2012), bisküviler ile ilgili yaptığı bir çalışmanın sonucunda, formülasyonda şortening ilavesi % 45 olduğunda K miktarının 125.26 mg/100g iken, % 35 olduğunda 136.11 mg/100g olarak artış gösterdiğini bildirmektedir.

Yağ ikame maddesi ilave edilmiş bisküvi örneklerinin ortalama fosfor içeriği 255.51 mg/100g olarak bulunmuştur. Bisküvilerin fosfor içerikleri 242.66-313.23 mg/100g arasında değişmektedir (Çizelge 4.38).

Bisküvi örnekleri mineral madde değerlerine ait varyans analizi fosfor içeriği bakımından incelendiğinde; ikame maddeleri, ikame oranları faktörlerinin “*ikame maddeleri x ikame oranı*” interaksyonu etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Örnekler arasında istatistiki olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli bir fark görülmüştür. Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre en yüksek fosfor içeriği dirençli nişasta ilaveli örneklerde (278.14 mg/100g) bulunmuştur.

Çizelge 4. 38. Bisküvi örneklerine ait mineral madde miktarları (mg/100g)¹

İkame maddeleri	İkame oranı	Ca	Mg	Fe	Zn	K	P
β-glukan	% 0	31.62±0.31	19.99±0.41	1.80±0.00	0.70±0.01	106.14±1.19	242.98±1.67
	% 4	33.15±0.37	22.92±0.45	1.97±0.02	0.92±0.03	122.38±1.67	251.97±1.80
	% 8	34.74±0.53	25.71±0.30	2.14±0.04	1.01±0.02	129.35±2.05	258.50±2.27
Polidekstroz	% 0	31.86±0.63	20.09±0.53	1.83±0.02	0.74±0.05	106.32±1.42	242.86±1.49
	% 4	32.03±0.57	20.00±0.42	2.11±0.05	0.80±0.03	93.96±1.32	243.65±1.42
	% 8	32.04±0.28	20.73±0.46	2.35±0.02	0.79±0.01	90.06±0.97	244.49±1.42
Dirençli nişasta	% 0	31.81±0.55	19.88±0.25	1.87±0.06	0.73±0.02	106.23±1.31	242.66±1.19
	% 4	32.76±0.37	20.13±0.34	1.88±0.02	0.78±0.07	95.83±1.67	278.51±2.61
	% 8	33.77±0.28	20.83±0.28	1.94±0.06	0.77±0.04	94.61±1.34	313.23±2.45
Kazein	% 0	31.81±0.54	19.89±0.24	1.81±0.00	0.74±0.02	106.37±1.49	242.67±1.20
	% 4	79.67±0.37	20.42±0.45	1.89±0.05	0.75±0.01	127.63±2.03	251.62±2.16
	% 8	11.83±0.33	21.56±0.37	1.93±0.05	0.78±0.02	145.70±2.13	279.98±2.23
Gluten	% 0	31.68±0.40	19.91±0.26	1.82±0.03	0.73±0.02	106.32±1.42	242.95±1.62
	% 4	33.61±0.49	21.74±0.34	2.01±0.03	1.10±0.00	95.43±1.03	246.76±2.65
	% 8	35.39±0.37	22.69±0.40	2.20±0.03	1.21±0.01	95.48±1.67	249.74±2.51
Minimum-Maksimum		31.62-113.83	19.88-25.71	1.80-2.35	0.70-1.21	90.06-145.70	242.66-313.23
Ortalama		41.32	21.10	1.97	0.84	108.12	255.51

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4. 39. Bisküvi örneklerinin mineral madde değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Ca		Mg		Fe		Zn		K		P	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
İkame maddeleri (A)	4	8567.91	160202**	29.14	926.43**	0.19	137.74**	0.30	250.89**	4564.4	9074.98**	4555.51	4217.65**
İkame oranı (B)	2	1669.41	62428.88**	27.68	1760.30**	0.40	582.46**	0.18	292.74**	130.73	519.82**	3489.64	6461.67**
AXB	8	5147.79	48126.5**	17.54	278.82**	0.14	50.53**	0.18	75.97**	2595.81	2580.47**	3300.14	1527.70**
Hata	14	0.19		0.11		0.00		0.00		1.76		3.78	

¹p<0.05 düzeyinde önemli, **p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Çizelge 4. 40. Bisküvi örneklerinin mineral madde miktarına ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	n	Ca	Mg	Fe	Zn	K	P
İkame maddeleri							
β-glukan	6	33.17c	22.87a	1.97c	0.88b	119.29b	251.15c
Polidekstroz	6	31.99e	20.27d	2.10a	0.78c	96.78d	243.67e
Dirençli nişasta	6	32.78d	20.28d	1.90d	0.76c	98.89c	278.14a
Kazein	6	75.10a	20.62c	1.89d	0.76c	126.57a	258.09b
Gluten	6	33.56b	21.44b	2.01b	1.02a	99.08c	246.49d
İkame oranı							
0	10	31.76c	19.95c	1.83c	0.73c	106.28c	242.83c
4	10	42.24b	21.04b	1.97b	0.87b	107.05b	254.50b
8	10	49.96a	22.30a	2.11a	0.91a	111.04a	269.19a

¹Farklı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

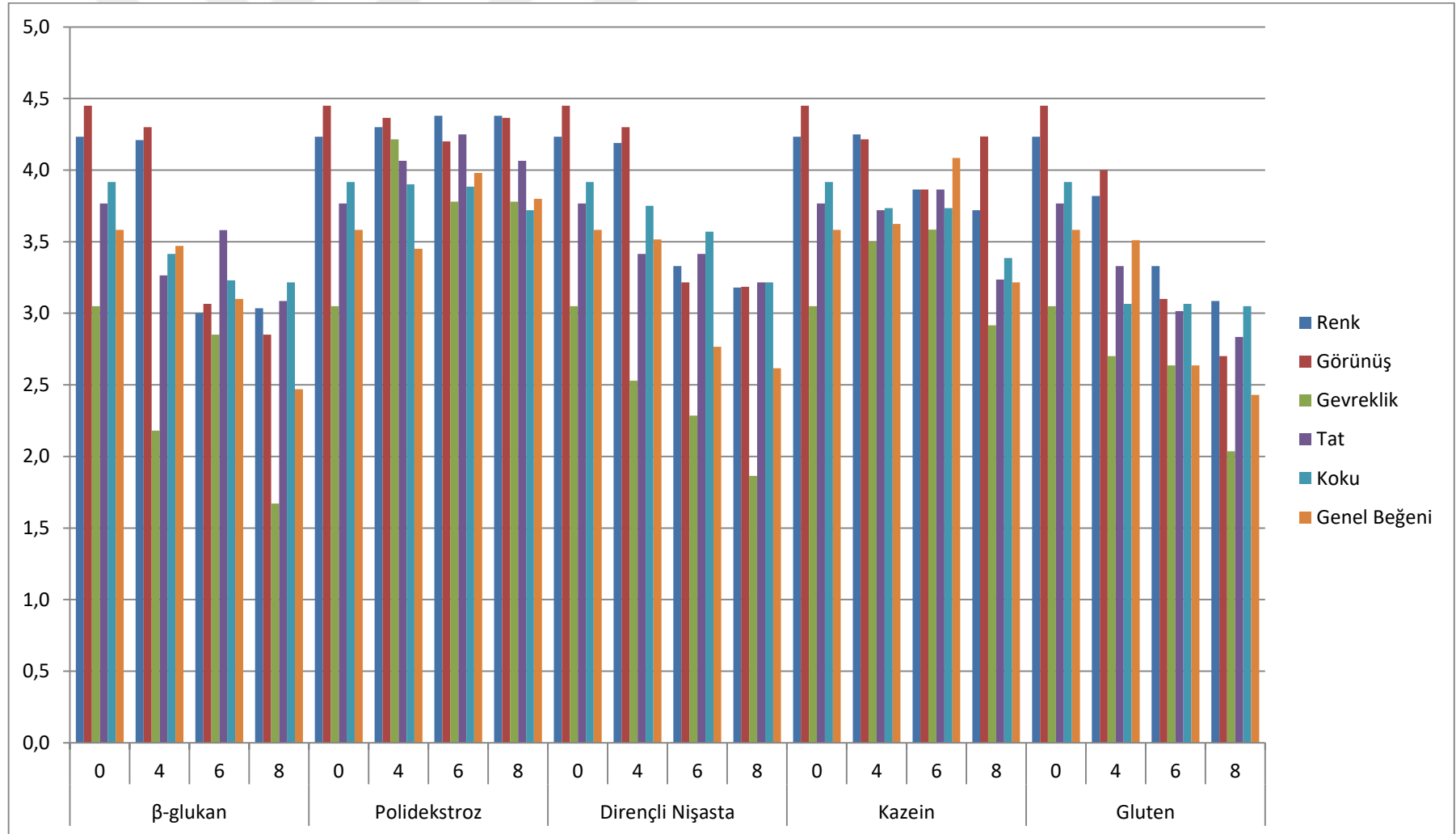
4.3.15. Duyusal analizler

Duyusal analizler, β -glukan, polidekstroz, dirençli nişasta, kazein ve gluten ilaveli bisküvi örneklerinde gerçekleştirilmiştir. Bisküvi örneklerine ait duyusal analiz sonuçları Şekil 4.2’de verilmiştir.

Bisküvi örneklerinin 1-5 puan arasında değerlendirmeye tabi tutulan ortalama organoleptik değerlerinden; renk değerleri 3.00-4.38, görünüş değerleri 2.70-4.45, gevreklik 1.67-4.22, tat 2.84-4.25, koku 3.05-3.92 ve genel beğeni skorları 2.43-4.09 arasında tespit edilmiştir. Tüm örneklerin duyusal parametrelerde ortalama puanları, renk değerlerinde 3.86, görünüş değerlerinde 3.79, gevreklik değerlerinde 2.89, tat değerlerinde 3.56, koku değerlerinde, 3.58 ve genel beğeni değerlerinde ise 3.33 olarak bulunmuştur (Şekil 4.2).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, renk, görünüş, gevreklik, tat, koku ve genel beğeni olmak üzere bütün parametrelerde en yüksek değer polidekstroz ilaveli bisküvilerde tespit edilmiştir. Bütün parametrelerde polidekstrozdan sonra en yüksek değer kazein ilaveli bisküvi örneklerinde tespit edilmiştir. Bisküvilerin genel beğenileri değerlendirildiğinde dirençli nişasta, gluten ve β -glukan ilaveli bisküvi örneklerinde deskriptif farklılıklar olmasına rağmen aralarında istatistiki olarak önemli bir fark ($p>0.05$) bulunmamıştır (Şekil 4.2) .

İkame oranlarına bakıldığında gevreklik ve renk dışındaki parametrelerde % 8 ikame oranı en düşük değerlere sahip iken renk, gevreklik ve genel beğeni parametrelerinde %0 ve %4 ikame oranındaki örneklerde en yüksek değerler görülmüş ve bu değerler arasında istatistiki olarak önemli bir fark ($p>0.05$) bulunmamıştır.



Şekil 4. 2. Bisküvi örneklerine ait duysal analiz sonuçları

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, ilk deneme planı olarak formülasyondaki un miktarını %0-15-30-45 oranında azaltarak sırayla farklı oranlarda (0-4-6-8) β -glukan, polidekstroz, dirençli nişasta, bezelye lifi ve havuç lifi ilave edilmiştir. İkinci deneme planı olarak ise formülasyondaki yağ miktarını %0-15-30-45 oranında azaltarak sırayla farklı oranlarda (0-4-6-8) β -glukan, polidekstroz, dirençli nişasta, kazein ve gluten ilave edilmiştir ve elde edilen bütün sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Hammaddelerde yapılan renk analizi sonuçlarına bakıldığında ikame maddeleri arasında ($p < 0.05$) önemli bir fark görülmektedir. Hammaddeler arasında en yüksek L^* değerini dirençli nişasta ve polidekstroz, en yüksek a^* değerini β -glukan ve havuç lifi, en yüksek b^* değerini ise gluten ve havuç lifi vermektedir.

Hammaddelerin kimyasal analiz sonuçları değerlendirildiğinde ise dirençli nişasta, un ve havuç lifi en yüksek nem değerine sahip hammaddeler olarak bulunmuştur. Kazein, dirençli nişasta ve havuç lifinin kül miktarları da diğerlerine oranla yüksek bulunmuştur. Glutenin ve kazeinin protein oranı diğerlerine oranla ile yüksek bulunurken, bunu sırayla bezelye lifi ve β -glukan takip etmektedir. β -glukan en yüksek yağ oranına sahip hammadde olarak bulunmuştur.

Hammaddeler mineral madde bakımından kıyaslandığında kül miktarı en yüksek olan kazein yine Ca ve K bakımından da en yüksek değerlere sahiptir. Kül oranı yüksek olan havuç lifi de mineral madde bakımından yüksek değerlere sahip bulunmuştur.

Bisküvilerin L^* değerleri ikame oranları arttıkça azalmaktayken, a^* ve b^* değerleri ve buna bağlı olarak SI değerleri ikame oranı artışında artış göstermektedir.

Hem unu azaltılmış hemde yağı azaltılmış bisküvilerde polidekstroz ilaveli bisküvilerin a^* , b^* ve SI değerleri yüksek bulunmuş fakat L^* değeri düşük bulunmuştur. Fiziksel özellikleri incelenen bisküvilerde besinsel lif oranı arttıkça çapta azalma, kalınlıkta artma, yayılma oranında azalma ve sertlik değerlerinde artma görülmüştür.

Öncelikle dirençli nişasta ve ardından havuç lifi içeren bisküvilerde su aktivitesi, nem, kül değerleri yüksek bulunurken, polidekstroz içeren ürünlerde en düşük değerler görülmektedir. Protein ve yağ bakımından β -glukan ve bezelye lifi yüksek değerlere sahip bulunmuştur. Ununu azalttığımız bisküvilerde ikame ettiğimiz maddelerden gelen protein miktarı un miktarından kaybettiğimiz protein miktarını karşılamadığından,

ikame oranı arttıkça bisküvilerdeki protein miktarlarında azalma görülmüştür. Yağı azaltılan bisküvilerde ise bu durumun tersi bulunmuştur.

Çalışmada yapılan her iki deneme planında da ikame oranları arttıkça kül miktarı artmaktadır. Unu azaltılmış bisküvilerde mineral madde miktarları ikame oranı artışına bağlı olarak azalmakta iken yağı azalmış bisküvilerde artmaktadır.

Toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivite ve karbonhidrat değerlerinin unu azaltılan bisküvilerde ikame oranına bağlı olarak azaldığı görülmekte iken, yağı azaltılan bisküvilerde arttığı görülmektedir.

Duyusal analiz sonuçları ise her iki deneme planı için de göz önünde bulundurulduğunda, bütün parametrelerin değerlendirilmesi ile en beğenilen bisküvi çeşidinin polidekstroz ilaveli bisküvi olduğu sonucuna varılmıştır. Bununla beraber duyusal analiz sonucunda her iki deneme planında da % 0 ve 4 ikame oranlarındaki bazı parametreler aynı bazılarında birbirine yakın bulunmuştur bu nedenle %4 ikame oranlarında duyusal anlamda uygun bulunmuştur.

Çalışmanın sonuç ve öneri kısmı toparlanacak olursa, polidekstroz ilaveli bisküvi genel anlamda beğenilmiştir ve üretime uygun bulunmuştur. Bununla beraber %4 oranında diğer ikame maddeleri kullanımının şahit numuneye yakın sonuçlar verdiği ve bu örneklerin geliştirilebileceği belirlenmiştir.

Havuç lifi ilaveli bisküvide ise kimyasal ve besinsel açıdan olumlu sonuçlar alınırken, lif oranının artırılması ile örneğin duyusal açıdan gevrekliğinin düşük ve yapısının istenenden sert olması gibi olumsuz sonuçlar elde edilmiştir.

6. KAYNAKLAR

- Acun, S., 2011, Şarap işletmeleri atığı olan üzüm posasının ve üzüm çekirdeğinin bisküvi kalitesi üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta, 1-13.
- Akoh C., 1998, Fat replacers, *Journal of Food Technology*, 52(3), 47-52.
- Aksoy, M., 2000, Beslenme Biyokimyası, *Hatiboğlu Yayınevi*, Ankara, 493-494.
- Aksoylu, Z., 2012, Bisküvinin fonksiyonel özellik taşıyan bazı bitkisel ürünlerce zenginleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Manisa.
- Aktaş, E., 2011, Zenginleştirilmiş unlardan farklı koşullarda üretilen bisküvilerin bazı b vitamini içeriklerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-14.
- Aktaş, K., 2012, Sütçülük yan ürünleri ve β glukan ilavesi ile eriştinin besinsel özelliklerinin artırılması üzerine bir araştırma, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Alexander, R. J., 1994, Carbohydrate used as fat replacer in Development in Carbohydrate Chemistry, ed. *RJ Alexander and HF Zobel, American Association of Cereal Chemistry, St. Paul, Minnosota, MN, USA*, 343-370.
- Aman, P. and Graham, H., 1987, Analysis of total and insoluble mixed – linked (1-3) (1-4) β -D- glucan in barley and oats, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 35, 704-709.
- Anderson, J. and Young, L., 1995, Dietary fiber, Food and Nutrition [Online], <http://www.ext.colostate.edu/pubs/foodnut/09333.html>
- Anderson, J. W., Randles, K. M., Kendall, C. W. and Jenkins, D. J., 2004, Carbohydrate and fiber recommendations for individuals with diabetes: a quantitative assessment and meta-analysis of the evidence, *Journal of the American College of Nutrition*, 23(1), 5-17.
- Anonim, 1996, United States Department of Food and Drug Administration, Department of Health and Human Services, Federal Register, Vol. 61(20), 21 CFR Part 172 (Docket 87F-0179), January 30, 3118-3173, Washington, D.C.
- Anonim, 1998, Mayo Clinic Health Letter, New guidelines mean more Americans are “overweight, 16 (9): 4.
- Anonim, 2012a, [online] <http://tr.wikipedia.org/wiki/Beta-glukan> [Ziyaret Tarihi: 22 Ağustos 2012].
- Anonim, 2012b, [online] <http://www.betaglucare.info/> [Ziyaret Tarihi: 8 Eylül 2012].

- Anonim, 2016, Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. www.tuik.gov.tr.
- Anonymous, 1988, "The Surgeon General's Report on Nutrition and Health. Publ. No. 88-50210. U.S. Govt. Print. Office, Washington, D.C.
- Anonymous, 1996, Dietary Guidelines for Healthy Americans. *Circulation* Vol. 94, pp. 1795-1800.
- Anonymous, 2004a, Active food scientific monitor, An Orafti Newsletter, Nr. 11:1-3, *Belgium*.
- Anonymous, 2004b, Fat Replacers: Food ingredients for healthy eating. <http://www.caloriecontrol.org/fatrepl.html>.
- Aravind, N., Sissons, M. J., Fellows, C. M., Blazek, J. and Gilbert, E. P., 2012, Effect of inulin soluble dietary fibre addition on technological, sensory, and structural properties of durum wheat spaghetti, *Food Chemistry*, 132(2), 993-1002.
- Artz, W. E., Warren, C. C., Mohring, A. E. and Villota, R., 1990, Incorporation of corn fiber into sugar snap cookies, *Cereal Chem*, 67(3), 303-305.
- Atasoy, A. F., ve Yetişmeyen, A., 2006, Serum Proteinlerinin Mikropartikülasyonu ve Gıda Teknolojisinde Kullanımı, *Türkiye 9. Gıda Kongresi Bildiri Kitabı*, 207-210, Bursa.
- Augustin, M.A., Sanguansri, P. and Htoon, A., 2008, Functional performance of a resistant starch ingredient modified using a microfluidiser, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 9: 224-231.
- Aydın, E., 2014, Balkabağı (*Cucurbita moschata*) unu katkısının bisküvinin antioksidan aktivite ve besinsel kalitesine etkileri, Doktora Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa, 13-21.
- Aydın, N., 2012, Keçiyoynuzu unu ilavesinin bisküvinin bazı kalite kriterlerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, 1-16.
- Bach, K. K., 2001, The nutritional significance of "dietary fibre" analysis, *Animal Feed Science and Technology*, 90(1-2), 3-20.
- Bajaj, M., Kaur, A. and Sidhu, J. S., 1991, Studies on the development of nutritious cookies utilizing sunflower kernels and wheat germ, *Plant Food for Human Nutrition*, 41, 381-387.
- Bart, C.A. and Schlimme, E., 1988, *Milk Proteins: Nutritional, Clinical, Functional and Technological Aspects*, Springer-Verlag, New York.
- Baysal, A., 1996, Beslenme, 6. Baskı, *Hatiboğlu Yayınevi*, pp 335-337, Ankara.

- Bean, M. M. and Setser, C. S., 1992, Polysaccharide, sugars, and sweeteners, *Food theory and applications*, 69-198.
- Beğen, F., 2012, Yüksek lif içerikli bisküvi üretiminde lüpen (*Lupinus albus L.*) kepeği kullanımı üzerine bir araştırma, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Bekers, M., Marauska, M., Laukevics, J., Grube, M., Vigants, A., Karklina, D. And Viesturs, U., 2001, Oats and fat-free milk based functional food product, *Food biotechnology*, 15(1), 1-12.
- Bijlani, R. L., 1985, Dietary fibre: consensus and controversy, *Progress in food & nutrition science*, 9(3-4), 343.
- Bilgiçli, N. ve Köksel, H., 2000, Sağlıklı beslenme açısından tahıl β -D-glukanlarına bakış, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Sayı:21.
- Bilgin, M., 2006, Bisküvi Sektör Profili, *İstanbul Ticaret Odası Dış Ticaret Şubesi, Uygulama Servisi*, İstanbul, 1-5.
- Block, G., 1994, Nutrient sources of provitamin A carotenoids in the American diet, *American journal of epidemiology*, 139(3), 290-293.
- Bode, C. E., Kissell, L. T., Heizer, H. K. and Marshall, B. D., 1964, Air classification of a soft and a hard wheat flour, *Cereal Science Today*, (9), 432-435.
- Boulter, D., 1983, Regulation of storage protein synthesis and deposition in developing pea seeds. World crops: Production, utilization, description, *Food and Agriculture Organization of the United Nations*.
- Boyacıoğlu, D. ve Tezcan, C., 1996, Diyet lifinin sağlık ile ilişkisi ve lif kaynakları, *Gıda ve Teknoloji*, 1(1), 5-15.
- Brennan, C. S., Kuri, V. and Tudorica, C. M., 2004, Inulin-enriched pasta: Effects on textural properties and starch degradation, *Food Chemistry*, 86(2), 189-193.
- Brennan, C.S. and Tudorica, C.M., 2007, Fresh pasta quality as affected by enrichment of nonstarch polysaccharides, *Journal Of Food Science*, 72(9), 659-665.
- Brennan, C.S. ve L.J. Cleary. 2005, The potential use of cereal (1 \rightarrow 3,1 \rightarrow 4)- β -D-glucans as functional food ingredients, *Journal of Cereal Science*, Vol.42 (1): 1-13.
- Brooks, D., 2003, Polydextrose for Adding Fiber, *Dairy Foods*, 104(3); 52.
- Brooks, S. P., Mongeau, R., Deeks, J. R., Lampi, B. J. and Brassard, R., 2006, Dietary fibre in baby foods of major brands sold in Canada, *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(1), 59-66.

- Brown, S., 1993, Manufacture of cornhusker cheese with reduced fat content, *Journal of Cultural Dairy Products*, 24:23.
- Brownlee, I. A., 2011, The physiological roles of dietary fibre, *Food Hydrocolloids*, 25 238–250.
- Burdurlu, H. S., ve Karadeniz, F., 2003, Effect of storage on nonenzymatic browning of apple juice concentrates. *Food chemistry*, 80(1), 91-97.
- Burdurlu, S. ve Karadeniz, F., 2003, Gıdalarda diyet lifinin önemi, *Gıda Mühendisliği Dergisi* 7(15), 18-25.
- Buttriss, J. L. and Stokes, C. S., 2008, Dietary fibre and health: An overview, *Food and Nutrition Bulletin*, 33, 186-200.
- Campbell, G. M., Webb, C. and McKee, S. L., (Eds.), 1997, *Cereals: novel uses and processes*, Springer Science & Business Media.
- Campbell, L. A., Ketelsen, S. M. and Antenucci, R. N., 1994, Formulating oatmeal cookies with calorie-sparing ingredients, *Food technology (Chicago)*, 48(5), 98-105.
- Can, F., 2015, Portakal kabağı tozunun bisküvi hamuru ve bisküvi kalitesi üzerine etkilerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Malatya, 1-6.
- Cayot, P. H. and Lorient, D., 1998, *Structures et technofonctions des protéines du lait*, Arilait Recherches.
- Charalampopoulos, D., Wang, R., Pandiella, S. S. and Webb, C., 2002, Application of cereals and cereal components in functional foods: A review, *International Journal of Food Microbiology*, 79, 131-141.
- Cho, S. S. (Ed.), 2001, *Handbook of dietary fiber*, CRC Press.
- Chrysam, M.M., Erickson, D.R., Jackson, H.W., Leo, D.A., List, G.R., Norris, .F.A., Sleeter, R.T., Thomas, A.E., 1985. *Bailey's Endustrial Oil and Fat Products*, Kraft Inc. R&D., 2. 41-111.03.11.2010.
- Ciclitira, P. J., Ellis, H. J. and Lundin, K. E., 2005, Gluten-Free Diet—What Is Toxic?, *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, 19 (3), 359-371.
- Claughton, S. M. and Pearce, R. J., 1989, Protein enrichment of sugarsnap cookies sunflower protein isolate, *Journal of Food Science*, 54, 325-354.
- Cueto, H. T., Andersen, M. T., Bitz, C., Holst, J. J., Rehfeld, J. F., & Astrup, A., 2008, The effect of salatrim, a low-calorie modified triacylglycerol, on appetite and energy intake, *The American journal of clinical nutrition*, 87(5), 1163-1169.
- Çiftçi, S., 2018, *Yağı azaltılmış bisküvi üretimi* (Master's thesis, Uludağ Üniversitesi).

- Damjanovi, M. and Barton, M., 2008, Fat Intake and Cardiovascular Response, *Current hypertension reports*, 10(1), 25-31.
- Dashti, B., Al-Awadi, F., Khalafawi, M. S., Sawaya, W. and Al-Amiri, H., 2003, Soluble and insoluble dietary fibre in thirty-two Kuwaiti dishes, *Food chemistry*, 83(4), 557-561.
- Demirci, M., 2003, Beslenme, *Rebel Yayıncılık*, 286 s. Tekirdağ.
- Demirci, M., 2009, Beslenme Ders Kitabı, Namık Kemal Üniversitesi, *Ziraat Fakültesi Yayınları*, Tekirdağ.
- Demirçeken, F. G., 2011, Gluten Enteropatisi (Çölyak Hastalığı): Klasik Bir Öykü Ve Güncel Gelişmeler, *Güncel Gastroenteroloji*, 15 (1), 58-72.
- Demirel, H., 2017, Farklı turuncgillerden elde edilen albedoların bisküvi üretiminde kullanım imkanları, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 1-5.
- Dizezak, J., 1989, Fats, oils, and fat substitutes, *Food technology*, 43(7), 66-74.
- Doğan, İ. S. ve Küçüköner, E., 1999, Düşük yağ ve kalori içeren gıdaların hazırlanmasında yağ ikamelerinin rolü, *Gıda*, 24(6).
- Doğan, İ. S. ve Uğur, T., 2005, Van ve çevresinde yetiştirilen bazı buğdayların bisküvilik kalitesi üzerine bir araştırma, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 15 (2), 139-148.
- Doğan, İ. S., 1999, Tahıl İşleme Teknolojisi Ders Notları, *Y.Y.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü*.
- Dönmez, M., Cankurtaran, M., İlseven, S., Sancak, N., İpekçioğlu, P. ve Turan, A. R., 2010, Diyet lifleri ve insan sağlığı üzerine etkileri, *Ulusal Meslek Yüksekokulları Öğrenci Sempozyumu*, 21-22 Ekim, Düzce.
- Drake, M. A. and Swanson, B. G., 1995, Reduced-and low-fat cheese technology: a review, *Trends in Food Science & Technology*, 6(11), 366-369.
- Drake, M. A., Chen, X. Q., Gerard, P. D. and Gurkin, S. U., 1998, Composition and quality attributes of reduced-fat cheese as affected by lecithin type, *Journal of food science*, 63(6), 1018-1023.
- Dreher, M., Leveille, G. A., Auerbach, M., Callen, C., Klemann, L. and Jones, K., 1998, Nutrient Update Salatrim: A Triglyceride-Based Fat Replacer, *Nutrition Today*, 33(4), 164-170.

- Dreosti, I. E., 1993, Vitamins A, C, E and β -carotene as protective factors for some cancers, *Asia Pacific journal of clinical nutrition*, 2, 21-25.
- Drewnowski, A., Nordensten, K., and Dwyer, J., 1998, Replacing sugar and fat in cookies: impact on product quality and preference, *Food Quality and Preference*, 9(1-2), 13-20.
- Duman, B., 2016, Bisküvi sektöründe tüketici davranışlarını etkileyen faktörlerin analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Bahçeşehir Üniversitesi*, Bursa.
- Duran, T., 2017, Buğday kepeği ve şeker pancarı lifinin tarhana kalitesine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Aksaray.
- Dülger, D. ve Şahan, Y., 2011, Diyet lifin özellikleri ve sağlık üzerindeki etkileri, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2), 147-157.
- Eim, V. S., Simal, S., Rosselló, C. and Femenia, A., 2008, Effects of addition of carrot dietary fibre on the ripening process of a dry fermented sausage (sobrassada), *Meat science*, 80(2), 173-182.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z., 1995, Tahıl işleme teknolojisi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 718, Erzurum, 376.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z., 2002, Tahıl İşleme Teknolojisi *Atatürk Üniv Zir. Fak. Yayın.*, 718, 3765.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Kurt, A. ve Gökalp H., 1994, Gıda Bilimi ve Teknolojisi, Ders Kitabları Serisi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No: 53, Erzurum.
- Englyst, H. N., Kingman, S. M. and Cummings, J. H., 1992, Classification and measurement of nutritionally important starch fractions, *European Journal Clinical Nutrition*, 46, S33-S50.
- Englyst, H. N., Veenstra, J. and Hudson, G. J., 1996, Measurement of rapidly available glucose (RAG) in plant foods: a potential in vitro predictor of the glycaemic response, *British Journal of Nutrition*, 75, 327-337.
- Englyst, K. N., Englyst, H. N., Hudson, G. J., Cole, T. J. and Cummings, J. H., 1999, Rapidly available glucose in foods: an in vitro measurement that reflects the glycaemic response, *American Journal of Clinical Nutrition*, 69, 448-454.
- Ergün, K., 2012, Dondurularak kurutulmuş kivi püresi tozu kullanılarak hazırlanan keklerde pişirme yöntemi ve formülasyonun kalite kriterlerine etkisinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 7-28.
- Erinç, H. Y. ve Tekin, A. T. D., 2011, *Bitkisel artıklardan farklı boyutlarda lif üretimi ve düşük yağlı ürünlerde kullanımı* (Doctoral dissertation, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı).

- Ertem, D., 2014, Çölyak Hastalığı, *Klinik Tıp Pediatri Dergisi*, 9 (1), 1-10.
- FAO, 2008, Production year book, vol 55. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome
- Faridi, H., Gaines, C. S. and Strouts, B. L., 2000, Soft wheat products. In: K. Kulp ve J.G.Ponte (Editors), *Handbook of Cereal Science and Technology*, Marcel Dekker, USA, p. 575-614.
- FDA, Food and Drug Administration (U.S.), 2012, FDA Talk Paper, Changes Labeling Requirement for Olestra.
- Fendri, L. B., Chaari, F., Maaloul, M., Kallel, F., Abdelkafi, L., Chaabouni, S. E., ve Ghribi-Aydi, D., 2016, Wheat bread enrichment by pea and broad bean pods fibers: Effect on dough rheology and bread quality. *LWT*, 73, 584-591.
- Fernandez-Gines, J. M., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E., Sendra, E. and Perez-Alvarez, J. A., 2004, Lemon albedo as a new source of dietary fiber: Application to bologna sausages, *Meat science*, 67(1), 7-13.
- Figuerola, F., Hurtado, M. L., Estévez, A. M., Chiffelle, I., and Asenjo, F., 2005, Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment, *Food chemistry*, 91(3), 395-401.
- Flack, E., 1996, The role of emulsifiers in low-fat food products, *Handbook of fat replacers*, 213-234.
- Fox, P. F., and Mulvihill, D. M., 1982, Milk proteins: molecular, colloidal and functional properties. *Journal of Dairy Research*, 49(4), 679-693.
- Fox, P. F., McSweeney, P. L. and Paul, L. H., 1998, *Dairy chemistry and biochemistry* (No. 637 F6.), London: Blackie Academic & Professional.
- Fox, P.F., 1989, Proteolysis during cheese manufacture and ripening, *Journal of Dairy Science*, 72, 13791400.
- Fox, P.F., 1992, Advanced Dairy Chemistry, Volume 1, Proteins, *Elsevier Applied Science Publishers*, London.
- Fox, P.F., Kelly, A.L., 2004, Milk proteins: Technological aspects, Proceedings of International Dairy Symposium "Recent Developments in Dairy A.C., eds., eds., Isparta TURKEY.
- Francis, F. J., 1998, Colour analysis, In: Food Analysis, Nielsen SS (Ed.), *An Aspen Publishers*, Maryland, Gaithersnurg, USA, pp. 599-612.
- Fuentes-Zaragoza, E., Sanchez-Zapata, E., Sendra, E., Sayas, E., Navarro, C. and Fernandez-Lopez, J., 2011, Resistant starch as prebiotic, A review, *Starch/Stärke* 63, 406-415.

- Gibson, G. R. and Roberfroid, M. B., 1995, Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics, *Journal of Nutrition*, 125, 1401- 1412.
- Giménez, M. A., González, R. J., Wagner, J., Torres, R., Lobo, M. O. and Samman, N. C., 2013, Effect of extrusion conditions on physicochemical and sensorial properties of corn-broad beans (*Vicia faba*) spaghetti type pasta, *Food Chemistry*, 136, 538–545.
- Giritlioğlu, E., 2017, Kinoa (*Chenopodium quinoa willd.*) ve şeker otu (*Stevia rebaudiana bertonii*) kullanılarak yeni bisküvi ve kek formülleri geliştirme üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Osmaniye, 9-13.
- Gopalan C., Ramasastry B. V., Balasubramanian S.C., 1991 Nutritive value of Indian foods. National Institute of Nutrition, Hyderabad, p 47.
- Göncü, B., 2016. Süt endüstrisinde liflerin kullanım olanakları, *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 6, 2, 198-205.
- Gözükara, İ. Ö., 2013, Balkabağı tozunun fizikokimyasal ve sorpsiyon özellikleri üzerine kurutma metotlarının etkisi ve balkabağı tozunun kek üretiminde kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-18.
- Graham, E. R. B., McKenzie, H. A., and Murphy, W. H., 1970, *Milk Proteins: Chemistry and Molecular Biology*, Volume I, Academic press, New York.
- Greer, B., 1999, Dietary fiber, Agricultural Extension Service, <http://www.utextension.utk.edu/publications/spfiles/SP554.pdf>
- Grigelmo-Miguel, N., Gorinstein, S. and Martín-Belloso, O., 1999, Characterisation of peach dietary fibre concentrate as a food ingredient, *Food chemistry*, 65(2), 175-181.
- Guillon, F. And Champ, M., 2000, Structural and physical properties of dietary fibres and consequences of processing on human physiology, *Food Research International* 33:233-245.
- Gül, H., 2007, Mısır ve Buğday Kepeğinin Hamur ve Ekmek Nitelikleri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Gündoğdu, H., 1997, Bisküvi sanayisinde kullanılan unun özellikleri ve temin edilmesinde yaşanan problemler 2, *Un-Bulgur ve Bisküvi Sempozyumu*, Karaman, 195-196.

- Güven, M., Yasar, K., Karaca, O.B. and Hayaloğlu, A.A., 2005, The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture, *International Journal of Dairy Technology*, 58(3):180-184.
- Halaç, E., 2002, Gıda kalitesi ve gıda mevzuatı ile ilgili temel kavramlar ışığında Türk ve AB gıda mevzuatının karşılaştırılması, *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi* (4), 107-131.
- Hamzaçebi, Ö., 2017, Farklı Lif Kaynakları Kullanılan Keklerde Fizikokimyasal Özelliklerin Belirlenmesi Ve Olası Sinerjik Etki Varlığının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Hasjim, J., Ai Y. and Jane J., 2013, Novel Applications of Amylose-Lipid Complex as Resistant Starch Type 5, *Resistant Starch: Sources, Applications and Health Benefits*, Edited by Y. C. Shi and C. C. Maningat, pp 79-92.
- Heydari, S., Mortazavian, A.M., Ehsani, M.R. and Mohammadifar, M.A., 2011, Biochemical, microbiological and sensory characteristics of probiotic yogurt containing various prebiotic compounds, *Italian J. Food Sci.*, 23. 153–163.
- Hoojat, P. and Zabik, M. E., 1984, Sugar-snap cookies prepared with wheat-navy bean sesame seed flour blends, *Cereal Chemistry*, 61(1), 41-44.
- Hoseney, R.C., 1998, Principles of cereal science and technology. American Assoc. of Cereal Chem.Int. St. Paul, Minesota, USA. p. 275-305.
- Howarth, N. C., Saltzman, E. and Roberts, S. B., 2001, Dietary fiber and weight regulation, *Nutrition reviews*, 59(5), 129-139.
- Hudacko, R., Zhou, X. K. and Yantiss, R. K., 2013, Immunohistochemical Stains For Cd3 And Cd8 Do Not Improve Detection Of Gluten-Sensitive Enteropathy In Duodenal Biopsies, *Modern Pathology*, 26 (9), 1241.
- Hudson, C.A., Chiu, M.M. and Knuckles, B.E., 1992, Development and characteristics of high-fiber muffins with oat bran, rice bran or barley fiber fractions, *Cereal Foods World*, 37, 373–378.
- Huyghebaert, A., Dewettinck, K., and Greyt, W. D., 1996, Fat replacers. *Federation Internationale de Laiterie-International Dairy Federation*.
- Huyghebaert, A., Dewettinck, K., Greyt, W., 1996, *Fat Replacers*, Bulletin of the IDF, 317;10-15.
- İnkaya, A. N., 2008, Bisküvi üretiminde kestane kullanım olanaklarının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa, 4-11.
- Jacob, J., and Leelavathi, K., 2007, Effect of fat-type on cookie dough and cookie quality. *Journal of food Engineering*, 79(1), 299-305.

- Jalili, T., Wildman, R. E. C. and Medeiros, D. M. 2001, Dietary fiber and coronary heart disease, *Handbook of nutraceuticals and functional foods, USA*, 281-293.
- Jeltema, M. A., Zabık, M. E. and Thiel, L. J., 1983, Prediction of cookie quality from dietary fiber components, *Cereal Chemistry*, 60 (3), 227-230.
- Jiang, G. and Liu, Q., 2002, Characterization of residues from partially hydrolyzed potato and high amylose corn starches by pancreatic α -amylase, *Starch/Stärke* 54: 527-533.
- Jones, S. A., 1996, Issues in fat replacement, *Handbook of fat replacers*, CRC Press, 3-26.
- Kahlon, T.S., Chow, F.I., Hofer, J.L. and A.A. Betschart. 2001, Effect of wheat bran fiber and bran particle size on fat and fiber digestibility and gastrointestinal tract measurements in the rat, *Cereal Chemistry*, 78(4), 481-484.
- Kahraman, K. ve Köksel, H., 2006, Yüksek amilozlu nişastadan enzime dirençli nişasta üretimi ve karakterizasyonu, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs, Bolu.
- Karadeniz, D., 2007, Farklı besinsel lif kaynaklarının ve hidrokolloidlerden erişte üretiminde kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun.
- Karadeniz, F. ve Burdurlu, S., 2003, Gıdalarda diyet lifinin önemi, *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 7 (15), 18-25.
- Karaduman, Y., 2013, Seçilmiş yumuşak ekmeklik buğday hatlarında bisküvilik kalite özelliklerinin araştırılması, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Karaoğlu, M. M. ve Kotancılar, H.G., 2001, Tahıl ürünlerinin sağlığımız açısından önemi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32 (1), 101-108.
- Kaushik, R., Kumar, N., Sihag, M. K. and Ray, A., 2015, Isolation, Characterization Of Wheat Gluten And Its Regeneration Properties, *Journal Of Food Science And Technology*, 52 (9), 5930-5937.
- Kay, R. M., 1982, Dietary fiber, *Journal of lipid research*, 23(2), 221-242.
- Keenan, M. J., Zhou, J., Mccutcheon, K. L., Raggio, A. M., Bateman, H. G. and Todd, E., 2006, Effects of resistant starch, a non-digestible fermentable fiber, on reducing body fat, *Obesity*, 14, 1523-1534.
- Keser, O. ve Bilal, T., 2008, Beta glukanın hayvan beslemede bağışıklık sistemi ve performans üzerine etkisi, *Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 5(2), 107-119.
- Kılınççeker, O., Bezelye (*Pisum sativum L.*) Nişastasının Gıda Sanayiinde Kullanımı. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 8(1), 52-58.

- Kissell, L. T., Pomeranz, Y. and Yamazaki, W. T., 1971, Effects of flour lipids on cookie quality, *Cereal Chemistry*, 48, 655-662.
- Koca, N. ve Metin, M., 2002, Bazı yağ ikame maddelerinin yağı azaltılmış taze kaşar peynirinin nitelikleri üzerine etkileri, Doktora Tezi, *Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği*, İzmir.
- Koyuncu, K., Türker, S., Bilgiçli, N. and Ertaş, N., 2011, Effect of resistant starch and beta glucan on physical and sensory properties of noodle, *International Food Congress, Novel Approches in Food Industry, NAFI*, 26-29 Mayıs, İzmir.
- Köklü, G., 2007, Pandispanya yapımında bazı yüzey aktif maddelerin kek nitelikleri üzerindeki etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 1-12.
- Kökosmanlı, M. ve Keleş, F., 1996, Pektik maddeler ve sağlık üzerine etkileri, *Gıda Sanayi*, (44), 27-29.
- Köksel, H. ve Özboy, Ö., 1993, Besinsel liflerin insan sağlığındaki rolü, *Gıda Dergisi*, 18(5), 309-314.
- Kömürlü, O. Y. ve Koçak, C. T. D., 2005, Karbonhidrat Esaslı Yağ İkame Maddesi Kullanımının Yağsız Yoğurdun Kalitesi Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Anabilim Dalı*.
- Kucukoner, E., 1997, Effect of various commercial fat replacers on the physico-chemical properties and rheology of low fat Cheddar cheese, PhD thesis, *Mississippi State Universty*, MS.
- Kulp, K., 2000, Handbook Of Cereal Science And Technology, Revised And Expanded, Edition, *Crc Press*.
- Kurucu, 1987. Beslenme. Milli Eğitim Basımevi, 421 s.
- Kuyumcu, A., 2003, Yağ Yerine Geçen Maddeler: Amerikan Diyetisyenler Derneği'nin Geliştirilmiş Besin ve Beslenme Rehberi, (Eds: Yücecan S, Pekcan G, Nursal B, Besler T.) 1.Baskı, Acar Matbaacılık, 60-64.
- LaCourse, W. R., 2008, Carbohydrates and Other Electrochemically Active Compounds in Functional Foods, In *Methods of Analysis for Functional Foods and Nutraceuticals* (pp. 466-492), CRC Press.
- Laleg, K., Barron, C., Cordelle, S., Schlich, P. and Walrand, S., 2017, How the structure, nutritional and sensory attributes of pasta made from legume flour is affected by the proportion of legume protein, *LWT- Food Science and Technology*, 79, 471-478.
- Lambo, A. M., Öste, R. and Nyman, M. E. L., 2005, Dietary fibre in fermented oat and barley β -glucan rich concentrates, *Food Chemistry*, 89(2), 283-293.

- Lario, Y., Sendra, E., Garcia- Perez, J., Fuentes, C., Sayas-Barbera, E., Fernandez_Lopez, J. and Perez-Alvarez, J.A., 2004, Preparation of high dietary fiber powder from lemon juice by-products, *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 5 :113-117.
- Lazaridou, A. and Biliaderis, C.G., 2007, Molecular aspects of cereal β -glucan functionality: Physical properties, technological applications and physiological effects, *Journal of Cereal Science*, 46, 101–118.
- Lazaridou, A., Biliaderis C.G. and Izydorczyk, M.S., 2003, Molecular size effects on rheological properties of oat beta-glucans in solution and gels, *Food Hydrocolloids*, Vol.17 (5): 693-712.
- Lee, S. and Inglett, G.E., 2006, Rheological and physical evaluation of jet-cooked oat bran in low calorie cookies. *International Journal of Food Science and Technology*, Vol.41 (5): 553-559.
- Lee, S., Inglett, G. E., Palmquist, D. and Warner, K., 2009, Flavor and texture attributes of foods containing β -glucan-rich hydrocolloids from oats, *LWT-Food Science and Technology*, 42(1), 350-357.
- Lesk, A. M., 2001, *Introduction to protein architecture: the structural biology of proteins*, Oxford: Oxford University Press.
- Leveille, G.A., 1975, The importance of dietary fiber in food, *The Bakers Digest*, 49, 2, 34.
- Liu, R. and Xu, G., 2008, Effects of resistant starch on colonic preneoplastic aberrant crypt foci in rats, *Food and Chemical Toxicology*, 46, 2672-2679.
- Logan, A.C., 2006, Dietary fiber, mood, and behavior, *Nutrition*, 22: 213-214.
- López-Fandiño, R., 2006, High pressure-induced changes in milk proteins and possible applications in dairy technology, *International Dairy Journal*, 16(10), 1119-1131.
- Lyly, M., 2006, Added β -glucan as a source of fiber for consumers, *Julkaisija-Utgivare-Publication*, 96, Vuorimiehentie, Finland.
- Lyly, M., Salmenkallio-Marttila, M., Suortti, T., Autio, K., Poutanen, K. and Lähteenmäki, L., 2003, Influence of oat β -glucan preparations on the perception of mouthfeel and on rheological properties in beverage prototypes, *Cereal Chemistry*, 80(5), 536-541.
- Maache-Rezzoug, Z., Bouvier, J. M., Allaf, K. and Patras, C., 1998, Effect of principal ingredients on rheological behaviour of biscuit dough and on quality of biscuits. *Journal of Food Engineering*, 35(1), 23-42.

- Maache-Rezzoug, Z., Bouvier, J. M., Allaf, K. and Patras, C., 1998, Effect of principal ingredients on rheological behaviour of biscuit dough and on quality of biscuits, *Journal of Food Engineering*, 35(1), 23-42.
- Madenci, A. B. ve Türker, S., 2011, Helal bakış açısıyla bazı bisküvi formülasyonlarının incelenmesi, *1. Ulusal Helâl ve Sağlıklı Gıda Kongresi*, 19-20.
- Manley, D. J. R., 2000, Technology of Biscuits, *Crackers and Cookies*, Third Edition, 1-3, 151-182.
- Manley, D., 2011, Manley's technology of biscuits, crackers and cookies, *Elsevier*.
- Manley, D.J.R., 1991, Technology of Biscuits, Crackers and Cookies, *Ellis Harwood Lt. Press*, England, 1-476.
- Matz, S.A., Matz, T.D., 1978, *Cookie and cracker technology* (No. Ed. 2), AVI Publishing Company, Inc., pp:3-56.
- McKenzie, H.A., 1971, *Milk Proteins: Chemistry and Molecular Biology*, Volume II, Academic press, New York
- McSweeney, P. L. and Fox, P. F. (Eds.), 2003, *Advanced dairy chemistry* (Vol. 1), Kluwer Academic/Plenum, New York.
- McWatters, K. H., Ouedraogo, J. B., Resurreccion, V. A., Hung, Y. C. and Phillips, R. D., 2003, Physical and sensory characteristics of sugar cookies containing a mixture of fonio (*Digitaria exilis*) and cowpea (*Vigna unguiculata*) flours, *International Journal of Food Science and Technology*, 38, 403-410.
- Meral, R. ve Doğan, İ. S., 2009, Fonksiyonel Öneme Sahip Doğal Bileşenlerin Unlu Mamullerin Üretiminde Kullanımı, *Gıda*, 34 (3), 193-198.
- Meuser, F., Brümmer, J. M. and Seibel, W., 1994, Bread varieties in central Europe, *Cereal Food World*, 39(4), 222-230.
- Mikulíková, D., Masár, S. and Kraic, J., 2008, Biodiversity of legume health-promoting starch, *Starch*, 60, 426-432.
- Mikušová, L., Šturdík, E., Mošovská, S., Brindzová, L. and Mikulajová, A., 2009, Development of new bakery products with high dietary fibre content and antioxidant activity for obesity prevention, *In Proceedings of 4th international dietary fibre conference*, p. 185.
- Mildner-Szkudlarz, S., Bajerska, J., Zawirska-Wojtasiaka, R., Góreckac, D., 2013, White grape pomace as a source of dietary fibre and polyphenols and its effect on physical and nutraceutical characteristics of wheat biscuits. *Journal of Science and Food Agriculture*, 93: 389-395.

- Morita, T., Ito, Y., Brown, I. L., Ando, R. and Kiriyama, S., 2007, In vitro and in vivo digestibility of native maize starch granules varying in amylose contents, *Journal of AOAC International*, 90, 1628-1634.
- Murphy, M.M., Douglass, J.S. and Birkett, A., 2008, Resistant starch intakes in the United States, *Journal of American Diet Association*, 108: 67-78.
- Nas, S., Gökalp H.Y. ve Ünsal. M., 1998, Bitkisel Yağ Teknolojisi, *Pamukkale Üniversitesi Yayınları*, 5.
- Nassar, A.G., Abdel-Hamied, A.A. and El-Naggar, E.A., 2008, Effect of citrus by-products flour incorporation on chemical, rheological and organoleptic characteristics of biscuits, *World Journal of Agricultural Sciences*, 4 (5), 612-616.
- Ney K. H., 1988, Sensogramme, Eine Methodische Erweiterung der Aomagramme 88(1):19.
- Noğay, O., 2014, Farklı yöntemlerle elde edilen nar çekirdek tozlarının muffin kek kalite özelliklerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, 1-12.
- O'Brien, C. M., Chapman, D., Neville, D. P., Keogh, M. K. and Arendt, E. K., 2003, Effect of varying the microencapsulation process on the functionality of hydrogenated vegetable fat in shortdough biscuits, *Food research international*, 36(3), 215-221.
- Ohmes, R.L., Marshall, R.T. and Heymann, H., 1998, Sensory and physical properties of ice creams containing milk fat or fat replacers, *Journal of Dairy Science*, 81: 1222-1228.
- Ojha, P. and Thapa, S., 2017, Quality evaluation of biscuit incorporated with mandarin peel powder, *Scientific Study and Research: Chemistry and Chemical Engineering*, 18 (1), 019 – 030.
- Osborne, T. B., 1907, The Proteins Of The Wheat Kernel, Edition, *Carnegie Institution Of Washington*.
- Ou, S., Kwok, K. C., Li, Y. and Fu, L., 2001, In vitro study of possible role of dietary fiber in lowering postprandial serum glucose, *Journal of agricultural and food chemistry*, 49(2), 1026-1029.
- Özboy, Ö. and Köksel, H., 1997, Besinsel liflerin bisküvi üretiminde kullanımı, 2. *Un, Bulgur ve Bisküvi Sempozyumu*, 183-193.
- Özdağ, S., 1996, Bisküvinin tarihçesi, üretim yöntemi ve teknolojisi, *Gıda Dergisi*, (8):36-37
- Özdemir, S., 2002, Yemeklik Baklagiller, *Hasad Yayıncılık Ltd. Şti.*, İstanbul.

- Özer, M. S., 1998, Kepekli ekmeklerin bazı niteliklerinin incelenmesi ve kalitelerinin iyileştirilmesi olanakları, Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.
- Özkaya, B. ve Demir, Z., 1999, Unların bisküvilik özelliklerine değişik kaynaklı bitkisel liflerin etkileri, *Unlu Mamuller Teknolojisi* 8 (1), 58-64.
- Özkaya, B. ve Özkaya, H., 1996, Değişik kaynaklı konsantre diyet liflerinin makarnaya katılma olanakları, *Gıda Teknolojisi*, 1:4.
- Özkaya, B. ve Türksoy, S., 2010, Meyve lifi konsantresi ilavesinin hamurun reolojik özellikleri ve bisküvi kalitesine etkileri, *Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu*, Ankara.
- Özkaya, H., Seçkin, R. ve Ercan, R., 1984, Bazı bisküvi çeşitlerinin kimyasal özellikleri ile mineral ve vitamin içerikleri üzerinde araştırmalar, *Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı* 9(5), 245-251.
- Öztürk, G. F., Metin, M., Koca, N., ve Balkır, P., 2000, Protein Kaynaklı Bazı Yağ İkame Maddelerinin Set Tip Yağsız Yoğurt Üretiminde Kullanımı, *Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri*, 6, 162-172.
- Öztürk, S., 1998, Bisküvi Üretiminde Kullanılan Hammaddeler ve Özellikleri, *Un Mamülleri Dünyası*, 7 (2): 76-78.
- Öztürk, S., 2008, Farklı nişasta kaynaklarından enzime dirençli nişasta üretimi ve karakterizasyonu, Doktora Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Pareyt, B., Talhaoui, F., Kerckhofs G., Brijs, K., Goesaert, H., Wevers, M. and Delcour, J.A., 2009, The role of sugar and fat in sugar-snap cookies: Structural and textural properties, *Journal of Food Engineering*, 90, 400-408.
- Posner, E. S. and Hibbs, A. N., 1999, Wheat flour milling, *American Association of Cereal Chemists, St. Paul. Inc. MN*, 1-62.
- Pourmohammadi, K., Aalami, M., Shahedi, M. and Mahoonak, A.S., 2011, Effects of microbial transglutaminase on the quality of wheat bread supplemented with hull-less barley flour, International Food Congress, *Novel Approches in Food Industry, NAFI*, 165-172, 26-29 Mayıs, İzmir.
- Prakongpan, T., Nitithamyong, A. and Luangpituksa, P., 2002, Extraction and application of dietary fiber and cellulose from pineapple cores, *Journal of food science*, 67(4), 1308-1313.
- Prosky, L., 2000, When is dietary fiber considered a functional food?, *Biofactors*, 12 (1-4), 289-297.
- Pyler, E. J. and Gorton, L. A., 1988, Baking Science & Technology, Edition, *Sosland Publishing Company*, Kansas City.

- Pyler, E.J., 1988, Baking science & technology, *Volume 1 (2nd ed.)*, Sosland Publishing Company, Kansas, pp: 413-500.
- Raigond, P., Ezekiel, R. and Raigond, B., 2015, Resistant starch in food: a review, *Journal Science Food Agriculture*, 95, 1968-1978.
- Ratnayake, W.S., Hoover, R. and Warkentin, T., 2002, Pea Starch: Composition, Structure and Properties-A review, *Starch/Starke*, 54(6), 217-234.
- Reddy, B. S., Hanson, D., Mangat, S., Mathews, L., Sbaschnig, M., Sharma, C. and Simi, B., 1980, Effect of high-fat, high-beef diet and of mode of cooking of beef in the diet on fecal bacterial enzymes and fecal bile acids and neutral sterols, *The Journal of nutrition*, 110(9), 1880-1887.
- Rennan G. O. A., Samuel, M. M., Maria, G. A. K., Maria, F. P., Roy, E. B. ve Sergio, L. C. F., 2008, Mineral composition of wheat flour consumed in Brazilian cities, *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 19 (5). 935-942.
- Rimm, E. B., Ascherio, A., Giovannucci, E., Spiegelman, D., Stampfer, M. J. and Willett, W. C., 1996, Vegetable, fruit, and cereal fiber intake and risk of coronary heart disease among men, *Jama*, 275(6), 447-451.
- Roben, A., Andersen, K., Karberg, M. A., 1997, Acetylation of of or beta-cyclodextrin addition to potato starch: Beneficial effect on glucose metabolism and appetite sensations, *American Journal of Clinical Nutrition*, 66, 304-314.
- Roberfroid, M., 1993, Dietary fiber, inülin and oligofruktose: A Review comparing their physiological effects, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 33 (2), 103-148.
- Rodríguez, R., Jimenez, A., Fernández-Bolanos, J., Guillen, R. and Heredia, A., 2006, Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients, *Trends in food science & technology*, 17(1), 3-15.
- Sacchetti, G., Pinnavaia, G.G., 1999, A ready-to-eat chestnut flour based breakfast cereal. Production and optimization. *Acta Horticulturae* 494: 61-68.
- Sacchetti, G., Pinnavaia, G.G., Guidolin, E. ve Dalla-Rosa, M. 2004, Effects of extrusion temperature and feed composition on the functional, physical and sensory properties of chesnut and rice flour-based snack-like products. *Food Research International*, 37: 527-534.
- Sajilata, M. G., Singhal, R. S. and Kulkarni, P. R., 2006, Resistant starch - a review, *Comprehensive Reviews in Food Science And Food Safety*, 5, 1-17.
- Sakata, T., 1995, A very-low-calorie conventional Japanese diet: its implications for prevention of obesity, *Obesity Research*, 3(S2), 233-239.
- Saldamlı, İ, 1998, Gıda Kimyası, *Hacettepe Üniversitesi Yayınları*, Ankara, 102-103.

- Saldamlı, İ., 2007, Gıda Kimyası, *Hacettepe Üniversitesi Yayınları*, Ankara, s:119-123.
- Schneeman, B. O., 1999, Fiber, inulin and oligofructose: similarities and differences. *The Journal of nutrition*, 129(7), 1424-1427s.
- Schneeman, B., 1998, Dietary fiber and gastrointestinal function, *Nutrition Research*, 18, 625- 632.
- Schweizer T. F., Wursch P., 1979, Analysis of dietary fiber. *J. Sci. Food Agric.*, 30: 613-615.
- Sharma, A., Yadav, B. S. and Ritika, 2008, Resistant Starch : Physiological Roles and Food Applications, *Food Reviews International*, 24, 193-234.
- Sharma, S., Gupta, J. P., Nagi, H. P. S. and Kumar, R., 2011, Effect of incorporation of com byproducts on quality of baked and extruded products from wheat flour and semolina, *Journal of Food Science and Technology*. 49 (5), 580-586.
- Singh, B., Bajaj, M., Sharma, S. and Sidhu, J. S., 1993, Studies on the development of high protein biscuits from composite flours, *Plant Food for Human Nutrition*, 43, 181–189.
- Singh, M. and Mohamed, A., 2007, Influence of gluten-soy protein blends on the quality of reduced carbohydrates cookies, *Food Science and Technology*, 40(2), 353-360.
- Skendi, A., Biliaderis, C. G., Lazaridou, A. and Izydorczyk, M. S., 2003, Structure and rheological properties of water soluble β -glucans from oat cultivars of *Avena sativa* and *Avena bysantina*, *Journal of cereal science*, 38(1), 15-31.
- Slavin, J., Jacobs, D. and Marquart, L., 1997, Whole grain consumption and cronic disease:Protectice mechanisms, *Nutrition and cancer*, 27(1), 14-21.
- Sosulski, F. W. and Cadden, A. M., 1982, Composition and physiological properties of several sources of dietary fiber, *Journal of Food Science*, 47(5), 1472-1477.
- Soyer, Y. ve Karadeniz, F., Aljınatların Gıda Endüstrisinde kullanım alanları, *Dünya Gıda*, 10 (2003)71-76.
- Speizer, F. E., Colditz, G. A., Hunter, D. J., Rosner, B., and Hennekens, C., 1999 Prospective study of smoking, antioxidant intake, and lung cancer in middle-aged women (USA), *Cancer Causes & Control*, 10(5), 475-482.
- Srivastava, N., Yadav, K. C., Verma, P., Kishore, K. and Rout, S., 2015, Development of lemon peel powder and its utilization in preparation of biscuit by different baking methods, *International Journal for Scientific Research & Development*, 3 (8), 2321-0613.
- Stark, A. and Madar, Z., 1994, *Definition of dietary fiber. In 'Functional foods: designer foods, pharma foods, nutraceuticals.* Chapman & Hall, Inc., New York, 183-218.

- Stauffer, C. E., 1998, Fats and oils in bakery products, *Cereal Foods World* (43)120–126.
- Stauffer, C. E., 2005, Fats and oils in bakery products, *Bailey's industrial oil and fat products*.
- Stauffer, E.C., 1990, Functional Food Additives For Bakery Foods, Published by Van Nostrand Reinhold, pp183-184, 144-146, New York, USA.
- Stevens, J., Ahn, K., Houston, D., Steffan, L. and Couper, D., 2002, Dietary fiber intake and glycemic index and incidence of diabetes in African-American and white adults: the ARIC study, *Diabetes care*, 25(10), 1715-1721.
- Sudha, M. L. and Leelavathi, K., 2012, Effect of blends of dehydrated green pea flour and amaranth seed flour on the rheological, microstructure and pasta making quality, *Journal of Food Science and Technology*, 49, 713–720.
- Sudha, M. L., Srivastava, A. K., Vetrmani, R. and Leelavathi, K., 2007, Fat replacement in soft dough biscuits: Its implications on dough rheology and biscuit quality, *Journal of Food Engineering*, 80, 922-930.
- Sudha, M. L., Vetrmani, R. and Leevathi, K., 2007a, Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality, *Food Chemistry*, 100(4), 1365-1370.
- Sümer, S. A. G., Harmandar, F. A., Uyar, S. ve Çekin, A. H., 2015, Non-Çölyak Gluten Duyarlılığı, *Güncel Gastroenteroloji*, 19 (2), 91-97.
- Şahan, Y., Dündar, A.N., Aydın, E., Kilci, A., Dülger, D., Kaplan, F.B., Göçmen, D., Çelik, G., 2013, Characteristics of cookies supplemented with oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) flour. Physicochemical, sensorial and textural properties. *Journal of Agricultural Science*; 5(2): 160-168.
- Şeker, İ.T., 2005, Kayısı ve elma besinsel liflerinin düşük yağ ve yüksek lif içerikli bisküvi üretiminde kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, *İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Malatya.
- Şeker, T.İ., 2005, Kayısı ve elma besinsel liflerinin düşük yağ ve yüksek lif içerikli bisküvi üretiminde kullanımı. *Yüksek Lisans Tezi*, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Malatya.
- Tamer, C.E., Aydoğan, N. ve Çopur, Ö.U., 2004, Besinsel Liflerin Sağlık Üzerine Etkileri, Türkiye 8. Gıda Kongresi, Bursa.
- Tan, I., Torley, P. J. and Halley, P. J., 2008, Combined rheological and optical investigation of maize, barley and wheat starch gelatinisation, *Carbohydrate Polymers*, 72, 272-286.

- Taş, E., 2011, Bisküvi üretiminde bazı kabartıcı kombinasyonlarının bisküvinin kalitatif özelliklerine etkisi üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Taş, E., 2011, Bisküvi üretiminde bazı kabartıcı kombinasyonlarının bisküvinin kalitatif özelliklerine etkisi üzerine bir araştırma, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Tharanathan, R. N., 2002, Food-derived carbohydrates: Structural complexity and functional diversity, *Critical Reviews in Biotechnology*, 22(1), 65-84.
- Thebaudin, J. Y., Lefebvre, A. C., Harrington, M. and Bourgeois, C. M., 1997, Dietary fibres: Nutritional and technological interest, *Trends in Food Science and Technology*, 8, 41-48.
- Thebaudin, J. Y., Lefebvre, A. C., Harrington, M. and Bourgeois, C. M., 1997, Dietary fibres: Nutritional and technological interest, *Trends in Food Science and Technology*, 8, 41-48.
- Thompson, J. and Manore, M., 2005, Fiber, nutrition; an applied approach. *Publishing at Benjamin Cummings*, 1302, 123-139.
- Tiwari, B. K., Brennan, C. S., Jaganmohan, R., Surabi A. and Alagusundaramb, K., 2011, Utilisation of pigeon pea (*Cajanus cajan L*) byproducts in biscuit manufacture, *LWT - Food Science and Technology*, 44, 1533-1537.
- Topping, D. L. and Clifton, P. M., 2001, Short-chain fatty acids and human colonic function: roles of resistant starch and nonstarch polysaccharides, *Physiological Reviews*, 81 (3), 1031-1064.
- Törrönen, R., Lehmusaho, M., Häkkinen, S., Hänninen, O. and Mykkänen, H., 1996, Serum β -carotene response to supplementation with raw carrots, carrot juice or purified β -carotene in healthy non-smoking women, *Nutrition Research*, 16(4), 565-575.
- Tudorica, C., Kuri, V. and Brennan, C., 2002, Nutritional and physicochemical characteristics of dietary fiber enriched pasta, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(2), 347-356.
- Türker, S., 2008, Yumuşak Buğday Ürünleri, *S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği ABD Lisansüstü Ders Notları*, Konya.
- Türker, S., 2014, Yumuşak Buğday Ürünleri, *Bisküvi Üretim Teknolojisi Lisansüstü Ders Notu*, Konya.
- Uçar, B., 2011, Pandispanya kek kalitesi üzerine yabani meyvelerin fonksiyonel etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kayseri, 1-9.
- Uluöz, M., Gönül, M. ve Gözül, S., 1974, Nişasta; Özellikleri, Jeletinizasyonu, Modifikasyonu ve Gıda Endüstrisinde Kullanılması, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, 245, 40, Bornova

- Ulusoy, S., 2011, Stevia ile tatlandırılmış bisküvilerin kalite özellikleri ve akrilamid içeriğinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Mersin.
- Ulutürk, Ş., 2018, İncir çekirdeği unu kullanılarak glutenli ve glutensiz bisküvi üretimi, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta, 12-20.
- Uysal, H. L., 2005, Farklı kaynaklardan elde edilen besinsel liflerin bisküvi kalitesi üzerine etkilerinin karşılaştırılması, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Uysal, H., Bilgiçli, N., Elgün, A., İbanoğlu, Ş., Herken, E. N. and Demir, M., K, 2007, Effect of dietary fibre and xylanase enzyme addition on the selected properties of wire-cut cookies, *Journal of Food Engineering*, 78, 1074–1078.
- Uysal, H., Kınık, Ö., Akbulut, N. ve Güley, Z., 2002, Düşük Kalorili Yoğurt Üretiminde Simplese 100 Kullanımı, *Gıda*, 28(6), 631-635.
- Ünal, S. S., 1991, Hububat Teknolojisi, *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları*, 29.
- Ünlü, M. U., 2017, Havuç lifi ve şeker pancarı lifinin tarhana kalitesine etkisi, *Master's thesis, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Vasanthan, T. and Temelli, F., 2008, Grain fractionation technologies for cereal beta-glucan concentration, *Food Research International*, 41(9), 876-881.
- Vasanthan, T., Gaosong, J., Yeung, J. and Li, J., 2002, Dietary fiber profile of barley flour as affected by extrusion cooking, *Food Chemistry*, 77(1), 35-40.
- Vatanseven, H., 2015, Yağ ikame maddesi olarak kullanılan olestranın fizikokimyasal özellikleri ile insan sağlığı ve çevre üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ.
- Vetter, J. L., Sutton, T. and Blockcolsky, D., 1986, Effect of sweetener syrups on quality characteristics of soft cookies, *Technical Bulletin, American Institute of Baking*, 8(1), 1-8.
- Vinik, A.I. and Jenkins, D.J., 1988, dietary fiber in mnagement of diabetes, *Diabetes Care*, Vol. 11, Issue 2, 160-173.
- Voragen A. G. J., 1998, Technological Aspects of Functional Food-related Carbohydrates, *Trends in Food Science & Technology*, 9;328-335.
- Voragen, A. G. J., 2000, Cutting-edge carbohydrates, http://preparedfoods.com/archives/2000/2000_05/0005carbos.htm.

- Waldron, K. W., Parker, M. L. and Smith, A. C., 2003, Plant cell walls and food quality, *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 2(4), 128-146.
- Walstra, P. and Jenness, R., 1984, *Dairy Chemistry and Physics*, John Wiley and Sons, New York.
- Walstra, P., Geurts, T.J., Noomen, A., Jelma, A. and Van Boekel, M.A.J.S., 1999, *Dairy Technology: Principles of Milk Properties and Processes*, Marcel Dekker, New York.
- Weber, C. W., Kohlhepp, E. A., Idouraine, A. and Ochoa, L. J., 1993, Binding capacity of 18 fiber sources for calcium. *Journal of agricultural and food chemistry*, 41(11), 1931-1935.
- Wong, J. M. W., De Souza, R., Kendall, C. W. C. and Emam, A., 2006, Colonic health: Fermentation and short chain fatty acids, *Journal of Clinical Gastroenterology*, 40, 235-243.
- Wong, N.P., 1988, *Fundamentals of Dairy Chemistry*, 3 edition, AVI.
- Wood, P. J., 1993, Physicochemical characteristics and physiological properties of oat (1 \rightarrow 3),(1 \rightarrow 4)- β -D-glucan: Oat Bran. 83-112 p. *Ed: PJ Wood, American Association of Cereal Chemists, Minnesota, USA.*
- Xu, J., Chang, T., Inglett, G. E., Kim, S., Tseng, Y. and Wirtz, D., 2007, Micro-heterogeneity and micro-rheological properties of high-viscosity oat β -glucan solutions, *Food chemistry*, 103(4), 1192-1198.
- Yaralı, E., 2018, Tahıl teknolojisi II ders notları, *Adnan Menderes Üniversitesi*, Aydın.
- Yıldız, M., 2012, Karabuğday (*Fagopyrum esculentum Moench.*) ve lüpen (*Lupinus albus L.*) unlarının glutensiz bisküvi üretiminde kullanımı üzerine bir araştırma, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Younes, H., Levrat, M. A., Demige, C. and Rémésy, C., 1995, Resistant starch is more effective than cholestyramine as a lipid-lowering agent in the rat, *Lipids* 30, 847-853.
- Zhang, J., Li, Y. and Torres, M. E., 2005, How does a suicide attempter eat differently from others? Comparison of macronutrient intakes, *Nutrition*, 21(6), 711-717.
- Zhou, Z., Cao, X. and Zhou, J. Y. H., 2013, Effect of resistant starch structure on shortchain fatty acids production by human gut microbiota fermentation in vitro, *Starch/Stärke*, 65 (5-6), 509-516.
- Zucco, F., Borsuk, Y. and Arntfield, S. D., 2011, Physical and nutritional evaluation of wheat cookies supplemented with pulse flours of different particle sizes, *Food Science and Technology*, 44, 2070-2076.

YAYINLAR

- Possibilities Of Use Of Hawthorn (*Crataegus Monogyna Jacq.*) Fruits In Food Industry

The International Aluminium-Themed Engineering and Natural Sciences Conference in Seydişehir/TURKEY (IATENS"19), October 4-6 2019

- The Effects Of Ultraviolet (UV) Rays On Various Food

Uluslararası AVRASYA Doğal Beslenme ve Sağlıklı Yaşam Zirvesi in Ankara/TURKEY, July 12-15 2018

