T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KARABUĞDAY (*Fagopyrum esculentum* Moench) UNUNUN GELENEKSEL TÜRK EKMEKLERİNDE KULLANILMA İMKANLARI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Gökçen YILDIZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Konya, 2009

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KARABUĞDAY (*Fagopyrum esculentum* Moench) UNUNUN GELENEKSEL TÜRK EKMEKLERİNDE KULLANILMA İMKANLARI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Gökçen YILDIZ

Selçuk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman : Yrd. Doç. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

2009, 114 Sayfa

Juri: Prof. Dr. Adem ELGÜN
Yrd. Doç. Dr. Ramazan ACAR
Yrd. Doç. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

Bu araştırmada, buğday unu ile farklı oranlarda yer değiştirilen karabuğday tam ununun (KBTU), hamur ve ekmek (bazlama, lavaş ve yufka) özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Ekmeklerin üretiminde KBTU, 5 farklı ikame oranında (% 10, 15, 20, 25 ve 30) katkısız ve 3 farklı ikame oranında (%20, 30 ve 40) katkılı (vital gluten ve sodyum stearol 2-laktilat) olarak kullanılmıştır. Un paçallarında artan KBTU ikamesi ile genel olarak hamur reolojik özellikleri olumsuz etkilenirken, katkı ilavesi bu olumsuzlukları kısmen gidermiştir. Formülasyonlarda KBTU'nun kullanılması örneklerin kül, selüloz, fitik asit ve Fe, K, Mg ve P miktarlarını artmıştır. Maya kullanılarak üretilen bazlama ve lavaş ekmeklerinde fitik asit kaybı, mayasız yufka ekmeğinden daha yüksek bulunmuştur. Duyusal değerlendirmede katkı ilavesi ile hazırlanan örneklerde, bazlama formülasyonunda %30, lavaş ve yufka formülasyonunda %40'a kadar KBTU ikamesinin, şahide eşdeğer ya da daha yüksek genel kabul edilebilirlik değerleri verdiği belirlenmiştir. Ekmek hamurlarının reolojik, ekmek örneklerinin ise teknolojik, kimyasal ve duyusal özellikleri birlikte değerlendirildiğinde, tüm ekmek çeşitlerinde, katkı ilavesi ile %20-30 KBTU kullanımının mümkün olabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Karabuğday, un, bazlama, lavaş, yufka, ekmek

ABSTRACT

Master Thesis

RESEARCHES ON THE UTULIZATION POSSIBILITIES OF BUCKWHEAT (*Fagopyrum esculentum* Moench) FLOUR IN TRADITIONAL TURKISH BREADS

Gökçen YILDIZ

Selçuk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering
Supervisor : Asist. Prof. Nermin BİLGİÇLİ

2009, 114 Page

Jury: Prof. Adem ELGÜN
Assist. Prof. Ramazan ACAR
Assist. Prof. Nermin BİLGİÇLİ

In this research, the effect of whole buckwheat flour (WBF) which was replaced with wheat flour at different ratios, on dough and bread (bazlama, lavash and yufka) properties was investigated. WBF was used at 5 different replacement ratios (10, 15, 20, 25 and 30 %) without additives and at 3 different replacement ratios (20, 30 and 40%) with some additives (gluten and sodium stearoyl 2-lactylate) in bread preparation. In general, rheologic properties of dough were negatively affected by increasing levels of WBF in flour blends. Additives partially improved these poor rheologic properties. Usage of WBF in formulations increased the ash, protein, cellulose, phytic acid mineral contents of the breads. Phytic acid loss of bazlama and lavash which were prepared with yeast, was found higher than that of yufka breads without yeast. In sensory evaluation, WBF level up to 30% in bazlama formulation and up to 40% in lavash and yufka formulation with additives was given similar or higher overall acceptability scores compared to control. In all types breads, WBF can be used at 20-30% replacement ratio with additives to take into account rheologic properties of bread doughs, and technologic, chemical and sensory properties of bread.

Key Words: Buckwheat, flour, bazlama, lavash, yufka, bread

TEŞEKKÜR

Tez konumun seçiminden araştırmanın yürütülmesi ve değerlendirilmesine kadar yardımcı olan değerli danışmanım Yrd. Doç. Dr. Nermin BİLGİÇLİ'ye, tez çalışmasının yürütülmesi esnasında verdiği desteklerin yanı sıra tecrübe ve önerileriyle de yol gösteren sayın hocalarım Prof. Dr. Adem ELGÜN ve Prof. Dr. Selman TÜRKER'e, laboratuar çalışmalarımda en büyük yardım ve desteği gösteren biricik annem Serdal YILDIZ ve Gıda Mühendisi kardeşim Gülçin YILDIZ'a, yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. M. Kürşat DEMİR ve Arş. Gör. Nilgün ERTAŞ'a ve her zaman yanımda olan sevgilerini ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen canım aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Konya, 2009

Gökçen YILDIZ

İÇİNDEKİLER

1.GİRİŞ…….. 1
2. LİTERATÜR ÖZETİ……. 4
2.1. Ekmek…...……. 4
2.2. Geleneksel ekmekler…...…….. 5
2.2.1. Bazlama……. 5
2.2.2. Lavaş…….…….…… 6
2.2.3. Yufka……..…….……..... 7
2.2.4. Geleneksel ekmekler ile ilgili yapılan çalışmalar…….. 8
2.3. Karabuğday...……. 10
2.3.1. Karabuğdayın kullanım alanları…… 18
2.3.3.1. Karabuğdayın ekmek üretiminde kullanımı…….. 19
2.3.3.2. Karabuğdayın erişte ve spagettide kullanımı……. 20
2.3.3.3. Karabuğdayın bisküvi ve kekte kullanımı……...….. 22
2.3.3.4. Karabuğdayın diğer ürünlerde kullanımı…….....….. 22
2.4. Gluten……..…….. 23
2.5. SSL (Sodyum stearol 2-laktilat)……...…. 25
3. MATERYAL VE METOT…… 27
3.1. Materyal……. 27
3.2. Metot…….. 27
3.2.1. Deneme planı……. 27
3.2.2. Bazlama üretimi…….…… 28
3.2.3. Lavaş üretimi……..…….……..... 28
3.2.4. Yufka üretimi……..……... 29
3.2.5. Analitik analiz metotları…… 29
3.2.5.1. Un granülasyonu……..……..……. 29
3.2.5.2. Renk……...……..……. 30
3.2.5.3. Kimyasal analizler…..……..……. 30
3.2.5.3.1. Su …….. 30
3.2.5.3.2. Kül …….…….....…….....…….... 30
3.2.5.3.3. Protein ……...……..... 30
3.2.5.3.4. Ham selüloz…...……..…….. 30
3.2.5.3.5. Fitik asit ……..…….. 31
3.2.5.3.6. Mineral madde ..……..……..... 31
3.2.5.4. Fizikokimyasal analizler……..…….. 31
3.2.5.4.1. Gluten miktarı ve gluten indeks değeri…….. 31

3.2.5.4.2. Zeleny sedimantasyon değeri……..…….. 31
3.2.5.5. Düşme sayısı ……..…….…….. 32
3.2.5.6. Renk……... …….…….. 32
3.2.5.7. Reolojik analizler……..…...……. 32
3.2.6. Araştırma metotları…… 32
3.2.6.1. Bazlama, lavaş ve yufkanın fiziksel özellikleri……. 32
3.2.6.1.1. Kalınlık, çap ve yayılma oranı……... 32
3.2.6.1.2. Renk…….....…….....……... 33
3.2.6.2. Kimyasal analizler ……..... 33
3.2.6.3. Duyusal analizler …….. 33
3.2.6. İstatistiksel değerlendirme …… 33
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA…… 34
4.1. Analitik Sonuçlar……... 34
4.1.1. Hammaddelerin un granülasyonu değerleri……..……. 34
4.1.2. Hammaddelerin renk değerleri…….……. 35
4.1.3. Hammaddelerin kimyasal analiz sonuçları…… 35
4.1.4. Un paçallarının fizikokimyasal özellikleri……. 36
4.1.5. Un paçallarının düşme sayısı değerleri…….……. 38
4.1.6. Un paçallarının renk değerleri……..……. 38
4.1.7. Un paçallarının reolojik özellikleri…… 39
4.1.7.1. Un paçallarının farinogram değerleri…….…… 41
4.1.7.1.1. Su absorbsiyonu…….. 41
4.1.7.1.2.Gelişme süresi...…….. 41
4.1.7.1.3. Stabilite…….…….. 42
4.1.7.2. Un paçallarının ekstensogram değerleri…… 43
4.1.7.2.1. Enerji…….…….. 43
4.1.7.2.2. Uzamaya direnç…...…….……...….. 44
4.1.7.2.3. Uzayabilirlik…..…….. 45
4.2. Araştırma Sonuçları……... 46
4.2.1. Bazlama, lavaş ve yufka örneklerinin bazı fiziksel özellikleri.. 46
4.2.1.1. Bazlama örneklerinin kalınlık, çap ve yayılma oranı.... 46
4.2.1.2. Lavaş örneklerinin kalınlık, çap ve yayılma oranı…..... 48
4.2.1.3. Yufka örneklerinin kalınlık, çap ve yayılma oranı…… 50
4.2.2. Renk değerleri…… 53
4.2.2.1. Bazlama örneklerinin renk değerleri……. 53
4.2.2.2. Lavaş örneklerinin renk değerleri…….……. 55
4.2.2.3. Yufka örneklerinin renk değerleri……. 57
4.2.3. Kimyasal analiz sonuçları…….. 59

4.2.3.1. Bazlama örneklerinin kimyasal analiz sonuçları…….. 59
4.2.3.1.1. Su miktarı……..…….. 60
4.2.3.1.2. Kül miktarı…...…….. 62
4.2.3.1.3. Protein miktarı..…….. 62
4.2.3.1.4. Selüloz miktarı..…….. 63
4.2.3.1.5. Fitik asit miktarı…….. 64
4.2.3.1.6. Mineral madde miktarları…….. 65
4.2.3.2. Lavaş örneklerinin kimyasal analiz sonuçları…….…... 68
4.2.3.2.1. Su miktarı……..…….. 68
4.2.3.2.2. Kül miktarı…...…….. 70
4.2.3.2.3. Protein miktarı..…….. 70
4.2.3.2.4. Selüloz miktarı..…….. 71
4.2.3.2.5. Fitik asit miktarı…….. 72
4.2.3.2.6. Mineral madde miktarları…….. 72
4.2.3.3. Yufka örneklerinin kimyasal analiz sonuçları……... 75
4.2.3.3.1. Su miktarı……..…….. 76
4.2.3.3.2. Kül miktarı…...…….. 77
4.2.3.3.3. Protein miktarı..…….. 78
4.2.3.3.4. Selüloz miktarı..…….. 78
4.2.3.3.5. Fitik asit miktarı…….. 79
4.2.3.3.6. Mineral madde miktarları…….. 80
4.2.4. Duyusal analiz sonuçları…… 82
4.2.4.1. Bazlama örneklerinin duyusal analiz sonuçları……. 83
4.2.4.2. Lavaş örneklerinin duyusal analiz sonuçları…….. 87
4.2.4.3. Yufka örneklerinin duyusal analiz sonuçları.....…… 91
5. SONUÇ VE ÖNERİLER…….. 96
6. KAYNAKLAR..... 97
ÖZGEÇMİŞ…….…….. 114

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 4.1. Buğday ve karabuğday unu örneklerinin granülasyon, renk ve kimyasal analiz değerleri…….. 34
Çizelge 4.2. Un paçallarının fizikokimyasal analiz sonuçları, düşme sayısı ve renk değerleri……... 37
Çizelge 4.3. Un paçallarının hamurlarında reolojik analiz sonuçları..……..… 40
Çizelge 4.4. Bazlama örneklerinin kalınlık, çap ve yayılma oranı değerleri…... 46
Çizelge 4.5. Bazlama örneklerinin kalınlık, çap ve yayılma oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları.……...…….. 47
Çizelge 4.6. Bazlama örneklerinin kalınlık, çap ve yayılma oranı değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları……..… 47
Çizelge 4.7. Lavaş örneklerinin kalınlık, çap ve yayılma oranı değerleri……... 49
Çizelge 4.8. Lavaş örneklerinin kalınlık, çap ve yayılma oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları…….. 49
Çizelge 4.9. Lavaş örneklerinin kalınlık, çap ve yayılma oranı değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları…….. 50
Çizelge 4.10. Yufka örneklerinin kalınlık, çap ve yayılma oranı değerleri……... 51
Çizelge 4.11. Yufka örneklerinin kalınlık, çap ve yayılma oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları…….. 51
Çizelge 4.12. Yufka örneklerinin kalınlık, çap ve yayılma oranı değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları…….. 52
Çizelge 4.13. Bazlama örneklerinin renk değerleri…….…….. 53
Çizelge 4.14. Bazlama örneklerinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları……... 54
Çizelge 4.15. Bazlama örneklerinin renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları……. 54
Çizelge 4.16. Lavaş örneklerinin renk değerleri…… 56
Çizelge 4.17. Lavaş örneklerinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları… 56
Çizelge 4.18. Lavaş örneklerinin renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları……. 56
Çizelge 4.19. Yufka örneklerinin renk değerleri…… 58
Çizelge 4.20. Yufka örneklerinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları... 58
Çizelge 4.21. Yufka örneklerinin renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları……. 58
Çizelge 4.22. Bazlama örneklerinin kimyasal analiz sonuçları……..…….. 60
Çizelge 4.23. Bazlama örneklerinin kimyasal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları…… 61
Çizelge 4.24. Bazlama örneklerinin kimyasal analiz değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları…… 61
Çizelge 4.25. Bazlama örneklerinin mineral madde değerleri……..……. 65
Çizelge 4.26. Bazlama örneklerinin mineral madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları…… 66
Çizelge 4.27. Bazlama örneklerinin mineral madde değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları……..…….. 66
Çizelge 4.28. Lavaş örneklerinin kimyasal analiz sonuçları…….. 68

Çizelge 4.29. Lavaş örneklerinin kimyasal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları……... 69
Çizelge 4.30. Lavaş örneklerinin kimyasal analiz değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları…… 69
Çizelge 4.31. Lavaş örneklerinin mineral madde değerleri……..……. 73
Çizelge 4.32. Lavaş örneklerinin mineral madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları……...…… 73
Çizelge 4.33. Lavaş örneklerinin mineral madde değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları…….……..... 73
Çizelge 4.34. Yufka örneklerinin kimyasal analiz sonuçları……. 75
Çizelge 4.35. Yufka örneklerinin kimyasal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları……... 75
Çizelge 4.36. Yufka örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları……. 76
Çizelge 4.37. Yufka örneklerinin mineral madde değerleri……..……. 80
Çizelge 4.38. Yufka örneklerinin mineral madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları…… 81
Çizelge 4.39. Yufka örneklerinin mineral madde değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları…….……..... 81
Çizelge 4.40. Bazlama örneklerine ait duyusal analiz sonuçları……..…….. 84
Çizelge 4.41. Bazlama örneklerinin duyusal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları…… 84
Çizelge 4.42. Bazlama örneklerinin duyusal analiz değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları…….…… 85
Çizelge 4.43. Lavaş örneklerine ait duyusal analiz sonuçları……..…….. 88
Çizelge 4.44. Lavaş örneklerinin duyusal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları……...…… 88
Çizelge 4.45. Lavaş örneklerinin duyusal analiz değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları…….…… 89
Çizelge 4.46. Yufka örneklerine ait duyusal analiz sonuçları……..…….. 92
Çizelge 4.47. Yufka örneklerinin duyusal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları……...…… 92
Çizelge 4.48. Yufka örneklerinin duyusal analiz değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları…….…… 93

1. GİRİŞ

Ekmek Dünyanın pek çok ülkesinde olduğu gibi, Ülkemizde de temel besin maddesi ve iyi bir enerji kaynağı olarak önemli bir yere sahiptir. Ekmek tüketimi, ülkelerin gelişmişlik düzeyine ve fertlerin sosyo-ekonomik yapısına göre değişkenlik göstermektedir (Dağlıoğlu 1998). Kişi başına tüketilen ekmek miktarı göz önüne alındığında dünyada ilk sıralarda yer alan ülkemizde, ekmeğin bu kadar önemli bir konuma sahip olması; beslenme alışkanlıkları, doyurucu özelliği, diğer gıda maddelerine göre ucuz ve kolay tedarik edilebilmesi, tat ve aroma yönünden sahip olduğu nötr karakteriyle birçok yiyeceğe katık olabilmesinden kaynaklanmaktadır.

Türkiye'de çok sayıda ve farklı tipte ekmek üretimi söz konusu olup, tüketilen ekmeklerin büyük bir bölümünü francala tip ekmekler oluşturmaktadır. Geleneksel olarak evlerde üretilen bazlama, lavaş ve yufka ekmeklerin, ticari düzeyde üretilip marketlerde satılmaya başlanması ile, bu tip ekmeklerin tüketim miktarları da artış göstermiştir. İçlerinde Türkiye'nin de bulunduğu bir çok Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkesinde, bu tip düz ekmekler yaygın olarak tüketilmektedir. Bu ekmekler batı tipi ekmekler de denilen yüksek hacimli tava ekmeklerinden oldukça farklı özelliklere sahiptir. Tava ekmeklerindeki otomasyon ve ileri üretim tekniklerinin aksine bu tip ekmeklerin üretimi geleneksel yöntemlerle ve sınırlı miktarda yapılmaktadır (Qarooni 1996; Coşkuner 2003).

Ana bileşen olarak buğday unu, su, tuz ve mayadan oluşan ekmek, çeşitli yöntemlerle zenginleştirilerek, özellikle düşük gelir grubundaki insanlar için yetersiz beslenmenin önüne geçilmeye çalışılmaktadır. Bu amaçla ekmek formülasyonlarına direkt mineral ve vitamin takviyesi ya da bu bileşenlerce zengin diğer tahıl ve baklagil unlarının ilavesi yapılabilmektedir. Bu bileşenlerin ilavesi sırasında ekmekde meydana gelebilecek kalite kayıpları, çeşitli katkılar (vital gluten, çeşitli enzimler, yüzey aktif maddeler vb.) kullanılarak giderilmeye çalışılmaktadır.

Gluten maya tarafında üretilen CO_2 gazının hamur içersinde tutulmasını sağlayarak ekmeğin kabarmasını ve gözenekli bir yapıya sahip olmasını sağlamaktadır. Vital gluten, ekmeklik kalitesi çok düşük buğday unlarının ya da gluten içermeyen diğer hububat ve baklagil unlarının ekmek formülasyonlarında

kullanıldığı durumlarda, un paçalında seyrelen glutenin dışarıdan takviye edilebilmesi için yaygın olarak kullanılan bir katkı maddesidir.

Sodyum stearol 2-laktilat (SSL) lipofilik özellikte bir yüzey aktif madde olup, ekmek üretiminde özellikle yağ oranı yüksek unlarda yüksek performans gösteren bir katkı maddesidir. SSL hamurun reolojik özelliklerini geliştirerek, hamurun uygun bir işlenebilirlik ve teknolojik özellik kazanmasını sağlayıp, son ürünün kalitatif özelliklerini iyileştirmektedir. SSL yardımı ile soya unu gibi, proteini öz teşkil etme özelliğinde olmayan ve ekmekçilikte kaliteyi olumsuz etkileyen unların, ekmeğin besin değerini arttırmak amacıyla kullanımı sağlanabilmektedir (Ercan 1987; Elgün ve Ertugay 1995).

Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) *Polygonaceae* familyasına ait bir bitkisel üründür. Kabuğu soyulmuş karabuğday tanelerine "groat" denilmekte ve kimyasal kompozisyonu ve iriliği itibariyle buğday tanelerine çok benzemektedir (Obendorf ve ark. 1991; Edwardson 1995). Karabuğday proteinleri, iyi dengelenmiş amino asit kompozisyonu sayesinde yüksek bir biyolojik değere sahiptir (Pomeranz ve Robbins 1972; Ikeda ve Kishida 1993). Karabuğdayın, mineral (P, K, Mg ve Fe), vitamin (B1, B2 ve B6) ve lif içeriği yüksek olup, yapısında bulunan fonksiyonel bileşikler bir çok hastalık riskinin düşürülmesinde ya da önlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Karabuğday dirençli nişasta tipine sahip olduğundan, vücutta daha yavaş sindirilmekte ve karabuğdayla üretilen ürünler düşük glisemik indekse sahip olmaktadır (Marshall ve Pomeranz 1982; Skrabanja ve ark. 2001).

Karabuğday unu, tam unu ya da kepeği Dünyanın farklı ülkelerinde noodle, erişte, ekmek, makarna, kek, krep, pankek, kahvaltılık tahıl, dondurma külahları ve bisküvi üretiminde kullanılabilmektedir. Zengin fonksiyonel bileşikleri ve gluten içermemesinden dolayı, fonksiyonel, diyetetik amaçlı ürünlerin üretiminde ve çölyak hastalarının diyetlerinde karabuğdaya yer verilmektedir

Ülkemizde karabuğday üretimi, tanıtımı ve işlenmesi üzerine araştırma ve yatırım faaliyetleri başlamış durumdadır. Selçuk Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü ve Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü ortak çalışması ile, 2007 yılında karabuğday üretimi başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Bazı şirketler ve örnek çiftçiler, alternatif ürün olarak karabuğdaya ilgi duymaktadırlar. Ticari olarak, bir firma ithal ettiği karabuğdayı ambalajlayarak iç piyasaya sunmaktadır.

Bu çalışmada, geleneksel ekmeklerimizden bazlama, lavaş ve yufkanın besinsel, fonksiyonel ve duyusal özelliklerini geliştirmek amacıyla, farklı oranlarda karabuğday tam ununun, ekmek formülasyonda kullanımı amaçlanmıştır. Katkısız olarak %30, katkılı (gluten ve SSL) olarak %40 oranına kadar buğday unu ile yer değiştirilen karabuğday tam ununun, hamur ve ekmek özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Ekmek

Farklı tahıl unlarından, değişik yöntemlerle pişirilen ekmek, tarihin her döneminde insanlar için vazgeçilmez bir gıda maddesi olmuştur. Ekmek, hamurun ateşte pişmesi anlamına gelen "ötmek" sözcüğünün, zamanla ekmek olarak kullanılmasıyla dilimize yerleşmiştir (Ögel 1985).

Ekmekçiliğin tarihini aydınlatan eserlerin, yaklaşık olarak 7800 yıl öncesine dayandığını gösteren araştırmalarda, Asya kıtasının çeşitli bölgelerinde ve Çatalhöyük'de M.Ö 5900-5700 yılları arasında taş ve topraktan yapılan fırınların bulunduğu bildirilmiştir. M.Ö 300-2700 arasında da Mısırlıların ekmekçilik alanında büyük gelişmeler gösterdikleri ve M.Ö. 2000'li yıllarda 16 farklı türde ekmek yaptıkları tespit edilmiştir. Eski Mezopotamya'da ise M.Ö. 3000 ve 1200 yılları arasında da 59 çeşit ekmeğin yapıldığından bahsedilmektedir (Talay 1997).

Yüzlerce çeşidi bulunan ve Türk halkının vazgeçilmez temel besin kaynağı olan ekmek, dünya ülkelerinin büyük bir kısmında da günlük kalorinin karşılanmasında ve insanların beslenmesinde önemli bir konuma sahiptir. İsviçre, Hollanda, Almanya, Fransa gibi Avrupa ülkeleri ile Amerika ve Kanada gibi kişi başına düşen milli gelirin yüksek olduğu ülkelerde ekmek tüketimi düşüktür. Fakat İtalya, Yunanistan, Macaristan, Romanya, Bulgaristan gibi Güney ve Doğu Avrupa ülkelerinde ekmek tüketimi diğer Avrupa ülkelerine göre fazladır. Uzak ve Yakın Doğudaki bazı ülkelerde ise günlük tüketilen gıdanın %75'ni ekmek oluşturmaktadır. (Dağlıoğlu 1998).

Ülkemiz, dünyada kişi başına tüketilen ekmek miktarı bakımından ilk sıralarda yer almaktadır. Halkımızın kişi başına günlük ekmek tüketimi, yaş, alışkanlıklar, bulunduğu yöre ve mesleğe bağlı olarak değişim göstermekte olup ortalama 331 g olarak bildirilmiştir (Anon. 2008a).

Ekmek iyi bir enerji kaynağı olduğu kadar, diğer gıda maddelerine göre ulaşılması kolay, ucuz ve doyurucudur. Kısmen tam biyolojik değerde proteinleri, B vitaminleri ve minerallerin çoğunluğunu, enerji değerine oranlı şekilde içerir.

Kendine has nötr karakterde bir tat ve aromaya sahiptir (Baysal 1991; Gül ve Özçelik 2000). Yetişkin kadın ve erkeğin ortalama günlük gereksinmeleri düşünüldüğünde 400 g ekmek; günlük enerjinin %40-44, proteinin %51-55, demirin %16-62, kalsiyumun %12-74, B1 vitamininin %35-82, B2 vitamininin %16-39, niasinin %20-35'ini karşılamaktadır. Ekmeğin proteininden gelen enerji oranı ise %13-15 arasındadır (Baysal 1991). 100 g katkılı beyaz ekmeğin enerji değeri 270, francala ekmeğin ise 240 kaloridir. 2500 kalorilik bir diyetin %70'lik kısmı ekmekten sağlandığında vücudun esansiyel amino asit ihtiyacı tamamen karşılandığı bildirilmektedir (Elgün ve Ertugay 1995).

2.2. Geleneksel ekmekler

Ekmekler yapımındaki yöntemlere bağlı olarak değişik türde üretilebilmekte olup yassı ekmek diğer bir ifadeyle düz ekmek kavramı günümüzde yaygın olarak bilinmektedir. Özellikle Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkelerinde tüketilen düz ekmek çeşitleri Türk, Arap, Hint ve Meksika mutfağının batıya açılmasıyla buradaki ülkelerde de tüketilmeye başlamıştır. Gittikçe popülaritesi artan ve ticari amaçla da üretilen bu ekmek çeşitleri yüksek hacimli tava ekmeklerinden oldukça farklı özellikler göstermektedir. Bu tip ekmekler düşük spesifik hacimli, yüksek kabuk ve ekmek içi özelliklerine sahip, tava ekmeklerine göre daha kısa fermantasyon süresi ve yüksek pişirme sıcaklığına ihtiyaç duyarlar (Faridi 1988; Penfield ve Campbell 1990; Hui 1994; Qarooni 1996; Quail 1996). Bu ekmekler tek katlı ve çift katlı olarak sınıflandırılmakta (Qarooni 1996) olsalar da, gerek üretim bölgelerinin ve kullanılan malzemenin farklı olması, gerekse elde edilen ürünlerin farklı olması nedeniyle sınıflandırılmaları netlik kazanamamıştır (Coşkuner ve ark. 1999). Bu ekmekler İngilizce literatürde "flat bread" olarak bilinmektedir.

2.2.1. Bazlama

Anadolu'da özellikle de Orta Anadolu'da un, su, tuz ve ekşi hamur kullanılarak yapılan, oldukça yaygın bir düz ekmek çeşididir. Hazırlanan hamur 2-3 saat süren bir fermantasyon işleminden sonra 200-250 g'lık parçalara kesilir,

yuvarlanır, daire şeklinde 20-25 cm kadar çaplı ve 3cm kalınlığında açılır. Kızgın saç üzerinde veya tandırda pişirilir. Bazlamanın pişmiş kalınlığının 1.5-2 cm, renginin unun randımanına göre esmer veya beyaz olduğu belirtilmiştir (Tekeli 1970; Kılıçarslan ve Özdal 1992).

Bazlama Denizli'de mısır ve buğday unu karıştırılarak yapılmaktadır (Halıcı 1981). Bazı yörelerde bazlamanın üstüne susam ekilmektedir (Koşay ve Ülkücan 1961; Tekeli 1970). Bazlamaya Eskişehir'de "tapıl," Aydın'da "bezdirme," Isparta'da ve Denizli'de "bazdırma" denilmektedir (Oğuz 1976; Halıcı 1983).

Mayalı olarak hazırlanan diğer geleneksel düz ekmeklerimiz; ebeleme, gömeç, mayalı sepe, kakala, kalın, pobuc, gastra, gilik, pıt pıt, saç ekmeği ve saç arası ekmeğidir (Tekeli 1970; Halıcı 1983).

Bazlama bazı yörelerde un, su, tuz ile mayasız olarak hazırlanan, yufkadan biraz daha kalın ve küçük olarak, saçta pişirilerek hazırlanmaktadır. Bu şekilde hazırlanan mayasız bazlamaya Adıyaman, Trabzon ve Malatya'da "tablama" (Oğuz 1976; Halıcı 1991), Zonguldak ve Çankırı'da "göbü" (Oğuz 1976), İzmir'de "bezdirme", Manisa'da "pezdirme" (Halıcı 1981) adı verilir.

2.2.2. Lavaş

Dünyanın pek çok ülkesinde üretilmekte olan lavaş ekmek, Faridi (1988) tarafından oval veya dikdörtgen şekilli, 60-70 cm uzunluğunda, 30-40 cm genişliğinde, 2-3 mm kalınlığa sahip, yaklaşık 220-225 g ağırlığındaki düz ekmek olarak tanımlamaktadır. Lavaş ekmeğin kabuk rengi krem-beyaz olup tüm yüzeye yayılmış küçük kabarcıklar bulundurur (Faridi 1998, Ouail ve ark. 1991, Qarooni 1996)

Ülkemizde geleneksel lavaş üretiminde, hamur hazırlandıktan sonra 1-3 saat kadar fermantasyona bırakılıp, yaklaşık 300 g'lık parçalara bölünür, 5-10 dakika ara fermantasyondan sonra oklava veya merdane ile açılarak düzleştirilir. Özel yapılmış bir yastık üzerine konulan açılmış hamur, fırının duvarına sıkıştırılarak yapıştırılır. Bu şekilde pişirilen ekmekler hemen tüketilmeyecekse hızlı bir şekilde kurutulur ve bu haliyle depolama koşullarına bağlı olarak 3-6 ay kadar saklanabilir (Tekeli 1970).

Lavaş ekmek genellikle Erzurum, Kars, Muş, Konya, Sivas ve Erzincan gibi yörelerde yapılır. Lavaş piştikten sonra çoğunlukla 30-40 cm uzunluğunda 15-20 cm genişliğinde 1-1.5 cm kalınlığında elips şeklinde olmaktadır. Üretim şekline bağlı olarak şekil, kalınlık ve çap özellikleri değişebilmektedir (Tekeli 1970). Lavaş ekmeğine benzer şekilde yapılan "gübaye" ekmeği ise buğday, mısır ve arpa unlarından hazırlanmaktadır (Koşay ve Ülkücan 1961).

2.2.3. Yufka

Anadolu'da yaygın olarak yapılan yufka geleneksel Türk mutfağının önemli ekmeklerindendir. Türkmen dilinde yufka her şeyin incesi demektir (Oğuz 1976).

Yufka yapımında un, su ve tuz ile mayasız olarak hamur yoğrulur ve 30 dakika dinlendirilir. Hamur yumaklar haline getirildikten sonra oklava ile 1-2 mm kalınlıkta, 40-50 cm çapında daire şeklinde yuvarlanarak açılır, inceltilir ve kızgın saç üzerinde pişirilir. Pişmiş yufka oldukça dayanıklı bir düz ekmek çeşididir. Rengi, yapıldığı unun randımanına göre değişmektedir (Tekeli 1970).

Yufka dayanıklılık bakımından en uzun ömürlü ekmek tipi olup, altı ay dayanabilir (Tekeli 1970). Su içeriği çok düşük olan bu tip ekmeklerin, yeneceği zaman ıslatılmaları gerekmektedir (Ongan 1958). Bazı yörelerde ise şebit, işkefe, gardalaç olarak adlandırılan yufka ekmekleri, mısır unu ile de yapılabilmektedir (Oğuz 1976).

Dünya üzerinde Ülkemizdeki geleneksel düz ekmeklere benzer, mayalı ve mayasız olarak üretilen ekmek çeşitleri mevcuttur. Bunlardan bazıları aşağıda kısaca özetlrnmiştir.

Arabik ekmek (Pita ya da Kübban ekmeği); genellikle beyaz undan yapılan bir düz ekmek çeşidi olup, Mısır, Suriye, Lübnan, Ürdün, ABD, Kanada, Suudi Arabistan'da üretilmektedir. Çift katlı, disk şeklindedir. Karakteristik özelliği ekmek katmanlarının birbirinden tamamen ayrılmış olmasıdır. Yaklaşık 120 g ağırlığındadır (Quail 1996).

Balady; Mısır'a özgü mayasız olarak hazırlanan, çift katlı ve yuvarlak şekilli, yaklaşık 150 g ağırlığında ve yüksek sıcaklıkta çok kısa sürede pişirilen düz ekmek çeşididir (Faridi 1988).

Barbari; mayalı, kalın, oval şekilli, yaklaşık 700 g ağırlığında olan ve 220^0C'de 8-12 dakika pişirilerek hazırlanan İran'da üretilen düz ekmektir (Faridi 1988).

Chapati; genellikle yüksek su kaldıran unlar kullanılarak hazırlanan, bazlama benzeri bir ekmek olup, kızgın saç üzerinde pişirilerek elde edilmektedir. Pakistan, Çin ve Hindistan'da yaygın olarak üretilmektedir (Faridi 1988). Türkiye, Suudi Arabistan'da Chapati'ye benzer şekilde hazırlanan Tannouri (tandır ekmeği) ekmeği tandır denilen fırınlarda pişirilir

Sangak; İran'a ait, ekşi hamurdan hazırlanan, üzerine susam veya haşhaş serpilerek, 250^0 C'de 3-5 dakika pişirilip yaklaşık 400 g ağırlığında elde edilen ekmek çeşididir (Faridi 1988).

2.2.4. Geleneksel ekmekler ile ilgili yapılan çalışmalar

Ülkemizde geleneksel ekmek çeşitleri üzerine yapılan çalışmalar oldukça az olup, bu çalışmalardan birinde, iki farklı buğday ununa %10- 40 oranlarında arpa unu ve %5-20 oranlarında buğday kepeği karıştırılarak, bazlama üretilmiştir. Arpa unu ve buğday kepeğinin bazlamanın duyusal özellikleri, renk ve yumuşaklık değerlerine etkileri araştırılmıştır. Artan oranda arpa unu ve buğday kepeği ikameleriyle bazlamanın duyusal özelliklerinin olumsuz etkilendiği, buğday kepeği ikamesiyle düşük L, yüksek a ve b değerlerine sahip bazlamaların üretildiği belirlenmiştir. Yumuşaklık değerlerinin ise artan arpa unu ikamesiyle arttığı ve tüm değerlendirmeler sonucunda bütün bazlama örneklerinin kabul edilebilir özellikte oldukları bulunmuştur (Başman ve Köksel 1999)

Akbaş (2000) tarafından yapılan bir diğer çalışmada, mısır ununa farklı oranlarda buğday unu katılıp, ekşi maya ya da kompres maya kullanılarak yapılan bazlama örneklerinin kaliteleri ile fitik asit miktarları araştırılmıştır. Un paçalındaki buğday unu miktarı arttıkça, bazlama ekmeklerinin çaplarının azalarak yüksekliklerinin arttığı belirlenmiştir. Ayrıca, buğday unu ilavesinin katılma miktarına bağlı olarak, L değerini artırdığı, b değerini ise azalttığı ve ekşi maya kullanılarak hazırlanan ekmeklerin fitik asit kaybının kompres maya kullanılanlara göre yüksek olduğu bulunmuştur.

Başman ve Köksel (2001); iki farklı buğday ununa değişik oranlarda arpa unu ve buğday kepeği karıştırılarak ürettikleri yufka örneklerini duyusal özellikleri açısından değerlendirdiklerinde; arpa unu ve buğday kepeğinin etkilerinin hemen hemen benzer olduğunu ve bunlarının ilavesinin duyusal özelliklerde hafif bir düşeşe neden olmasına karşın, bütün yufka örneklerinin kabul edilebilir olduğunu bildirmişlerdir.

Diğer bir çalışmada ise Çukurova bölgesinde yetiştirilen bazı buğday çeşitlerinden yapılan tava ekmeği ile tek ve çift katlı düz ekmeklerin kaliteleri incelenmiş ayrıca hamur formülasyonuna ekmek mayası yanında ekşi hamur mayası katılmasının ekmeklerin kalitelerine etkileri araştırılmıştır (Coşkuner 2003).

Coşkuner ve Karababa'nın (2005) çalışmalarında, iki faklı ekmeklik buğday ununa farklı oranlarda karıştırılan tritikale ununun (%20-80), hamur reolojik özellikleri ve bazlama, lavaş ve yufka ekmeklerinin duyusal özellikleri araştırmışlardır. Reolojik değerlendirmeler sonucunda, artan oranda tritikale unu ilavesi ile buğday unundan üretilen kontrole göre genel olarak farinografta su absorbsiyonu, gelişme süresi ve stabilete değerlerinde artış, ekstensografta direnç ve uzamaya direnç değerlerinde düşüş meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Duyusal değerlendirmeler sonucunda, bazlamalarda buğday unu ile %50, yufka örneklerinde %20-60, lavaşlarda ise %40-50 oranlarında tritikale unu karıştırılarak hazırlanan ekmeklerin en çok beğenilenler olduklarını bildirmişlerdir.

Taşdemir (2005) ise ticari bir değirmenin değişik un pasajlarından elde edilen unların bazlama ve yufka yapımına uygunluklarını araştırdığı çalışmasında, teknolojik özellikleri üstün olan pasajlarda daha kaliteli bazlama ve lavaş üretilebileceğini bildirmiştir. Yapılan duyusal değerlendirmeler sonucu ise ilk dört redüksiyon pasajları ve özellikleri iyi bulunan redüksiyon pasajlarından oluşturulan kombinasyonlarla hazırlanan bazlama ve yufka örnekleri en yüksek puanları alırken, son redüksiyon ve ara pasajlardan hazırlanan yassı ekmeklerin en düşük puanlara sahip olduğunu rapor etmiştir.

2.3. Karabuğday

Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) ilk olarak orta ve kuzeydoğu Asya'da yetiştirilmeye başlanmış, daha sonraları Rusya üzerinden Avrupa'ya ve tüm dünyaya yayılmıştır (Taira 1974; Marshall ve Pomeranz 1982). Karabuğday neredeyse dünyanın her yerinde çoğunlukla ise kuzey yarımkürede (Li ve Zhang 2001) Rusya, Çin, Kanada, Fransa, Almanya, İtalya ve Polonya gibi birçok ülkede yetiştirilmektedir (Aeceeba 1987). Şimdilerde Rusya, karabuğdayın en büyük üreticisi konumundadır. FAO'nın 2007 verilerine göre, Rusya'da karabuğday üretimi yıllık 1004850 ton Çin'de ise 800000 ton olup, Rusya'nın 1305000 hektar ve Çin'in ise 900000 hektar karabuğday ekili alana sahip olduğu bildirilmiştir (Anon. 2007). Dünyada birçok türü bulunan karabuğdayın dokuz tanesi tarımsal öneme sahiptir (Aeceeba 1987). Bu dokuz tür arasında ise gıda olarak faydalanılan iki karabuğday türü yetiştirilmektedir; Yaygın karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) ve daha sert iklim koşullarında ve genellikle dağlık bölgelerde yetiştirilen ve üretim potansiyeli daha düşük olan Tartar karabuğdaydır (*Fagopyrum tataricum* Gaertner) (Marshall ve Pomeranz 1982; Lin ve ark. 1992; Mazza ve Oomah 2005).

Karabuğday, *Polygonaceae* ailesine ait olan çalı görünümlü bir bitkidir (Mazza 1993). Yaygın karabuğday (*Fagopyrum esculentum*) geniş yapraklı 1-1.5 m boyunda ve 250-350 kg/da verimde olup (Obendorf ve ark. 1991), serin iklim koşullarında, fakir topraklarda kısacası her türlü dezavantaja sahip koşullarda yetişebilen tek yıllık bir bitkidir. Örneğin; Çin'in güneybatısında çok verimsiz arazilere sahip özerk iki bölgede neredeyse hiçbir ürün yetiştirilemezken karabuğday iyi bir şekilde yetiştirilebilmektedir (Aeceeba 1987).

Genelde Nisan ayında ve Temmuz ayının ortasında ekimi yapılan karabuğday, ekim işleminden 3-5 gün sonra topraktan çıkar ve 1 ay içinde tohum vermeye başlar. %75-95 tohum olgunluğuna ulaştığında ise hasat edilir. 8-14 hafta içinde olgulaşarak tohum veren karabuğdayın küflenmeden korunması için kabuklarıyla depolanırken, kabuksuz formu kısa süreli depolamaya uygundur (Acar 2009).

Karabuğday, yapay gübre, pestisitler ve diğer kimyasallar kullanılmadan yetiştirilen ekolojik tarıma uygun en önemli alternatif ekinlerden biridir (Kreft

1994). Karabuğday tohumu kimyasal ve yapısal kompozisyonu bakımından tahıllara benzerlik göstermektedir (Pomeranz 1983; Li ve Zhang 2001). Karabuğday kabukla (perikarp tabakası) örtülü üç köşeli bir tohuma sahiptir. Karabuğday tohumunun tam şekli, büyüklüğü ve rengi, çeşit ve türe bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Kabuk kısmı parlak veya mat kahverengi, siyah veya gri olabilir ve tanenin iç kısımlarına doğru renk açılmaya başlar. Perikarp tabakası sıkı fibröz yapısında olup tohumun üstünü, endospermi ve embriyoyu sıkıca kaplar (Pomeranz 1983; Steadman ve ark. 2001a). Kabuksuz karabuğday tohumu groat olarak adlandırılmaktadır (Obendorf ve ark. 1991; Edwardson 1995). Groatın ilk tabakası açık yeşil renkteki bir hücreli kalın testa tabakasıdır. Testa tabakasının altında, ince hücre duvarına sahip nişastalı endospermi çevreleyen bir hücreli aleuron tabakası yer almaktadır. Groatın iç kısmı spermaderm ve endospremden oluşmaktadır. Embriyo kısmı endospermin merkezinde olup iki kotiledon uzanmaktadır (Joshi ve Rana 1995). Karabuğday tanesinin perikarp, tohum kabuğu, endosperm ve embriyo oranlarını sırasıyla %22, 13, 48 ve 17' dir (Dorrell 1971). Karabuğday tohumlarının tadı hafif acı olup (Kawakami 1994), en dikkat çeken özellikleri; yüksek besin değeri ve gluten içermemesidir (Taira 1974).

Karabuğday tanesinin (groat) genel komposizyonunu inceleyen Kim ve ark. (1994), %16.2-20.4 ham protein, %2.2-2.9 lipit, % 2.8-4.3 kül içeriğine sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Toplam karbonhidrat miktarı %63.0-68.1 arasındadır. Shim ve ark. (1998) ise bütün karabuğday tanesinin ham protein miktarını % 13.00±0.28, lipit miktarını % 2.9±0.1 ve kül miktarını %2.7±0.13 olarak bildirmişlerdir.

Protein : Karabuğday proteinleri bitki aleminde en yüksek biyolojik değere sahip kaynaklar arasındadır (Marshall ve Pomeranz 1982). Karabuğday proteinleri, sindirilebilirliği düşük olmasına rağmen iyi dengelenmiş amino asit kompozisyonu sayesinde yüksek bir biyolojik değere sahiptir (Pomeranz ve Robbins 1972; Ikeda ve Kishida 1993).

Karabuğday tanesinin (groat) protein içeriği %7-21 arasında değişmektedir. Karabuğdayın protein oranı çeşit ve çevresel faktörle bağlı olarak değişim göstermektedir (Mazza 1993; Barta ve ark. 2004). Karabuğday tanesinin protein içeriğini, Steadman ve ark. (2001a) %12-13, Li ve Zhang (2001) %12.11, Wei ve

ark. (2003) %12-13, Krkoskova ve Mrazova (2005) %8.51-18.87, Stempinska ve Soral-Smietana (2006) %12.02 olarak rapor etmişlerdir. Karabuğdayın protein konsantrasyonunun kepek fraksiyonunda daha yüksek olduğu (Qian ve Kuhn 1999; Krkoskova ve Mrazova 2005), kavuz kısmında %4 oranıyla düşük olduğu embriyoda ise %55.9'a ulaştığı bildirilmiştir (Pomeranz ve Sachs 1972). Karabuğday ununda ise protein, çeşitlere göre %8.5-19 arasında değişmektedir (Fornal 1999). Yulaf unundan sonra en yüksek protein içeriğine sahip karabuğday ununun protein içeriği, pirinç, buğday, sorgum ve mısırdan daha yüksek orandadır (Li ve Zhang 2001).

Karabuğday proteinin büyük kısmını buğday proteinin aksine albümin ve globülin fraksiyonları oluşturmakta olup, Pomeranz (1983) karabuğday proteinin %80'nin albümin ve globülin, Ikeda ve ark. (1991) %64.5 globülin, %12.5 albümin, %8 glutenin ve %2.9 veya daha düşük oranda prolamin içerdiğini, Radovic ve ark. (1999), %70 globülin, %25 albümin, %4 glutenin içerdiğini ve prolamin içermediğini bildirmişlerdir.

Karabuğday proteinleri, diğer bitki proteinlerinde sınırlayıcı amino asit olan lisin ve arjininee zengindir. Bütün karabuğday türlerinde treonin ve metiyonin sırasıyla birinci ve ikinci kısıtlı amino asittir. Diğer bitki proteinleri treonin ve metiyonince zengindir. Bu nedenle yüksek kaliteli karabuğday proteinleri tahıl ve sebze proteinlerinin tamamlayıcısıdır (Pomeranz ve Robbins 1972; Ikeda ve Kishida 1993).

Birçok araştırma, lisin/arjinin ve metiyonin/glisin oranlarının, bitki proteinlerinin kolesterol düşüren etkilerini belirleyen kritik faktörler olduğunu açıklamıştır. Ancak mekanizma henüz net olmamakla birlikte (Li ve Zhang 2001), karabuğday proteinlerinde lisin/arjinin ve metiyonin/glisin oranlarının diğer bitki proteinlerinden daha düşük olmasından dolayı, karabuğdayın güçlü kolesterol düşürme etkisine sahip olduğunu ifade edilmektedir (Carroll ve Kurowska 1995). Ayrıca karabuğday proteinlerinin kolesterol düşüren etkisi, karabuğday proteinlerinin ve besinsel lif gibi diğer bileşenlerin düşük sindirilebilirliğinin göstergesidir (Kayashita 1997).

Karabuğdayda glutenin bulunmayışı, karabuğday ununu çölyak hastaları için uygulanan glutensiz diyetlerin önemli bir parçası haline getirmiştir (Wijngaard ve

Arendt 2006). Kabuğu alınmış karabuğday tohumu ve karabuğday unu, glutensiz ekmek ve diğer tahıl ürünü formülasyonları için mükemmel bir bileşen olup, immünolojik analizler karabuğdayın çölyak hastaları için hiçbir zararlı proteini içermediğini göstermektedir (Aubrecht ve Biacs 2001). De Francishi ve ark. (1994) yaptıkları çalışmalarında reolojik analizler sonucu karabuğday ununun gluten içermediğini bildirmişlerdir.

Karbonhidrat: Karabuğday tanesi (groat), %67.8-70.1 oranında toplam karbonhidrat içeriğine sahiptir. Toplam karbonhidratın yaklaşık %54.5'unu nişasta, %0.65-0.76 indirgen şeker, %0.79-1.16 oligosakkarit, %0.1-0.2 nişasta olamayan polisakkarit olşturur (Mazza 1993; Li ve Zhang 2001; Steadman ve ark. 2001a).

Karabuğdayın nişasta granülleri çok köşeli veya yuvarlak şekilde olup, 2-12 μm büyüklüğündedirler. Çoğunlukla ise granül yapıda 6-8 μm çapındadır (Pomeranz 1983).

Karabuğday nişastasının su bağlama kapasitesi %109.9 olup bu değer buğday ve mısır nişastasından daha yüksektir (Qian ve ark. 1998). Karabuğday nişasta taneciği boyutunun küçük ve yüzeyinin porlu olmasından dolayı, alfa amilaz hassasiyeti buğday ve mısır nişastasındakinden yüksek olup, çok hızlı bir şekilde düşük moleküllü şekerlere parçalanabilmektedir (Marshall ve Pomeranz 1982; Qian ve ark. 1998).

Karabuğday nişastasında amiloz-lipit komplekslerinin varlığı ve yüksek oranda amiloz ve lipit içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir (Qian ve ark. 1998; Yoshimoto ve ark. 2004). Qian ve ark. (1998) tarafından karabuğday nişastasının %46 oranında yüksek amiloz içeriğine sahip olduğu rapor edilmesine karşın diğer birçok araştırmada %21.1-27.4 arasında değiştiği bulunmuştur (Li ve ark. 1997; Noda ve ark. 1998; Zheng ve Sosulski 1998; Yoshimito ve ark. 2004). Yoshimoto ve ark. (2004) ise mevcut amiloz (%15.6-17.9) içeriği ile görünen amiloz içeriği (%25.5-26.5) arasında büyük fark olduğunu bildirmişlerdir. Bu farkın iyotla kompleks yapma eğiliminde bulunan daha uzun zincirli amilopektinlerin varlığından kaynaklandığını saptamışlardır. Noda ve ark. (1998) ile Praznik ve ark. (1999) tarafından da uzun zincirli dallı yapıdaki amilopektin varlığı onaylanmıştır.

Genellikle karabuğday nişastası diğer tahıl nişastalarına göre yüksek jelatinizasyon sıcaklığı ve pik viskozite değerleri göstermektedir. (Wei ve ark. 1992;

Zheng ve ark 1998). Amilografta ölçülen pik jelatinizasyon sıcaklıkları, karabuğdayın orijinine bağlı olarak değişiklik göstermekte olup, Noda ve ark. (1998) tarafından 52.7-66.7 ^{o}C, diğer bir çok çalışmada ise 63.7-70.8 ^{o}C olarak tespit edilmiştir (Li ve ark. 1997; Qian ve ark. 1998; Qian ve Kuhn 1999; Yoshimoto ve ark. 2004). Wei ve ark. (1992) yaptıkları çalışmada, karabuğday ununun jelatinizasyon sıcaklığının buğday unundan 5.1-6.9^{o}C daha yüksek, nişasta granüllerinin su absorbsiyonunun daha güçlü olduğunu bildirmişlerdir.

Karabuğday önemli besinsel lif ve dirençli nişasta tipine sahiptir. Karabuğday nişastasının çoğunluğu sindirilebilir nitelikte olmasına karşın az bir kısmı hidrolize dayanıklıdır. Nişastanın fiziksel yapısı, redragradasyon derecesi, amilozun amilopektine oranı ve nişasta olmayan engelleyici bileşikler gibi çeşitli faktörler nişastanın sindirilebilirliğini etkilemektedir (Skrabanja ve ark. 1998). Çiğ karabuğday tanesinin %73.5'ini oluşturan nişastanın %33.5'lik kısmı dirençli nişastadır. Uygulanan işlemler dirençli nişastayı etkileyebilmekte olup, örneğin bu oran (%33.5) pişirme işlemi ile %7.5'a kadar düşmektedir (Skrabanja ve Kreft 1998; Steadman ve ark. 2001a). Skrabanja ve ark. (2004) yüksek miktarda dirençli nişasta içeriğine sahip olan karabuğdayın, kolon kanserini engellemede faydası olabileceğini bildirmişlerdir.

Karabuğdayda toplam besinsel lif içeriği genetik ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Toplam besinsel lifin temel bileşenleri endospermin hücre duvarında, aleuron tabakasında ve tohum kabuğunda konsantre olan, selüloz, nişasta olmayan polisakkaritler ve lignindir. Kabuğu alınmış karabuğday tohumlarında (groat) toplam besinsel lif içeriği %5-11 arasında değişmektedir (Zheng ve ark. 1998; Steadman ve ark. 2001a)

Kabuksuz karabuğday tanesinde toplam besinsel lifin içeriğinde farklılıklar görülür. Öğütülmüş karabuğday tanesinin kepek fraksiyonu besinsel lif açısından oldukça zenginken (%13-16), karabuğday unu daha düşük oranda lif içeriğine (%1.7-8.5) sahiptir (Steadman ve ark. 2001a). Nutrisyonel özellikleri bakımından toplam besinsel lif çözünen ve çözünmeyen besinsel lif olarak sınıflandırılmaktadır. Çözünmez besinsel lif, mide, ince bağırsak ve kolondan geçiş süresini azaltır ve dışkı kütlesini arttırır. Bu nedenle şişkinliği engellemekte ve kabızlık tedavisinde kullanılır. Çözünür besinsel lif, yüksek viskozitesinden dolayı midenin boşalmasını

yavaşlatır, belirli besinlerin emilimini azaltır ve incebağırsakta geçiş zamanını arttırmaktadır. Çözünür besinsel lif glikoz emiliminin yavaşlamasına katkıda bulunur (Anon. 2008b). Karabuğdayda besinsel lifin büyük bir kısmını çözünebilir lif oluşturmakta ve kötü LDL kolesterolünü düşürücü etkisiyle toplam kolesterolün düşürülmesinde önemli görev üstlenmektedir (He ve ark. 1995).

Kim ve ark. (1993) kabuksuz karabuğday tanesinde kuru madde esasına göre çözünmez, çözünür ve toplam besinsel lif içeriğini sırasıyla % 2.3, 3.79 ve 6.11 olarak bulmuştur. Kabuksuz karabuğday tanesinde çözünür besinsel lif içeriğinin çözünmez besinsel lif içeriğinden daha yüksek olduğuna dikkat çekmiştir.

Karabuğday besinsel lif içeriğinden dolayı vücutta daha yavaş sindirilmekte ve karabuğdayla üretilen ürünler düşük glisemik indekse sahip olmaktadır. Beyaz buğday unu ile üretilen ekmeğin glisemik indeksi 100 kabul edildiğinde, %50 karabuğday unu ikamesiyle hazırlanan ekmeklerde glisemik indeks 66.2'ye düşmektedir, bu nedenle karabuğday ürünleri tüketildiğinde kandaki glikoz ve insülin oranı çok daha yavaş artmaktadır (Skrabanja ve ark. 2001).

Lee ve ark. (1995) toplam sindirilebilir polisakkarit içeriğini çiğ, kavrulmuş ve haşlanmış kabuksuz karabuğday tanelerinde sırasıyla % 10.3, 10.0 ve 14.7 olarak bulmuştur. Haşlama, kabuğu alınmış karabuğday tanelerinde toplam sindirilebilir polisakkarit oranını arttırmıştır.

Karabuğdayın prebiyotik etkiye sahip olduğuna dair literatür bilgileri mevcut olup, Prestamo ve ark. (2003) karabuğdayın prebiyotik etkisini sıçanlar üzerinde araştırdıkları çalışmalarında, karabuğday tüketimiyle sıçan bağırsağında aerobik mezofilik ve laktik asit bakterilerinin içeriğinde bir artış olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca *Enterobacteriaceae* familyasına ait bakterilerde küçük bir azalma ve daha az patojenik bakteri gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, karabuğdayın bir prebiyotik ürün olarak düşünülebileceğini doğrulamaktadır.

Fagopyrinler özel karbonhidrat bileşenleri olup ilk olarak karabuğdayda tanınmış ve karabuğdayın Latince ismiyle adlandırılmıştır. Fagopyrinler D-*chiro*-inositolün mono-, di-, trigalaktozlu türevleridir ve bu bileşenler karabuğdayın embriyo ve aleuron tabakalarına akümüle olmuşlardır. Bitki kaynakları arasında karabuğday bu karbonhidratlar bakımından en zengin olanı olup karabuğdayda bulunan bu fagopyrinlerin tip II şeker hastalığının tedavisinde kullanılabileceği

bildirilmiştir. Öğütülmüş karabuğday tanesinin kepek fraksiyonu %2.6 fagopyrin içerirken, koyu karabuğday ununun %0.7, açık renk karabuğday ununun ise % 0.3 fagopyrin içerdiği rapor edilmiştir. Literatürde D-*chiro*-inositolün kan şekeri ve insülin aktivitesi üzerinde olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir (Ortmeyer ve ark. 1993; Fonteles ve ark. 2000). Karabuğday özünün sentetik D-*chiro*-inositol gibi aynı derecede kan şekeri düzeyini düşürebildiği gösterilmiştir (Kawa ve ark. 2003). Ayrıca D-*chiro*-inositolün polikistik over gelişimini kontrolde yardımcı olduğu kanıtlanmıştır (Nestler ve ark. 1999).

Lipit: Steadman ve ark. (2001a), bütün karabuğday tanesinde toplam lipit içeriğinin %1.5-4.0 arasında değiştiğini rapor etmiştir. Lipit içeriği en yüksek embriyoda iken (%9.6-19.7), endosperm %2-3, kabuk kısmı ise en düşük (%0.4-0.7) lipit içeriğine sahiptir (Bonaffacia ve ark. 2003).

Karabuğday yağ asitlerinin yaklaşık % 95'i palmitik, oleik, linoleik ve linolenik yağ asitlerinden oluşmaktadır (Belova ve ark. 1971; Lockhart ve Nesheim 1978). Karabuğday %80 doymamış yağ asitleri ve %40'dan daha fazla çoklu doymamış asiti birlikte (Krkoskova ve Mrazova 2005), tahıl tanelerine yağlı asit kompozisyonunda besinsel açıdan üstünlük gösterir (Steadman ve ark. 2001a). Lee ve Sohn (1992) karabuğday ununda lipit bileşenini analiz ettikleri çalışmalarında, karabuğday ununda %89-96 nötr lipit, %2-11 glikolipit ve %2-6 fosfolipit bulmuşlardır.

Mineral madde: Karabuğday önemli bir mineral madde kaynağı olup, karabuğdayın kepek kısmında mineral konsantrasyonu endospermden daha yüksektir. Karabuğday tanesinde kuru madde esasına göre mineral içeriği, tüm tanede %2-2.5, tahıl özünde %1.8-2, kabuksuz tanede %2.2-3.5, unda %0.9 ve kabukta %3.4-4.2 dir (Lin 1994). Karabuğday taneleri; Zn, Cu, Mn ve Se gibi mikro elementlerin (Stibilj ve ark. 2004) ve K, Na, Ca ve Mg gibi makro elementlerin önemli bir kaynağıdır (Wei ve ark. 2003). Karabuğday tanesinde (groat) 565 mg/100g K, 490 mg/100g P, 267 mg/100g Mg, 19.7 mg/100g Ca, 3.03 mg/100g Fe, 2.92 mg/100g Zn ve 1.64 mg/100 g Mn bulunur (Steadman ve ark. 2001b). Karabuğdayda özellikle Zn, Cu ve K'un biyoyararlılığı yüksektir. Karabuğday ununun 100 g'ı Zn, Cu, Mg ve Mn için tavsiye edilen günlük alım miktarının (RDA) yaklaşık olarak %13-89 nu karşılamaktadır (Ikeda ve ark. 1995).

Karabuğdayın tam ununda yapılan analizde 6.9-16.5 mg/100g Ca , 5.2-50.4 mg/100g Fe, 2.8 mg/l00g Zn, 174 mg/l00 g Cu, 14.3 mg/l00 Mg, 426 mg/l00g P bulunmuştur. Karabuğdayın Fe içeriği büyük değişiklikler gösterebilmektedir (Shim ve ark. 1998).

Minerallerin biyoyararlılığı açısından önemli bir antibesinsel faktör olan fitik asit miktarı karabuğday tam ununda ortalama 1030mg/100g olarak yer almaktadır (Shim ve ark. 1998).

Vitamin: Karabuğday tanesi B grubu vitaminlerle birlikte E vitaminini önemli miktarda içermektedir. Ayrıca çimlenmiş karabuğdayda C vitamini miktarı artmakta ve 25 mg/100g'a kadar yükselebilmektedir. Karabuğdayın, A, B_1, B_2, B_3, B_5, B_6 ve E vitamini içeriği sırasıyla 0.21 mg/100g, 0.46mg/100g, 0.14mg/100g, 1.80 mg/100g, 1.05 mg/100g, 0.73mg/100g ve 5.46 mg/100g olarak belirlenmiştir (Aufhammer 2000; Gabroska ve ark. 2002; Bonafaccia ve ark. 2003). B grubu vitaminler endosperm ve embriyonun çevresinde konsantre olmuşlardır (Schynder ve ark. 2001). Karabuğday tanesi, buğday, arpa, yulaf ve çavdardan daha yüksek oranda tokoferol (Vit. E) miktarına sahiptir. Tartary (*F. tataricum)* karabuğdaydaki B vitamini ve tokoferol miktarı yaygın (*F. esculentum*) karabuğdaydakinden daha yüksektir (Wijngaard ve Arendt 2006).

Flavanoidler: Karabuğday birçok flavonoid bileşeni içermektedir. Flavonoidlerin kandaki kolesterol düzeyini azaltmadaki, kılcal ve atar damarları güçlü ve esnek tutmadaki, yüksek kan basıncı ve damar sertliği riskini azaltmadaki etkililiği bilinmektedir (Li ve Zhang 2001; Fabjan ve ark. 2003). Karabuğday tohumlarındaki flavonoid içeriği ve kompozisyonu, yetişme evreleri boyunca ve karabuğday türlerinde farklılık göstermektedir. Genellikle *F. tataricum*'un (40 mg/g civarında) flavonoid içeriği, *F. esculentum*'dan (10 mg/g) daha yüksektir. *F. tataricum*'un çiçekleri, yaprakları ve saplarında, flavonoid içeriği, 100 mg/g'ı aşabilmektedir (Li ve Zhang 2001).

Karabuğday, önemli rutin ve quarsetin kaynağıdır (Oomah ve Mazza 1996; Holasova ve ark. 2002). Rutin karabuğdayda bulunan başlıca flavonoid olup bir flavonal glikozoidtir. Karabuğdayın kabuk kısmı rutin, orientin, vitexin, quarsetin, isovitexin ve isoorientin bakımından zenginken, kabuğu çıkarılmış karabuğday tanesinde sadece rutin ve az miktarda da isovitexin bulunmaktadır (Kreft ve ark.

1999). Rutin, anjiyotensin I enzim aktivitesini etkiler ve kan basıncını kontrol etmektedir (Kawakami ve ark. 1995).

Kabuksuz karabuğday tanelerinin cinsine göre değişmekle beraber rutin içeriği, 8.8-24.8mg/100g arasında bulunmuştur (Maeng ve ark. 1990). Fabjan ve ark. (2003), tartary karabuğday tohumlarının, yaygın karabuğdaydan daha çok rutin içerdiğini belirlemiştir. Ayrıca yaygın karabuğday tohumlarından daha fazla quarsetin içerir. Tartary karabuğday tohumlarının acı tadı rutin ve quarsetinden kaynaklanmaktadır. Yaygın karabuğdayın bunları daha az içermesinden dolayı daha iyi bir tada sahip olması, bu çeşidi daha popüler hale getirmiştir (Fabjan ve ark. 2003).

2.3.1. Karabuğdayın kullanım alanları

Karabuğday insan diyetinde besleyici özelliklerinden dolayı yüksek popülarite kazanmıştır. Karabuğdayın bu kadar önem kazanması, sağlığa faydalı bioaktif bileşenleri yüksek oranda içermesi ve organik gıda olarak yetiştirilebilmesinden kaynaklanmaktadır (Anon. 2008b).

Karabuğdayın yeşil bitki yaprakları sebze (Kreft 1995; Park ve ark. 2000), çiçekleri ise arılar için bal nektarı kaynağı olarak kullanılmaktadır (Nagai ve ark. 2001; Paradkar ve Irudayaraj 2002). Yeşil sebze yapraklarından, karabuğday çayı üretilmektedir (Marshall ve Pomeranz 1982). Kavuzu ayrılmış karabuğday taneleri, mercimeğe benzer şekilde pilav ve sulu yemeklerde kullanılabilmektedir. Karabuğdayın alkollü içki ve sirke üretimi için kullanıldığı da literatürde yer almaktadır (Campbell 1997).

Karabuğday taneleri insan beslenmesi dışında üçte bir oranında diğer tahıllarla karıştırılarak hayvan yemi olarak kullanılabilmektedir.

Karabuğdaydan beyaz un üretiminde, karabuğday tohumu ya kabuğu ayrıldıktan sonra öğütülmekte, ya da karabuğday tanesi doğrudan öğütülüp, daha sonra kabuk elenerek ayrılmaktadır (Marshall ve Pomeranz 1982). Un randımanına bağlı olarak karabuğday ununun, başta renk olmak üzere, kül, protein, selüloz, mineral madde ve flavanoid içeriği değişmektedir.

Karabuğday unu, tam unu ve kepeğinin unlu mamüllerde kullanımına yönelik pek çok araştırma bulunmaktadır. Bu araştırmalar ekmek, erişte-spagetti, bisküvi-kek, diğer ürünler başlıkları altında aşağıda özetlenmiştir.

2.3.1.1. Karabuğdayın ekmek üretiminde kullanımı

Bonafaccia ve Kreft (1994) buğday ununa %15, 30 ve 50 oranlarında karabuğday unu ikamesi ile hazırladıkları ekmeklerin teknolojik özelliklerini incelemişlerdir. %15 ve 30 karabuğday unu içeren ekmeklerin buğday unu ile hazırlanan kontrol ile aynı teknolojik özellikler gösterdiğini ancak %50 karabuğday ikamesi ile hazırlanan ekmeklerin hacimlerinin düşük, gözenek yapılarının çok kötü olduğunu tespit etmişlerdir.

Haber (1980) ekmek üretiminde %25 oranında karabuğday unu kullanılması durumunda, vital gluten, peynir altı suyu, ya da süt katkılaması ile kaliteli ekmeklerin üretilebildiğini belirtmiştir.

Chung ve Kim (1998a,b) %30 karabuğday unu, %70 buğday unu, vital gluten ve/veya gamlar kullanılarak hazırlanan hamurun reolojik özellikleri ve bu hamurlardan elde edilen ekmeklerin kalitesi üzerine çalışmışlardır. İlave edilen katkılar ile karabuğday unundan hazırlanan ekmeklerin hacim değerlerinin arttığını ve duyusal özelliklerinin geliştiğini rapor etmişlerdir.

Kim ve ark. (2000a) değişik oranlarda karabuğday unu ve buğday unu ile ürettikleri ekmek örneklerinde, %10 karabuğday unu ve %90 buğday unu ile yaptıkları ekmeklerin daha fazla karabuğday unu içeren ekmeklerden duyusal olarak daha iyi olduğunu tespit etmişlerdir.

Klava (2004) ekmeğin besinsel değerini arttırmak amacıyla buğday ununa farklı oranlarda karabuğday tam unu (KBTU) ikamesi ve maya, şeker ve tuz ilavesi ile ürettikleri ekmek örneklerini fiziksel, kimyasal, duyusal ve besinsel özelliklerini incelemişlerdir. Artan KBTU ilavesi ile; hamurların su absorbsiyon ve gelişme süresi artış gösterirken, stabilite değerlerinin düştüğünü belirlemişlerdir. Aynı zamanda ekmeklerde lif, linoleik asit ve linolenik asit, B_1 ve B_5 vitamin miktarlarında artış meydana gelerek besinsel olarak zenginleştiğini rapor etmişlerdir. Optimum KBTU kullanım oranını %15 olarak belirlemişlerdir.

Choi ve Chung (2007) %0, 15, 30 ve 45 oranlarında karabuğday ununu, buğday unu ile karıştırarak hazırladıkları ekmek örneklerinde yapılan duyusal analizler sonucunda %30 karabuğday unu ile hazırlanan ekmeklerin renk ve lezzet açısından en iyi bulunduğunu bildirmişlerdir.

Lin ve ark. (2009) buğday ununa %15 oranında KBTU ve karabuğday unu ikamesiyle ürettikleri ekmeklerde karabuğday ilavesi ile ekmek renklerinin koyulaştığını, fonksiyonel bileşikler (rutin, quarsetin) ve antioksidan özelliklerinin arttığını belirlemişlerdir. Duyusal değerlendirildiklerinde şahit örnek ile fark göstermediklerini ilave olarak tat-koku ve çiğneme özellikleri açısından daha fazla beğenildiklerini bildirmişlerdir.

Bojnanska ve ark. (2009) buğday unu ile %10-50 oranlarında KBTU kullanarak hazırladıkları hamurları reolojik olarak, bu formülasyonlardan ürettikleri ekmekleri ise kimyasal, besinsel ve duyusal olarak değerlendirdiklerinde, formülasyona KBTU ilavesi ile hamur örneklerinin su absorbsiyon ve gelişme süresi değerlerinde artış, direnç ve stabilite değerlerinde düşüş meydana geldiğini bildirmişlerdir. Artan oranlarda KBTU kullanımı ile ekmeklerin hacim ve spesifik hacim değerlerinin, protein, mineral ve rutin içeriğinin arttığını rapor etmişlerdir. Ekmek özellikleri açısından %10-20 oranlarında KBTU kullanımının uygun olduğunu tespit etmişlerdir.

2.3.1.2. Karabuğdayın erişte ve spagettide kullanımı

Karabuğday özellikle Güney Doğu Asya'da fonksiyonel gıda olarak önemli bir rol üstlenmektedir. Japonya'da taş değirmenden elde edilen, birinci kalite karabuğday unundan; aroması yüksek, kaliteli ve buğday unu eriştelerinden (noodle) daha çabuk pişen erişteler üretilmektedir. Bu tür eriştelerinin bileşiminde genellikle %30 karabuğday ununa yer verilmektedir (Udesky 1988). Kore erişte pazarında önemli yeri olan *Naengmyon* eriştelerinin formülasyonunda da minimum %5 karabuğday unu bulunmaktadır (Kim 1997).

Duarte ve ark. (1996) rafine ve tam karabuğday ununu %5-30 oranlarında durum buğdayı unu ile karıştırarak spagetti ürettikleri çalışmalarında, karabuğday unu ikamesi arttıkça lisin oranının yükseldiğini, tekstür ve aroma özelliklerinin ise

rafine karabuğday ununda %30, tam karabuğday ununda ise %15 düzeyinden sonra değiştiğini tespit etmişlerdir.

Manthey ve Hall (2007), %25 oranında karabuğday kepeği ikamesi ile ürettikleri spagettilerde, katılan karabuğday kepeğinin pişme kayıplarını arttığını ancak spagettilerde mineral, protein ve amino asit içeriğini arttırmak amacıyla karabuğday kepeğinin kullanılabileceğini rapor etmişlerdir.

Hung ve ark. (2007) bütün karabuğday tanesinden, kademeli olarak öğüterek elde ettikleri 16 un fraksiyonunu %40 oranında, buğday unu ile karıştırarak ürettikleri erişte örneklerinde; karabuğdayın iç tabakalarında dış tabakalarına doğru, eriştede pişirme süresi ve parlaklık (L) değerlerini azaldığını, elastikiyet ve sertliği arttığını rapor etmişlerdir.

Chillo ve ark. (2008), %10, 20 ve 30 oranlarında karabuğday unu ve %10, 15 ve 20 oranlarında buğday kepeği ilavesiyle spagetti üretmişler ve duyusal değerlendirmeler sonunda kontrol ile karabuğday katkılı örneklerin aynı değerleri vermiş olduğunu bildirmişlerdir.

Hatcher ve ark. (2008) KBTU, karabuğday beyaz ve koyu renkli unlarını 60:40 oranlarında buğday unu ile karıştırarak ürettikleri eriştelerde (*soba* noodle), karabuğdayın beyaz unu ile diğer fraksiyonlarına göre daha açık renkli ve duyusal olarak daha fazla beğenilen erişte üretiminin gerçekleştirilebileceğini, KBTU ve karabuğdayın koyu renkli unu ile ise erişte örneklerinin mineral, protein, diyet lifi ve fagopyrin değerlerinin artış gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Bilgiçli (2008) glutensiz erişte formülasyonunda, mısır nişastası ve pirinç unu ile birlikte %20 ve 30 oranlarında KBTU'nu kullanmıştır. KBTU ilavesi ile erişte örneklerinde kül, K, Mg ve P içeriğinin arttığını, pişirme kaybı, renk ve fitik asit içeriklerinin olumsuz yönde etkilediğini belirlemiştir. Duyusal olarak %20 oranında KBTU ilavesinin panelistler tarafından beğenildiğini ve glutensiz erişte üretiminde mineral maddece zenginleştirme açısından %20 oranında KBTU'nun kullanılabileceğini rapor etmiştir.

Bilgiçli (2009b) KBTU'nu %0-40 oranlarında buğday unu ile paçal ederek hazırladığı erişte örneklerinde, yüksek KBTU ikamesiyle eriştelerin selüloz, ham yağ ve fitik asit içeriklerinin arttığını ve %20 karabuğday tam unu ikamesiyle renk değeri

hariç duyusal özellikleri bakımından kabul edilebilir eriştelerin üretilebileceğini bildirmiştir.

2.3.1.3. Karabuğdayın bisküvi ve kekte kullanımı

Schober ve ark. (2003) glutene karşı hassasiyeti olan çölyak hastalarına yönelik, glutensiz bisküvi üretimi için oluşturdukları 3 farklı formülasyondan birinde %10 karabuğday unu kullanmışlardır. Karbuğday unu içeren bisküvilerin diğer örneklere göre, karabuğdayın doğal renginden dolayı daha koyu renkte olduklarını saptamışlardır.

Vomberger ve Gostencnik (2005) yaygın ve tartar karabuğday unlarını, hiç buğday unu ilave etmeksizin kullanarak gerçekleştirdikleri bisküvi üretiminde, kabul edilebilir sonuçlar elde etmişlerdir.

Liang and Ming (2006) farklı oranlarda karabuğday ununu, maya, şeker, yağ, yumurta, süt tozu, tuz, su ve aroma maddeleri ile karıştırıp 28 ºC de 2.5 saat fermente ettirerek ürettikleri bisküvi örneklerinin; kabul edilebilir renk, tekstür, aroma ve yüksek besinsel değere sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Gomme (1972) ise pankek un karışımı hazırlamada %40 karabuğday unu ile %60 buğday unu karışımının başarılı bir şekilde kullanılabileceğini belirlemiştir.

Cho ve ark. (2007) iki farklı karabuğday (yaygın ve tartar karabuğday) ununu buğday unu ile paçallayarak ürettikleri kekelerin, buğday unu ile hazırlanan kontrole göre, rutin içeriğinin ve kırmızılık (a) ve sarılık (b) değerlerinin arttığını, parlaklık (L) değerlerinin düştüğünü ve duyusal olarak kontrolden daha fazla beğeni kazandıklarını rapor etmişlerdir.

2.3.1.4. Karabuğdayın diğer ürünlerde kullanımı

KBTU'nun, tarhana üretiminde kullanımına yönelik bir araştırmada (Bilgiçli 2009a), %20'den %100'e kadar artan oranlarında KBTU buğday unu ile yer değiştirilerek tarhana örnekleri hazırlanmıştır. Yüksek KBTU ikame oranlarında, tarhananın kül, protein, yağ, selüloz, fitik asit, mineral maddelerin ve fermentasyon kaybının arttığı, besinsel yönden zenginleşen tarhana örneklerinde %40'dan fazla

KBTU ikamesiyle foksiyonel ve duyusal değerlendirme sonuçlarına göre kalitenin düştüğü bildirilmiştir

Glutensiz tarhana üretimine yönelik bir araştırmada ise, %40 ve 60 oranlarında KBTU, mısır nişastası ve pirinç unu ile birlikte tarhana formülasyonunda kullanılmıştır (Bilgiçli 2009c). KBTU ikamesi ile tarhanaların K, Mg ve P açısından zenginleştiği, ancak renklerinin olumsuz etkilendiği belirtilmiştir.

Kang ve Kim (2009) yoğurt üretiminde %5 ve 10 oranlarında karabuğday filizlerinin kullanımının; quarsetin, fenolik bileşikler ve özellikle antioksidan aktivitesinin artışına karşılık, laktik asit fermentasyonu yoluyla rutin içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir.

Karabuğday unu gibi gluten içermeyen unlar, unlu mamüllerde özellikle de ekmek formülasyonlarında kullanıldığında, başta ürünün hacmi, tekstürü ve duyusal özellikleri olmak üzere kalite üzerinde olumsuz etkiye sahip olabilmektedir. Ekmekte oluşan bu olumsuz etkileri giderebilmek için çeşitli katkı maddeleri kullanılmakta olup, bunların başlıcaları; oksidan maddeler, yüzey aktif maddeler, çeşitli enzim preparatları, şeker ve benzeri tatlandırıcılar, proteince zengin katkılar (vital gluten, süt ve süt ürünleri, soya unu, vb.) katı ve sıvı yağlardır (Özer 1998).

2.4. Gluten

Buğday ununun teknolojik kalitesi üzerinde etkili en önemli faktörlerden birisi gluten içeriği olup, çoğu kez ekmek yapımında kullanılan unların gluten miktar ve kalitesi yetersiz olduğundan ekmek formülasyonlarına dışarıdan gluten ilavesi yapılmaktadır (Özkaya ve Ercan 1985).

Buğday unundaki proteinlerin %85'ni oluşturan çözünmez formdaki gliadin ve glutenin proteinleri, hamurun yoğrulması sırasında hidrate olarak ve çeşitli kimyasal bağlarla birleşerek hamur özelliklerini önemli derecede etkileyen ve hamur içersinde yarı sürekli bir faz oluşturan gluteni (özü) meydana getiriler. Gluten yoğurma sırasında havadan alınan ve mayalar tarafında üretilen CO_2 gazının hamur içersinde tutulmasını sağlayarak ekmeğin kabarmasını ve gözenekli bir yapıya sahip olmasını sağlamaktadır (Pyler 1988).

Buğdayda gluten miktarları, çeşide, ekolojik şartlara ve olum devresindeki hava şartlarına bağlı olarak değişim göstermekte olup, yaş gluten miktarı %27'nin üzerindeki unlar yüksek, %20-27 arasındaki unlar orta, %20'nin altındaki unlar ise düşük gluten miktarına sahip olarak değerlendirilmektedir. Ekmekçilik kalitesi iyi (kuvvetli) unlar en düşük %27 oranında yaş gluten ihtiva ederler (Elgün ve Ertugay 1995).

Ekmek üretiminde gluten içermeyen unların kullanılması ya da kepek ilavesi ile seyrelen gluten miktarının vital gluten kullanılarak tamamlanması ile teknolojik ve duyusal ekmek özelliklerinin geliştiğini ortaya koyan sayısız araştırma olup, bunlardan bir kaçı aşağıda özetlenmiştir.

Gan ve ark. (1989) tam buğday unu ile yapılan ekmeğe gluten ilave edildiğinde ekmek içi gözenek yapısının geliştiğini, gözenek duvarlarının gluten ilave edilmeyen ekmeklere göre daha ince, yüzeyin daha pürüzsüz olduğunu belirlemiştir. Unda bulunan gluten ile etkileşime giren dışarıdan ilave edilen glutenin, genel protein ağına katılarak gaz hücre duvarlarının yüzey enerjilerini arttırarak protein ağının zarar görmeden daha fazla genleşmesini sağladığını ve bu şekilde gaz tutma kapasitesinin artmasına neden olduğunu bildirmişlerdir.

Rao ve Rao (1991) buğday kepeği ikamesiyle gerçekleştirdiği ekmek çalışmalarında, kepeğin karışımda artan miktarına karşılık ekmeklerin iç yapısının ve tekstürünün bozulduğunu, %3 gluten, %0.5 guar gam, %0.5 SSL, 15 mg/kg potasyum bromat ve 60 mg/kg askorbik asit kullanarak ekmek özelliklerinin düzeldiğini rapor etmiştir.

Özkaya ve Özkaya (1992) buğday ununa farklı oranlarda mısır unu ilavesi ile hamurun reolojik özellikleri ve ekmeklik kalitesinin olumsuz yönde etkilendiğini ancak vital gluten ve SSL ilavesi il bu özelliklerin önemli derecede düzeldiğini bildirmişlerdir.

Özboy (1992); değişik oranlarda buğday kepeği içeren un paçallarından ürettikleri ekmeklere, %3, 6 ve 9 oranlarında kullandığı kuru glutenin ilave oranına bağlı olarak un karışımlarının farinogram, ekstensogram değerleri ve ekmek özelliklerini olumlu şekilde etkilediğini saptamıştır.

Kim ve ark. (2000b) %10, 20 ve 30 oranlarında karabuğday unu ile hazırladıkları ekmeklerin, karabuğday unundan kaynaklanan olumsuz etkilerinin, gluten ilavesi ile giderilebileceğini bildirmişlerdir.

2.5. SSL (Sodyum stearol 2-laktilat)

Yüzey aktif maddeler ekmek yapımında etki mekanizmaları itibariyle hamur güçlendiriciler ve bayatlamayı geciktiriciler olarak iki ana grup altında incelenmekte olup (Elgün ve Ertugay 1995; Ravi ve ark. 2000) SSL çok yaygın olarak kullanılan bir hamur kuvvetlendirici ve hamur geliştiricidir. SSL hamurun su kaldırmasını önemli derecede arttırmakta, gluten yapısını kuvvetlendirmekte ve yoğurmaya karşı toleransı arttırmakta, makine ile işlenebilirliği ve ekmeğin tüm kalitesini iyileştirici görev üstlenmektedir (Zorba 2001).

Yüzey aktif maddelerin hamur kuvvetlendirici etkisi, hamurda gluten ile yaptıkları intraksiyondan ve emülsiyon sisteminde üstlendikleri rolden kaynaklanmaktadır. Yüzey aktif maddelerin ve gluten proteinlerinin muhtemelen hidrojen bağları vasıtasıyla kompleks oluşturması sonucu, ürünün gözenek yapısının iyileşmesi, hacminin artması sağlanmaktadırlar (Elgün ve Ertugay 1995).

Onayemi ve Lorenz (1978) buğday ununa farklı oranlarda soya ürünleri ilavesiyle hazırladıkları ekmek formülasyonlarında %0.5 oranında SSL kullanımı ile ekmek hacimlerinin gelişme gösterdiklerini ve özellikle %5 soya ürünü içeren ekmeklerde maksimum etkinin gözlemlendiği bildirmişlerdir.

Chung ve ark. (1981) proteince zenginleştirilmiş ekmek üretimi için buğday unu ile eşit oranda paçalladıkları soya ununun, ekmek niteliklerindeki olumsuz etkilerini gidermek amacıyla, %0.5 oranında SSL ilavesi ile ekmek örneklerinin spesifik hacim değerlerinin arttığını rapor etmişlerdir.

Sosulski ve Wu (1988) kepekli ekmeklerin özelliklerini, kuru gluten ilavesine gerek kalmaksızın potasyum bromat ve SSL'in iyileştirdiğini ve kullanılan SSL'in ekmek tekstürünü düzelterek, daha tekdüze bir gözenek dağılımı sağladığını tespit etmişlerdir.

Lai ve ark. (1989) buğday unu ve buğday ununu %14 buğday kepeği ile yer değiştirerek ürettikleri ekmeklerin hacim değerlerini incelediğinde, buğday kepeği

ikamesiyle azalan ekmek hacmi değerinin %2 oranında SSL kullanımı ile telafi edilebileceğini bildirmişlerdir.

Silaula ve ark. (1989) değişik oranlarda baklagil unları ve tam buğday unu kullanarak ürettikleri ekmeklerde, 10-20 ppm potasyum bromat ve % 0.5- 1.0 SSL ilavesi ekmek hacminin geliştiğini rapor etmişlerdir.

Lai ve ark. (1989) tam buğday unu ile ürettikleri ekmeklerde, SSL kullanımı ile hamur işleme özelliklerinin geliştiğini ve ekmek hacminin arttığını bildirmişlerdir.

Balla ve ark. (1999) buğday ununa %30 sorgum unu ikamesi ile ürettikleri ekmeklerde %0.5 oranında DATEM ve SSL ilavesi ile ekmek içi özelliklerinin iyileştiğini bildirmişlerdir.

Kim ve ark. (1999) karabuğday unu kullanarak ürettikleri ekmek örneklerinin, 100 ppm askorbik asit ve %0.5 oranında SSL ilavesiyle ekmek hacmi ve ekmek içi özelliklerinin geliştiğini bildirmişlerdir.

Ravi ve ark. (2000) yaptıkları çalışmalarında SSL'in farinogram değerlerinden; hamurun gelişme süresini etkilemediğini, stabilite değerini arttırdığını ve yoğurma tolerans sayısını azalttığını rapor etmişlerdir.

Indrani ve Rao (2003) buğday ununa SSL ilavesiyle ürettikleri parotta ekmeklerinin, farinograf su kaldırma kapasitesini değiştirmediğini ancak eklenen emülsüfiyerlerin farinograf stabilitesini, volarimetre değerini ve ekstensograf enerjisini arttırdığını bulmuşlardır.

Pablo ve ark. (2008) buğday ve soya unu karışımı ile ürettikleri ekmeklerin kalitesini geliştirmek amacıyla kullandıkları SSL'in hamur ve ekmek özelliklerini iyileştirdiğini tespit etmişlerdir..

Ribotta ve ark. (2008) buğday ununa %10 oranında soya unu ilavesiyle hazırladıkları ekmek örneklerinde SSL ve heksoz oksidaz enzimin ekmek hacmini yüksek miktarda arttırdığını bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bazlama, lavaş ve yufka üretiminde Tip 550 buğday unu (Hekimoğlu Un Fabrikası, Konya) ve Yar Gıda'dan (Antalya) temin edilen karabuğdayın (*Fagopyrum esculentum*) öğütlmesi ile elde edilen tam un kullanılmıştır.

Karabuğday tam unu (KBTU), karabuğday tanelerinin çekiçli değirmende (Perten-3100 Laboratuvar Değirmeni, Perten Instruments, AB, Huddinge, İsveç) 500µ'dan geçecek şekilde, %100 randımanla öğütülmesi ile elde edilmiştir.

Ekmek formülasyonlarında kullanılan rafine sofra tuzu, taze yaş maya, toz şeker ve sodyum bikarbonat Konya piyasasından temin edilmiştir.

Katkılı bazlama, lavaş ve yufka üretiminde, vital gluten (Meelunie B.V., Amsterdam, Hollanda) ve sodyum stearol 2-laktilat (Palsgaard A/S, Juelsminde, Danimarka) kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Deneme planı

Bazlama, lavaş ve yufka denemeleri, katkısız ve katkılı olarak iki farklı şekilde gerçekleştirilmiştir. Katkı içermeyen un paçalları, buğday unu (BU)'nun 5 farklı düzeyde (% 10, 15, 20, 25 ve 30) KBTU ile yer değiştirmesi ile hazırlanmıştır. Yüksek oranlarda KBTU kullanabilmek amacıyla, katkı ilavesi yapılan denemeler, BU'na 3 farklı düzeyde (%20, 30 ve 40) KBTU ikamesi ile gerçekleştirilmiştir. Bu un paçallarında seyrelen gluten miktarını tamamlamak için sırasıyla %1.85, 2.78 ve 3.71 oranlarında vital gluten kullanılmıştır. SSL ise sabit katkı olarak her üç un paçalına da %0.5 düzeyinde ilave edilmiştir. Şahit ekmeklerin hazırlanmasında sadece BU kullanılmış olup denemeler 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

3.2.2. Bazlama üretimi

Bazlama üretiminde Akbaş'ın (2000) bazlama üretim yöntemi modifiye edilerek kullanılmıştır. Katkısız ekmeklerin üretiminde, KBTU 5 farklı oranda (%10, 15, 20, 25 ve 30) BU ile yer değiştirerek un paçalları hazırlandıktan sonra, 200 g un esasına göre; 3g tuz, 2g şeker, 5g yaş maya ve farinografta tespit edilen su absorpsiyonunun 2 puan üstü su ilave edilmiştir. Katkılı ekmeklerin üretiminde ise yüksek oranlarda KBTU kullanabilmek ve KBTU ikamesiyle seyrelen gluten miktarını optimize etmek amacıyla, %20, 30 ve 40 KBTU oranlarında 200 g un esasına göre, sırasıyla 3.7 g, 5.56 g ve 7.42 g vital gluten ve her üç un paçalına da 1'er g SSL ilave edilmiştir. Tuz, şeker ve maya, katkısız örneklere ilave edilen oranlarda kullanılmıştır.

Bazlama ingredientleri, Hobart mikserde (Hobart N50, Canada Instruments, North York, Ontario, Kanada) optimum hamur gelişimi elde edilinceye kadar yoğrulmuştur. Elde edilen hamurlar 30°C'de %85 nispi nemde 1 saat süreyle fermantasyona (Nüve KD 200, Ankara, Türkiye) tabi tutulduktan sonra 2 eşit parçaya ayrılıp, her biri kendi unuyla elde yuvarlanarak top haline getirilip, 6 dakika oda sıcaklığında dinlendirilmiştir. Dinlendirme işleminden sonra özel olarak yapılmış 17 cm çapındaki paslanmaz çelik çemberin içine yerleştirilen hamur parçası, boşluğu tamamen dolduracak şekilde ve 1 cm yüksekliğinde, merdane yardımıyla açılmıştır. Sonra örnekler 1500 W gücündeki elektrikli saç üzerinde 5.0 dakika (2.5 dakika bir yüzeyi, 2.5 dakika diger yüzeyi olmak üzere) pişirilmiştir. Pişirme işleminden sonra örnekler oda sıcaklığında yaklaşık 1 saat soğumaya bırakılmış, daha sonra polietilen torbalara yerleştirilerek muhafaza edilmiştir.

3.2.3. Lavaş üretimi

Lavaş üretiminde Coşkuner ve Karababa'nın (2005) lavaş üretim yöntemi modifiye edilerek kullanılmıştır. Katkısız lavaş hamurları, 200 g un esasına göre 3g tuz, 2g yaş maya, 0.5 g sodyum bikarbonat ve farinografta tespit edilen su absorpsiyonunun 2 puan üstü su ilave edilerek hazırlanmıştır. Katkılı hamurlarda ise %20, 30 ve 40 oranlarında KBTU ikamesi ile hazırlanan un paçallarına bazlama

örneklerinde açıklandığı şekilde gluten ve SSL katkılaması yapılmış, diğer ingredientler katkısız lavaş formülasyonundaki oranlarda kullanılmıştır.

Lavaş ekmeği üretimi için, ingredientler, Hobart mikserde olgun hamur elde edilinceye kadar yoğrulmuştur. Elde edilen hamurlar, 30 ºC'de %85 nispi nemde 1.5 saat fermantasyona bırakıldıktan sonra dört eşit parçaya ayrılıp, elde yuvarlanmış ve oklava yardımı ile 20 cm çapında 3mm kalınlığında açılarak, saç üzerinde 280 ± 5 ºC de 1.5-2.0 dakika pişirilmiştir. Pişirme işleminden sonra örnekler oda sıcaklığında yaklaşık 1 saat soğumaya bırakılıp, polietilen torbalara yerleştirilerek muhafaza edilmiştir.

3.2.4. Yufka üretimi

Yufka üretiminde ise Başman ve Köksal'ın (2001) metodu modifiye edilerek kullanılmıştır. Katkısız hamur örneklerinde; 200 g un esasına göre 3 g tuz ve katkılı örneklerde, bazlama ve lavaş yapımında olduğu gibi gluten ve SSL ilavesi yapılmıştır. Kuru ingredientlere farinografta tespit edilen su absorpsiyonunun 2 puan üstü su ilave edilerek Hobart mikserde olgun hamur elde edilinceye kadar yoğurulmuştur. Hazırlanan yufka hamurları 30 ºC'de 30 dakika dinlendirildikten sonra dört eşit parçaya ayrılıp oklava yardımı ile 1 mm kalınlığında açılarak, saç üzerinde 280 ± 5 ºC de 1.0 dakika pişirilmişlerdir. Pişirme işleminden sonra örnekler oda sıcaklığında yaklaşık 1 saat soğutulduktan sonra, polietilen torbalara yerleştirilerek muhafaza edilmiştir.

3.2.5. Analitik analiz metotları

3.2.5.1. Un granülasyonu

Hammadde olarak kullanılan BU ve KBTU'nun un granülasyon değerleri, Elgün ve ark.'nın (2005) metoduna göre, 500, 212, 140 µ'luk elekler kullanılarak belirlenmiştir. Sonuçlar % olarak verilmiştir.

3.2.5.2. Renk

Un örneklerinin renk değerleri "L" [(0) siyah-(100) beyaz], "a" [(+) kırmızı, (-) yeşil] ve "b" değerleri [(+) sarı, (-) mavi], Minolta CR-400 (Konica Minolta, Inc., Osaka, Japonya) cihazı ile ölçülmüştür.

3.2.5.3. Kimyasal analizler

3.2.5.3.1. Su

BU ve KBTU örneklerinin su miktarı 135 ^{o}C'de 2.5 saatlik kurutma normu uygulanan AACC (44-19) metoduna göre belirlenmiştir (Anon. 1990).

3.2.5.3.2. Kül

Hammaddelerin kül miktarı tayini ICC-Standart No: 104/1 metoduna göre, örneklerin kül fırınında 900 ± 20^{o}C'de yakılmasıyla gerçekleştirilmiştir (Anon. 2002b).

3.2.5.3.3. Protein

Protein tayini AACC 46-12 metoduna göre, Kjeldahl yöntemiyle yapılmış olup, BU için 5.70 ve KBTU için 6.25 çarpım faktörleri kullanılarak protein miktarları hesaplanmıştır (Anon. 1990).

3.2.5.3.4. Ham selüloz

Ham selüloz miktarı tayini, ACCC 32-10 metoduna göre gerçekleştirmiştir (Anon. 1990).

3.2.5.3.5. Fitik asit

Fitik asit analizleri Haug ve Lantzsch'a (1983) göre kolorimetrik metot kullanılarak yapılmıştır. Örnekteki fitik asit, 0.2 N hidroklorik asit çözeltisi ile ekstrakte edildikten sonra belli miktardaki demir III çözeltisi ile muamele edilip çöktürülmüştür. Serum kısmında kalan demir miktarı spektrofotometrik yolla belirlenerek, elde edilen sonuçlardan fitik asit miktarı hesaplanmıştır.

3.2.5.3.6. Mineral madde

Un örneklerindeki Ca, Mg, P, Fe ve K miktarları tayini için, 0.5 g kuru örnek 10 ml HNO_3 + H_2SO_4 kullanılarak mikrodalga yakma sisteminde (Mars 5, CEM Corporation, USA) yaş yakma metoduyla yakılmış, elde edilen süzüklerde mineral madde içerikleri ICP-AES (inductively-coupled plasma spectrometer) cihazında (Vista Series, Varian International, AG, İsviçre) tayin edilmiştir (Skujins 1998).

3.2.5.4. Fizikokimyasal analizler

3.2.5.4.1. Gluten miktarı ve gluten indeks değeri

Denemelerde kullanılan un paçallarının gluten ve gluten indeks tayini AACC 38-12'ye (Anon. 1990) göre Glutomatik-2200 ve Santrifüj-2015 (Perten Instruments, AB, Huddige, İsveç) cihazları kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.5.4.2. Zeleny sedimantasyon değeri

Un paçallarının Zeleny sedimantasyon değeri ICC-Standart No: 116/1 metoduna göre, laktik asit çözeltisi içinde şişen gluten proteinlerinin, belirli zaman içindeki çökme miktarlarına göre belirlenmiştir (Anon. 2002b).

3.2.5.5. Düşme sayısı

Düşme sayısı tayini, Falling number-1700 (Perten Instruments, AB, Huddige, isveç) cihazı kullanılarak, AACC metot 56–81B'e göre yapılmıştır (Anon. 1990).

3.2.5.6. Renk

Un paçallarının renk değerleri 3.2.5.2. başlığı altında verilen metoda göre ölçülmüştür.

3.2.5.7. Reolojik analizler

Farklı un paçallarından hazırlanan ekmek hamurlarının farinogram değerleri, AACC 54-21 metodu'na göre Brabender Faringraf-E (Brabender Gmbh, CO. KG, Duishburg, Almanya) kullanılarak; ekstensogram değerleri ise ACCC 54-10 metoduna göre Brabender Ekstensograf-E (Brabender Gmbh, CO. KG, Duishburg, Almanya) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. 45, 90 ve 135 dakikalık bekleme süreleri sonunda çizilen ekstensogram değerlerinden, ekmek yapım süresi göz önünde bulundurularak 135. dakikada elde edilen değerler kullanılmıştır.

3.2.6. Araştırma metotları

3.2.6.1. Bazlama, lavaş ve yufkanın fiziksel özellikleri

3.2.6.1.1. Kalınlık, çap ve yayılma oranı

Ekmek örneklerinin, kalınlık, çap ve yayılma oranı değerlerinin ölçümü, pişen ekmek örneklerinin 1 saat süreyle dinlendirilmesinden sonra yapılmıştır. Kalınlık değerleri kumpas (Mitutoyo, Minoto-Ku, Tokyo, Japonya) kullanılarak, çap değerleri ise cetvel yardımıyla santimetre cinsinden ölçülmüştür. Yayılma oranı çap değerinin kalınlık değerine oranlanması ile elde edilmiştir.

3.2.6.1.2. Renk

Ekmek örneklerinin renk değerleri 3.2.5.2. başlığı altında anlatılan şekilde, ekmek yüzeylerinden 15 farklı noktadan ölçülerek ortalaması alınmıştır.

3.2.6.2. Kimyasal analizler

Bazlama, lavaş ve yufka örneklerinin, su, kül, protein, selüloz, fitik asit ve mineral madde miktarları 3.2.5.3. başlığı altında verilen metotlar kullanılarak yapılmıştır.

3.2.6.3. Duyusal analizler

Duyusal analiz denemeleri teknolojik olarak daha üstün özelliklere sahip katkılı örnekler kullanılarak, Selçuk Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünde görevli 30-60 yaşları arasındaki 10 panelist tarafından iki ayrı tekerrür üzerinde gerçekleştirilmiş. Panelistlerin, bazlama örneklerinde; kabuk rengi, dış görünüş, şekil-simetri, gözenek yapısı, iç rengi, çiğneme özelliği, tat-koku, genel kabul edilebilirlik açısından, lavaş örneklerinde; kabuk rengi, dış görünüş, şekil-simetri, elastikiyet, çiğneme özelliği, tat-koku, genel kabul edilebilirlik, yufka örneklerinde ise; kabuk rengi, elastikiyet, çiğneme özelliği, tat-koku, genel kabul edilebilirlik açısından; 1-5 arasındaki skalayı (1-çok kötü, 2-kötü, 3-orta, 4-iyi ve 5-çok iyi) kullanılarak duyusal değerlendirme yapmaları istenmiştir.

3.2.7. İstatistiksel değerlendirme

Araştırma sonucunda elde edilen veriler TARİST (Version 4.0, İzmir) programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş olup, ana varyasyon kaynağının ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Analitik Sonuçlar

4.1.1. Hammaddelerin un granülasyonu değerleri

Bazlama, lavaş ve yufka üretiminde kullanılan Tip 550 buğday unu (BU) ve karabuğday tam unu (KBTU) örneklerine ait un granülasyonu değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. BU partiküllerinin %67.6'sı 500-212µ arasında iken, %28.8'inin 212-140µ olduğu belirlenmiştir. KBTU'nda partiküllerin %41.9'u 212-140µ arasında bulunmuş olup, genel olarak, KBTU'nun BU'na göre daha küçük çaplı partikülleri daha yüksek oranda içerdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Buğday ve karabuğday unu örneklerinin granülasyon, renk ve kimyasal analiz değerleri[*,]**

	Tip 550 buğday unu	Karabuğday tam unu
Un granülasyonu (%)		
>500µ	0.1±0.11 [a]	0.1±0.14 [a]
500-212µ	67.6±0.28 [a]	54.6±0.42 [b]
212-140 µ	28.8±0.57 [b]	41.9±0.28 [a]
<140 µ	3.5±0.42 [a]	3.4±0.57 [a]
Renk		
L	95.51±0.72 [a]	77.96±1.36 [b]
a	-0.77±0.10 [b]	3.55±0.14 [a]
b	9.89±0.11 [b]	17.19±0.27 [a]
Kimyasal analizler		
Su (%)	10.70±0.57 [a]	11.10±0.28 [a]
Kül (%)	0.47±0.01 [b]	1.73±0.04 [a]
Protein (%)[***]	11.60±0.14 [a]	12.10±0.14 [a]
Selüloz (%)	0.50±0.00 [b]	1.20±0.14 [a]
Fitik asit (mg/100g)	240.00±2.83 [b]	1480.00±4.24 [a]
Mineral madde (mg/100g)		
Ca	21.0±1.41 [a]	22.0±1.41 [a]
Fe	0.9±0.01 [b]	2.80±0.14 [a]
K	145.0±2.83[b]	433.0±2.83[a]
Mg	35.0±1.41 [b]	235.0±2.83 [a]
P	127.0±2.83 [b]	455.0±2.83 [a]

[*]Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$).
[**]Kimyasal analiz sonuçları kuru madde üzerinden verilmiştir.
[***]Buğday ununda N x 5.7, karabuğday ununda N x 6.25 faktörü kullanılmıştır.

4.1.2. Hammaddelerin renk değerleri

BU ve KBTU'na ait renk değerleri (L, a ve b) Çizelge 4.1'de verilmiş olup, bu değerler BU için 95.51, -0.77 ve 9.89; KBTU için, 77.96, 3.55 ve 17.19 olarak belirlenmiştir. BU'nun L (parlaklık) değeri daha yüksek bulunurken, KBTU'nun yüksek a (kırmızılık) ve b (sarılık) değerleri dikkat çekmektedir. Tam un şeklinde öğütülen KBTU'nun parlaklık değerinin düşük, kırmızılık ve sarılık değerinin yüksek çıkması, karabuğday tanesinin doğal koyu kabuk renginden kaynaklanmaktadır (Marshall ve Pomeranz 1982). Hatcher ve ark. (2008) KBTU'nda L, a ve b değerlerini sırasıyla; 85.5, -0.4 ve 9.0 olarak, Bilgiçli (2009) ise 77.36, 3.41 ve 16.22 olarak bildirmişlerdir.

4.1.3. Hammaddelerin kimyasal analiz sonuçları

Ekmek üretiminde hammadde olarak kullanılan unlara ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiş olup, KBTU'nun kül miktarı (%1.73) BU'nun kül miktarından (%0.47) yaklaşık 3.7 kat daha yüksek bulunmuştur. Çeşitli araştırmacılar KBTU'nun kül içeriğinin %1.7-2 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir (Marshall ve Pomeranz 1982; Li ve Zhang 2001; Bonafaccia ve ark. 2003; Hatcher ve ark. 2008). KBTU'nun yüksek kül muhteviyatı; karabuğday tanesinin dış tabakalarında kül içeriğinin yüksek olması (Steadman ve ark. 2001a,b; Bonafaccia ve ark. 2003) ve KBTU'nun karabuğday tanesinden %100 randımanla tam un şeklinde elde edilmesinden kaynaklanmaktadır. Yaklaşık %65 randımanla üretilmiş olan rafine BU'nda belirlenen düşük kül içeriği beklenen bir sonuçtur.

Hammadde olarak kullanılan BU ve KBTU'nun protein değerleri sırasıyla %11.60 ve 12.10 olarak bulunmuş olup aralarında istatistiki fark belirlenememiştir (Çizelge 4.1). Literatürde KBTU'nun protein miktarı için %10.62-13.80 arasında değişen değerler bildirilmiştir (Zheng ve ark. 1998; Li ve Zhang 2001; Steadman ve ark. 2001a; Bonafaccia ve ark. 2003; Hatcher ve ark. 2008; Lin ve ark. 2009).

BU ve KBTU örneklerinin selüloz içerikleri sırası ile %0.50 ve %1.20 olarak bulunmuş olup (Çizelge 4.1), KBTU'nun BU'ndan daha yüksek selüloz içeriğine

sahip olması beklenen bir sonuç olup, tam un içersinde yer alan kepek tabakasının, KBTU'nun selülozik materyal muhteviyatını arttırmasından kaynaklanmıştır.

Çizelge 4.1'den izlenebileceği gibi, fitik asit (FA) miktarı BU'nda 240 mg/100g, KBTU'nda 1480 mg/100g olarak saptanmıştır. FA buğday tanesinde daha çok ruşeym ve aleuron tabakasında toplanmış olup, endospermde FA miktarı oldukça düşüktür. Bundan dolayı buğdayın beyaz una öğütülmesi sırasında tanedeki FA'in büyük bir kısmı kepekle uzaklaştırılmakta ve una geçen FA miktarı düşmektedir (Özkaya 2000). Karabuğday tanesi de, buğdaya benzer şekilde, kabuk kısmında yoğun olarak FA bulundurduğundan (Steadman ve ark 2001b), %100 randımanla öğütülen KBTU'nun yüksek FA içeriğine sahip olması doğal bir sonuçtur. Oberleas ve Harland (1981) FA miktarının BU'larında 136-320 mg/100g, tam buğday unlarında ise 845-960mg/100g arasında tespit etmişlerdir. Egli ve ark. (2003) KBTU'nda FA miktarını 1000 mg/100g, Steadman ve ark. (2001b) 1170 mg/100g, Bilgiçli (2008) ise 1495 mg/100g olarak bildirmişlerdir.

Un örneklerinin mineral madde (Ca, Fe, K, Mg ve P) içerikleri Çizelge 4.1'de verilmiş olup, KBTU mineral madde içeriği bakımından Ca hariç BU'na göre üstün bulunmuştur. BU ile karşılaştırıldığında KBTU'nun Fe, K, Mg ve P miktarları sırasıyla, yaklaşık 3.1, 3.0, 6.7 ve 3.6 kat yüksek bulunmuştur. Wijngaard ve Arendt (2006), Steadman ve ark. (2001b) karabuğdayın mineral madde içeriğini diğer tahıl ürünleriyle karşılaştırdıklarında özellikle Mg, Zn, K, P, Cu ve Mn bakımından daha zengin olduğunu bildirmişlerdir. Bilgiçli (2008) KBTU'nun Ca, Fe, K, Mg ve P değerlerini sırasıyla, 18, 2.5, 410, 240 ve 480 mg/100g, Steadman ve ark. (2001b) aynı mineralleri sırasıyla, 19.7, 267, 490, 3.03 ve 565 mg/100g olarak belirlemişlerdir.

4.1.4. Un paçallarının fizikokimyasal özellikleri

BU ve farklı düzeylerde KBTU ikamesi ile katkısız ve katkılı olarak hazırlanan un paçallarının gluten, gluten indeks, Zeleny sedimantasyon değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.2'de verilmiştir. Katkı olarak, KBTU ikamesi ile seyrelen gluteni tamamlamak için, vital gluten ve hamur özelliklerini geliştirmek için SSL kullanılmıştır

Çizelge 4.2. Un paçallarının fizikokimyasal analiz sonuçları, düşme sayısı ve renk değerleri*

Parametreler	Tip 550 buğday unu	Katkısız paçal					Katkılı *** paçal		
		%10 KBTU**	%15 KBTU	%20 KBTU	%25 KBTU	%30 KBTU	%20 KBTU	%30 KBTU	%40 KBTU
Fizikokimyasal analziler									
Yaş gluten (%)	27.8±0.57 [a]	26.8±0.42 [a]	23.9±0.14 [b]	23.6±0.28 [b]	21.6±0.85 [c]	19.0±0.35 [d]	27.6±0.07 [a]	27.7±0.42 [a]	27.5±0.85 [a]
Gluten indeks (%)	95.5±0.71 [a]	87.5±3.54 [b]	86.0±2.83 [b]	86.5±2.12 [b]	83.5±0.71 [b]	83.5±2.12 [b]	95.5±0.71 [a]	94.0±0.00 [a]	94.0±1.41 [a]
Zeleny sedimentasyon (cc)	39.0±0.71 [a]	36.0±0.71 [a]	33.0±0.00 [b]	31.0±0.35 [bc]	29.0±0.71 [c]	26.0±0.35 [d]	38.0±0.35 [a]	37.0±0.71 [a]	37.0±0.71 [a]
Düşme sayısı (sn)	355.5±2.12 [a]	345.0±5.66 [ab]	345.0±5.66 [ab]	343.5±2.12 [b]	339.0±2.83 [bc]	337.5±2.12 [bc]	345.5±2.12 [ab]	337.5±3.54 [bc]	335.0±1.41 [c]
Renk									
L	95.51±0.13 [a]	92.93±0.17 [b]	91.93±0.19 [c]	91.02±0.09 [d]	90.13±0.15 [d]	89.13±0.10 [f]	90.99±0.13 [d]	88.99±0.08 [f]	87.49±0.12 [g]
a	-0.77±0.08 [g]	-0.36±0.07 [f]	-0.05±0.06 [e]	0.24±0.04 [d]	0.52±0.02 [c]	0.77±0.08 [b]	0.39±0.02 [c]	0.86±0.04 [b]	1.29±0.02 [a]
b	9.89±0.22 [f]	10.11±0.16 [ef]	10.26±0.10 [e]	10.66±0.09 [d]	10.73±0.04 [cd]	11.21±0.08 [ab]	10.64±0.07 [d]	11.03±0.10 [bc]	11.66±0.16 [a]

*Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$).
**KBTU: karabuğday tam unu
***Katkılı: gluten ve sodyum stearol 2-laktilat katkılı

Katkısız olarak hazırlanan un paçallarında gluten değerleri %15 KBTU ikame oranından itibaren, Tip 550 BU'na göre düşmüştür ($p<0.05$). %10 KBTU içeren un paçalında BU'na göre bir miktar düşüş olmasına karşın istatistiki olarak farklı bulunmamıştır (Çizelge 4.2).

Chillo ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada BU'na karabuğday öğütme ürünlerinin ilavesi ile gluten miktarının düştüğünü bildirmişlerdir. Karabuğdayın gluten içermemesi (De Francischi ve ark. 1994; Li ve Zhang 2001; Wijngaard ve Arendt 2006) bu düşüşe neden olmaktadır. Seyrelen oranda glutenin takviye edildiği, her üç un paçalında (%20, 30 ve 40) da gluten miktarları yükselmiş olup, BU ile istatistiki olarak aynı değerleri göstermişlerdir (Çizelge 4.2). BU'na eşdeğer olacak şekilde, seyrelen gluten ilavesi yapıldığından bu durum beklenen bir sonuçtur.

Denemelerde kullanılan un örneklerinin, gluten kalitesinin ölçüsünü gösteren gluten indeks (Özer ve Ünal 1998) sonuçları incelendiğinde; BU ve katkılı un paçallarında istatistiki bir fark tespit edilmezken, katkısız un paçallarında KBTU ikamesi ile BU'na göre azalma ($p<0.05$) meydana gelmiştir. Katkısız örneklerin yüksek KBTU ikame oranlarında gluten indeks değeri deskriptif olarak daha fazla düşüş gösterirken, bu düşüş, düşük KBTU oranları ile istatistiki olarak farksız bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Ekmeklik unlarda gluten kalitesinin diğer bir göstergesi olan Zeleny sedimantasyon değeri (Ünal 1991; Elgün ve Ertugay 1995), 15-24 cc arasında ise zayıf, 25-36 cc arasında ise iyi, 36 cc üzerinde ise çok iyi un kalitesini ifade eder (Ünal 2003). Çizelge 4.2 incelendiğinde; BU'nun 39 cc ile çok iyi olarak değerlendirilen un kalitesi, %10 KBTU ikame oranının üzerinde 33-26 cc arasında değişerek, orta kalite grubuna düşmüştür. Yüksek KBTU ikameli un paçallarına katkı ilavesi durumunda, sedimentasyon değeri 37-38 cc arasında değişmiş olup, bu değer BU ile elde edilen Zeleny sedimentasyon değerine eşdeğer bulunmuştur.

4.1.5. Un paçallarının düşme sayısı değerleri

BU ve farklı düzeylerde KBTU ikamesi ile katkısız ve katkılı olarak hazırlanan un paçallarının düşme sayısı değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Un paçallarında düşme sayısı değerleri 335.0-355.5 saniye arasında değişmiş olup, bu

değerler, kaliteli ekmek üretimi için istenilen düşme sayısı (200-250 saniye) değerlerinden (Elgün ve Ertugay 1995) yüksek bulunmuştur. Yüksek düşme sayısı değerleri, düşük amilaz aktivitesinin göstergesidir. Katkılı ve katkısız un paçalları birlikte değerlendirildiğinde, BU'na göre katkısız un paçallarında %20, katkılı un paçallarında ise %30 KBTU ikame oranından itibaren düşme sayısı değerlerinin azaldığı ($p<0.05$) görülmektedir (Çizelge 4.2). Yüksek oranlardaki KBTU ikameleri amilaz aktivitesinin yükselmesine neden olmuştur. Bonafaccia ve Kreft (1994) BU'na farklı oranlarda ilave edilen karabuğday ununun düşme sayısı değerini düşürdüğünü ve BU'nun düşük amilaz aktivitesini artırmak için, enzim aktivitesi yüksek olan malt unu yerine, %15-50 düzeyinde karabuğday unu ilavesinin de aynı şekilde etki ettiğini ve enzim aktivitesini artırdığını bildirmişlerdir.

4.1.6. Un paçallarının renk değerleri

Ekmek üretiminde kullanılan un paçallarının renk değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. KBTU'nun düşük L, yüksek a ve b değerlerinden dolayı artan KBTU ikamesi ile un paçallarının L değerlerinde azalma, a ve b değerlerinde ise artma gözlemlenmektedir (Çizelge 4.2). Bu durum koyu renkli KBTU'nun ikame oranına bağlı olarak beklenen bir sonuç olarak karşımıza çıkmıştır (Çizelge 4.1).

4.1.7. Un paçallarının reolojik özellikleri

Araştırmalarda kullanılan un örneklerinden elde edilen hamurların reolojik özelliklerini belirlemek üzere yapılan farinograf ve ekstensograf denemelerine ait sonuçlar Çizelge 4.3'de verilmiştir. %40 KBTU içeren katkılı un paçalından hazırlanan hamurun farinogram ve ekstensogramı çizilemediğinden, bu un paçalına ait değerler tablolarda yer almamıştır.

Çizelge 4.3. Un paçallarının hamurlarında reolojik analiz sonuçları[*]

	Tip 550 buğday unu	Katkısız paçal					Katkılı[***] paçal		
		%10 KBTU[**]	%15 KBTU	%20 KBTU	%25 KBTU	%30 KBTU	%20 KBTU	%30 KBTU	%40KBTU
Farinograf									
Su absorbsiyonu (%)	64.5±1.13^{e}	76.1±1.56 ^{d}	81.1±1.56 ^{c}	85.7±2.40b^{c}	88.6±1.27 ^{ab}	90.3±1.70 ^{ab}	87.8±2.69^{b}	93.3±1.56 ^{a}	Çizilemedi
Gelişme süresi (dakika)	2.4±0.28 ^{f}	7.7±0.57 ^{e}	8.4±0.28 ^{de}	9.5±0.42 ^{cd}	11.5±0.71 ^{b}	14.2±0.28 ^{a}	10.2±0.42 ^{bc}	14.4±0.99 ^{a}	Çizilemedi
Stabilite (dakika)	8.0±0.42 ^{a}	8.0±0.71 ^{a}	6.3±0.42 ^{b}	6.3±0.14 ^{b}	5.2±0.28 ^{bc}	4.2±0.42 ^{e}	6.6±0.57 ^{ab}	5.7±0.99 ^{b}	Çizilemedi
Ekstensograf (135.dk)									
Enerji (cm^2)	106±5.66 ^{a}	59±4.24 ^{b}	47±2.83 ^{cd}	45±4.24 ^{cd}	39±2.83 ^{de}	33±2.83 ^{e}	54±2.69 ^{bc}	47±3.25 ^{cd}	Çizilemedi
Uzamaya direnç (BU)	672±9.90 ^{a}	570±8.49 ^{c}	490±4.24 ^{d}	426±5.66 ^{e}	398±2.83 ^{f}	330±7.07 ^{g}	650±5.66 ^{ab}	632±4.24 ^{b}	Çizilemedi
Uzayabilirlik (mm)	109±5.66 ^{a}	84±2.83 ^{b}	83±4.24 ^{bc}	81±2.83 ^{bcd}	75±4.24 ^{bcd}	66±5.66 ^{d}	85±2.83 ^{b}	73±4.24 ^{cd}	Çizilemedi

[*]Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$).
[**]KBTU: karabuğday tam unu
[***]Katkılı: gluten ve sodyum stearol 2-laktilat katkılı

4.1.7.1. Un paçallarının farinogram değerleri

4.1.7.1.1. Su absorbsiyonu

Su absorbsiyon değeri, belirli bir kıvamda hamur elde edebilmek için una ilave edilmesi gereken su miktarı olarak tanımlanmakta (Gül 2007) ve bu değeri bileşen kompozisyonu önemli düzeyde etkilemektedir. Bu çalışmada, farklı KBTU ikame oranlarında, katkılı ve katkısız olarak hazırlanan un paçallarının su absorbsiyon değerleri; %64.5 ile 93.3 arasında değişim göstermiş ve artan KBTU ikame oranı su absorbsiyonunu da artırmıştır (Çizelge 4.3). KBTU'nun BU'na göre daha yüksek selüloz (Çizelge 4.1) ve pentozan (Marshall ve Pomeranz 1982) içeriğini sahip olması ve bu bileşenlerin su absorbsiyon değerlerinin yüksek olması (Elgün ve Ertugay 1995), KBTU ikamesine bağlı artan su absorbsiyonunu kısmen açıklamaktadır. Bunun yanısıra karabuğday nişastasının çok sayıda por içeren yüzeyi nedeniyle daha fazla spesifik yüzey alanına sahip olması, buğday nişastasına göre daha yüksek su bağlama kapasitesine (Wijngaard ve Arendt 2006) neden olmaktadır. Ayrıca, KBTU'nun BU'na göre daha ince granülasyona sahip olması (Çizelge 4.1), su absorbsiyonu için spesifik yüzey alanını arttıran diğer bir faktör olmuştur. Pek çok araştırmada karabuğday öğütme ürünlerinin ilavesi ile unların su absorbsiyon değerinin yükseldiği bildirilmiş (Klava 2004; Choi ve Chung 2007; Bojnanska ve ark. 2009). Bu artışın sebebi olarak KBTU ve diğer karabuğday öğütme ürünlerinin yüksek lif, selüloz ve mineral madde içeriği gösterilmiştir.

4.1.7.1.2. Gelişme süresi

Gelişme süresi, hamurun maksimum kıvama ulaşması için dakika cinsinden geçen süreyi ifade eder (Menderis 2006). Gelişme süresinin kısa olması su alma hızının yüksek olduğunun, uzun olması ise suyun unun içinde bulunan çeşitli maddeler (nişasta, selüloz, pentozan vb.) tarafından çok daha yavaş alındığının göstergesidir (Gül 2007). Bu çalışmada, farklı KBTU ikame oranlarında, katkılı ve katkısız olarak hazırlanan un paçallarının gelişme süreleri, 2.4 ile 14.4 dakika

arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.3). Artan KBTU ikame oranı su absorbsiyonu değerlerinde olduğu gibi, gelişme süresi değerlerini de artırmıştır. Su absorbsiyonu yüksek olan unlarda gelişme süresinin de uzaması beklenen bir sonuç olup, Menderis (2006) tarafından su absorbsiyonu ile gelişme süresi arasındaki pozitif ilişki rapor edilmiştir. %100 randımanla elde edilen KBTU'nun, BU'na göre daha yüksek selüloz ve pentozan içeriği su absorbe etme hızını yavaşlatarak, gelişme süresinin uzamasına neden olmuştur (Çizelge 4.3). Yani, un paçallarına KBTU ikamesi su absorbsiyon değerini arttırırken, su absorbsiyon hızını düşürmüştür. Klava (2004) BU'nda tespit ettiği 3.5 dakika gelişme süresinin, %5-25 karabuğday unu ikamesiyle 5.0-7.0 dakikaya kadar yüksekliğini, bunun sebebinin de yüksek su absorbsiyonuna paralel gelişme süresi uzaması olduğunu bildirmiştir. Bojnanska ve ark. (2009) yaptıkları çalışmalarında karabuğday tam unu ilavesi ile gelişme süresinin uzadığını rapor etmişlerdir.

%20 ve 30 KBTU ikame oranlarında katkılı ve katkısız örneklerin gelişme süreleri kendi aralarında değerlendirildiğinde istatistiki bir fark belirlenemezken, deskriptif olarak hafif bir artış belirlenmiştir. (Çizelge 4.3). Burada katkı içerisinde yer alan gluten ve SSL'in hamuru kuvvetlendirici etkisi (Gan ve ark. 1989; Stauffer 1990; Keller ve ark. 1997; Gomez ve ark. 2004) gelişme süresinin uzamasına neden olmuş olabilir.

4.1.7.1.3. Stabilite

Stabilite değeri hamur kuvvetinin bir göstergesi olup, yoğurma işlemi sırasında hamurun paletlere karşı gösterdiği direncin değişmeden kaldığı süreyi verirmektedir (Gül 2007). Farklı KBTU ikame oranlarında, katkılı ve katkısız olarak hazırlanan un paçallarının stabilite değerleri Çizelge 4.3'de verilmiş olup, stabilite değerleri 4.2 ile 8.0 dakika arasında değişim göstermiştir. Su absorbsiyonu ve gelişme sürelerinin aksine, katkısz örneklerde %10, katkılı örneklerde %20 KBTU düzeyinin üzerinde stabilite değerlerinin azaldığı görülmektedir (Çizelge 4.3).

Hamur stabilitesini etkileyen faktörlerin başında gluten miktar ve kalitesi gelmektedir (Wieser ve ark. 1998). KBTU, BU'na eşdeğer protein miktarına sahip olmasına rağmen (Çizelge 4.1), özü oluşturan gluten proteinlerini içermemesinden

dolayı, KBTU ikamesi gluten oranının seyrelmesine bu nedenle de gluten ağının oluşumu sınırlayıp stabilitenin azalmasına neden olmuştur. %20 KBTU içeren un paçalında katkı kullanımı, aynı oranda KBTU içeren katkısız un paçalına göre stabiliteyi arttırmıştır (Çizelge 4.3). %30 KBTU içeren katkılı ve katkısız un paçallarında bu artış istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Katkı olarak gluten ilavesi un paçalının gluten miktarının artmasını sağlarken, lipofilik karaktere sahip olan SSL katkısı, su ile yağ arasındaki ara yüzeylerde absorbe olup, gluten proteinleri ile kompleks oluşturması neticesinde hamur yapısının kuvvetlenmesine ve dolayısıyla stabilitenin artmasına neden olmuştur (Gomez ve ark 2004). Gluten ve SSL ilavelerinin unların stabilite değerlerini artırdığı çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Özkaya ve Ercan 1985; Wadhawan ve Bushuk 1989; Çelik ve ark. 2000).

4.1.7.2. Un paçallarının ekstensogram değerleri

Denemelerde kullanılan un paçallarının 135. dakikada çizilen ekstensogram eğrisi temel alınarak elde edilen enerji, direnç ve uzayabilirlik değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.3'de verilmiştir.

4.1.7.2.1. Enerji

Enerji değeri, hamurun işlemeye karşı mukavemeti ve işlenebilirlik derecesini gösteren bir parametre olup, bu değerin yüksek olması hamurun gaz tutma kapasitesinin ve fermentasyon toleransının yüksek olduğu anlamına gelmektedir (Ünal 1991; Elgün ve ark. 1999). Farklı oranlarda BU ve KBTU kullanılarak, katkısız ve katkılı olarak hazırlanan un paçallarından elde edilen hamurların enerji değerleri 33-106 cm^2 arasında değişmiştir (Çizelge 4.3). En yüksek enerji değeri BU ile hazırlanan hamurda, en düşük değer ise %30 KBTU ikamesi ile katkısız olarak hazırlanan hamurlarda belirlenmiştir. Katkısız örneklerde, KBTU ikame oranının artması, genel olarak enerji değerlerini düşürmüştür. Bu düşüş formülasyonlara artan oranda KBTU katılmasıyla, hamurdaki gluten proteinlerinin oransal olarak azalmasından kaynaklanmakta olup, bir çok araştırmacı tarafından da gluten oranının

seyrelmesi sonucu hamurların enerji değerlerinin düştüğü belirlenmiştir (Ünal 1980; Özkaya ve Özkaya 1992; Kim ve ark 1996; Chung ve Kim 1998a; Özkaya 1999; Kim ve ark. 2000b; Gül 2007).

%30 KBTU ikame oranına sahip un paçallarında katkı kullanılması, aynı oranda KBTU içeren katkısız hamur örneklerine göre enerji değerlerini yükseltmiş ($p<0.05$), bu yükselme %20 KBTU içeren katkılı ve katkısız örneklerde istatistiki olarak farklı bulunmamış, ancak katkı deskriptif bir artışa neden olmuştur. Seyrelen oranda ilave edilen vital gluten; un paçallarındaki gluten ile etkileşime girerek (Czuchajowska ve Pomeranz 1993) ve protein ağına katılarak gaz tutma kapasitesinin iyileşmesini sağlamaktadır (Gan ve ark. 1989). SSL ise gluten proteinleri ile yoğurma aşamasında kompleks oluşturarak hamurun kuvvetlenmesini (Ünal 1980) ve enerji değerinin yükselmesine katkıda bulunmaktadır. Özkaya ve Ercan (1985); Çelik ve ark. (2000) yaptıkları çalışmalarda, gluten ve SSL ilavelerinin hamur enerjisini artırıcı etkilerini belirlemişlerdir.

4.1.7.2.2. Uzamaya direnç

Farklı oranlarda KBTU içeren, katkısız ve katkılı olarak hazırlanan un paçallarından elde edilen hamurların direnç değerleri 330-672 BU arasında tespit edilmiştir. Formülasyona giren KBTU oranının artması, katkısız olarak hazırlanan un paçallarının direnç değerinin düşmesine ($p<0.05$) neden olmuştur. Bu örneklerde KBTU ikamesi ile gluten oranının seyrelmesi, direnç değerlerinin azalmasına sebep olmuştur (Çizelge 4.3). Bir çok araştırmada, KBTU ve diğer karabuğday öğütme ürünlerinin BU ile paçal edilmesi durumunda, direnç değerinin düştüğü belirlenmiştir (Chung ve Kim 1998a; Kim ve ark. 2000b; Bojnanska ve ark. 2009; Atalay 2009).

Gluten ve SSL ilavesiyle hazırlanan katkılı hamurlarda, aynı oranda KBTU içeren katkısız örneklere göre direnç değerinin istatistiki olarak oldukça yükseldiği ve BU'na yaklaşan direnç değerlerinin elde edildiği görülmektedir(Çizelge 4.3). Katkılardan gluten, seyrelen gluten miktarını oransal olarak arttırarak, SSL ise lipofilik karakteri ile, özellikle yüksek oranda KBTU ikamesi ile yağ oranı daha da

artan hamurları kuvvetlendirerek direnç değerinin artmasını sağlamış olabilir (Birnbaum 1977).

4.1.7.2.3. Uzayabilirlik

Hamurun uzama kabiliyeti işlenebilme yeteneği ile ilgili olup özellikle düz ekmek yapımında hamurların uzama yeteneğinin yüksek olması arzulanırken, uzamaya karşı gösterilen direncin nispeten düşük olması istenmektedir (Coşkuner 2003). Çizelge 4.3'den izlenebileceği gibi, katkısız ve katkılı olarak hazırlanan un paçallarından elde edilen hamurların uzayabilirlik değerleri 66-109 mm arasında değişmiştir. KBTU ikamesi hem katkılı hem de katkısız un paçallarında uzama kabiliyetinin düşmesine neden olmuştur. KBTU ikamesi sonucu seyrelen gluten miktarından dolayı gluten ağının zayıflaması sonucu, hamurların uzayabilirlik değerleri düşmektedir. Yapılan araştırmalarda karabuğday unu ilavesi ile uzayabilirlik değerinin düştüğü rapor edilmiştir (Kim ve ark. 1996; Chung ve Kim. 1998a; Kim ve ark. 2000b; Choi ve Chung 2007). %20 ve 30 KBTU ikameli un paçallarında katkı kullanımı, katkısız paçallara göre uzayabilirlik değerlerini sırasıyla 81 ve 66 mm'den (katkısız), 85 ve 73 mm'e (katkılı) çıkarmış, ancak katkılı ve katkısız örneklerin kendi içlerindeki bu artış istatistiki olarak bir fark meydana getirmemiştir (Çizelge 4.3). Kim ve ark. (2000) %30 oranında karabuğday katılarak hazırlanan unlara, gluten ilave edilmesi ile, uzayabilirliğin yükseldiğini rapor etmişlerdir. Katkı olarak SSL'in farklı un paçallarında kullanılması durumunda, hamurun uzama kabiliyetinin arttığı da çeşitli araştırmalarda ortaya konmuştur (Özkaya ve Özkaya 1992; Çelik ve ark. 2000; Atalay 2009). Çalışmamızda eşdeğer ihtiyaç miktarında ilave edilen glutenin muhtemel kalite yetersizliği sonucu, hamurdaki uzama kaybı telafi edilememiştir.

4.2. Araştırma Sonuçları

4.2.1. Bazlama, lavaş ve yufka örneklerinin bazı fiziksel özellikleri

4.2.1.1. Bazlama örneklerinin kalınlık, çap ve yayılma oranı

Araştırma kapsamında BU, katkısız ve katkılı olarak paçal unlardan üretilen bazlama örneklerine ait kalınlık, çap ve yayılma oranı değerlerinin sonuçları Çizelge 4.4'de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.4'de görülebileceği gibi bazlama örneklerinin kalınlık değerleri 1.16-1.50 cm, çap değerleri 14.30-16.30 cm ve yayılma oranı değerleri 10.23-13.98 arasında değişmiştir. Taşdemir (2005) değirmenin farklı un pasajlarından alınan buğday unları ile hazırladığı bazlamaların kalınlık, çap ve yayılma oranı değerlerini, sırasıyla 2.1-2.8 cm, 13.7-14.8 cm ve 5.2-6.9 olarak belirlemiştir. Bu çalışma ile bizim elde ettiğimiz bazlama çap ve kalınlık değerleri arasındaki farklılık, kullanılan hammadde ve bazlama üretim metodundan kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.4. Bazlama örneklerinin kalınlık, çap ve yayılma oranı değerleri

Paçalda KBTU* oranı (%)	Kalınlık (cm)	Çap (cm)	Yayılma oranı (Ç/K)**
ŞAHİT	1.34	16.0	11.95
	1.48	16.2	10.88
10	1.37	16.0	11.68
	1.48	16.2	10.88
15	1.40	14.3	10.23
	1.31	16.2	12.34
20	1.26	15.9	12.59
	1.41	15.9	11.32
25	1.24	16.1	12.95
	1.28	16.3	12.79
30	1.16	16.2	13.98
	1.27	15.7	12.34
K 20***	1.40	15.6	11.09
	1.50	15.7	10.46
K 30	1.39	14.5	10.41
	1.28	14.9	11.65
K 40	1.25	15.3	12.17
	1.33	14.8	11.08
Ort ± std	1.34±0.00	15.60±0.87	11.71±0.61
Min-Max	1.16-1.50	14.30-16.30	10.23-13.98

* KBTU: karabuğday tam unu, ** Ç/K: çap/kalınlık, *** K: gluten ve sodyum stearol 2-laktilat katkılı

Çizelge 4.5. Bazlama örneklerinin kalınlık, çap ve yayılma oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	Kalınlık		Çap		Yayılma oranı	
		KO	F	KO	F	KO	F
KBTU* oranı	8	1.2	2.1ns	0.6	2.3ns	1.6	2.3ns
Hata	9	0.58		0.26		0.68	

*KBTU: karabuğday tam unu, ns: önemsiz

Çizelge 4.6. Bazlama örneklerinin kalınlık, çap ve yayılma oranı değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Paçalda KBTU** oranı (%)	N	Kalınlık (cm)	Çap (cm)	Yayılma oranı (Ç/K)***
ŞAHİT	2	1.41±0.10 ^{a}	16.08±0.11 ^{a}	11.42±0.75 ^{ab}
10	2	1.43±0.08 ^{a}	16.08±0.11 ^{a}	11.28±0.56 ^{ab}
15	2	1.35±0.06 ^{ab}	15.25±1.35 ^{ab}	11.29±1.49 ^{ab}
20	2	1.34±0.10 ^{ab}	15.92±0.01 ^{ab}	11.96±0.90 ^{ab}
25	2	1.26±0.02 ^{ab}	16.22±0.17 ^{a}	12.87±0.11 ^{a}
30	2	1.21±0.08 ^{b}	15.94±0.37 ^{ab}	13.16±1.15 ^{a}
K 20****	2	1.45±0.07 ^{a}	15.62±0.09 ^{ab}	10.78±0.45 ^{b}
K 30	2	1.34±0.08 ^{ab}	14.69±0.27 ^{b}	11.03±0.88 ^{b}
K 40	2	1.29±0.06 ^{ab}	15.01±0.34 ^{ab}	11.63±0.77 ^{ab}

*Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$).
KBTU: karabuğday tam unu, * Ç/K: çap/kalınlık,
****K: gluten ve sodyum stearol 2-laktilat katkılı

Kalınlık: Bazlama örneklerinde kalınlık değeri üzerinde KBTU ikamesi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.5). Ancak kalınlık değerleri deskriptif olarak incelendiğinde artan KBTU miktarının katkısız örneklerde, genel olarak kalınlığı düşürdüğü görülmektedir (Çizelge 4.6). Kalınlığı belirleyen bazlamanın kabarmasıdır. Hazırlanan un paçallarında gluten içermeyen KBTU ikamesi, un paçalında glutenin seyrelmesine neden olduğundan (Çizelge 4.2), bazlama örneklerinde artan KBTU oranı ile kabarmada azalma ve buna bağlı olarak kalınlık değerindeki düşüş beklenen bir sonuçtur. Katkı ilavesi, aynı oranda KBTU içeren katkısız örneklere göre kalınlık değerinde hafif bir artışa neden olmuştur (Çizelge 4.6). Ayrıca katkılı örneklerde ekmek içi yapı, tekstür ve gözenek yapısının da geliştiği belirlenmiştir. Glutenin yanı sıra, katkılı örneklerde kullanılan SSL, emülsiyonu destekleyici ve gluteni kuvvetlendirici (Ünal 1980; Stauffer 1990; Elgün ve Ertugay 1995; Keller ve ark. 1997; Gomez ve ark. 2004) etkileri ile kabarmayı desteklemiş ve ekmek içi yapısını geliştirmiştir.

Çap: Bazlama örneklerinin çap değerleri incelendiğinde; hem katkılı hem de katkısız örneklerde, KBTU ikame oranı ile çap arasında belirgin bir ilişkinin olmadığı görülmektedir (Çizelge 4.6).

Yayılma oranı: Çizelge 4.6'da yayılma sütununda verilen yayılma oranı değerleri bazlama örneklerinin kalınlık değerlerinin, çap değerlerine oranlanması ile elde edilmiştir. Katkısız örneklerde, artan KBTU ikame oranı yayılma değerlerinde hafif bir artışa neden olmuştur. BU ile hazırlanan şahit ekmeğinde 11.42 olan yayılma oranı %30 KBTU kullanımı ile 13.16'a kadar yükselmiştir (Çizelge 4.6). Bu artış KBTU'nun yağ içeriğinin (%2.15-3) yüksek olması (Bilgiçli 2009a; Lin ve ark. 2009) ve gluten içermemesine bağlanabilir. Benzer şekilde, Akbaş (2000) yağ içeriği yüksek ve gluten içermeyen mısır ununu, farklı oranlarda buğday unu ile paçal ederek hazırladığı bazlamalarda, genel olarak artan mısır unu oranının çapı artırıcı, kalınlığı azaltıcı, dolayısıyla yayılmayı artırıcı etkisinin olduğunu belirlemiştir. %20 ve 30 ikame oranında KBTU içeren ve katkı kullanılarak hazırlanan bazlamaların yayılma değerleri şahit örneğe göre düşüş göstermiş, ancak istatistiki olarak şahit örnekten farksız bulunmuştur (Çizelge 4.6). Bu düşüşteki muhtemel sebep, gluten ve SSL'in hamur yapısını kuvvetlendirerek, kabarmayı teşvik edici etkisiyle yayılmaya engel olması olabilir. Ancak %40 KBTU ikame oranında gluten ve SSL katkısına rağmen, yayılmadaki hafif artış, yüksek KBTU oranına bağlı artan yağ içeriğine bağlanabilir.

4.2.1.2. Lavaş örneklerinin kalınlık, çap ve yayılma oranı

Değişik düzeylerde KBTU ile katkısız ve katkılı olarak üretilen lavaş ekmeklerinin kalınlık, çap ve yayılma oranı özellikleri Çizelge 4.7'de verilmiştir. Lavaş örneklerinin kalınlık değerleri 0.34-0.60 cm arasında, çap değerleri 16.54-17.92 cm arasında, yayılma oranı değerleri ise 29.60-49.15 cm arasında değişmiştir. Çizelge 4.8'de verilen varyans analiz sonuçlarında görüldüğü gibi, KBTU ikamesi, kalınlık, çap ve yayılma oranı değeri üzerinde $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Kalınlık: Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, KBTU ikamesi ile katkılı ve katkısız olarak hazırlanan tüm lavaş örneklerinde, BU ile hazırlanan

şahit lavaştan düşük kalınlık değerleri belirlenmiştir ($p<0.05$) (Çizelge 4.9). Katkısız olarak hazırlanan lavaş örneklerinde %25 ve 30 KBTU ikamesi ile kalınlık en düşük değere ulaşmıştır. %20 ve 30 KBTU ikame oranında gluten ve SSL katkıları ile hazırlanan örneklerin kalınlık değerlerinde, aynı oranda KBTU kullanılıp katkısız olarak hazırlanan örneklere göre bir fark belirlenememiştir.

Çizelge 4.7. Lavaş örneklerinin kalınlık, çap ve yayılma oranı değerleri

Paçalda KBTU* oranı (%)	**Kalınlık (cm)**	**Çap (cm)**	**Yayılma oranı (Ç/K)****
ŞAHİT	0.58	17.92	30.90
	0.60	17.76	29.60
10	0.46	17.79	38.67
	0.50	17.81	35.62
15	0.46	17.63	38.33
	0.46	17.57	38.20
20	0.44	17.50	39.77
	0.46	17.60	38.26
25	0.36	17.20	47.78
	0.40	17.34	43.35
30	0.34	16.71	49.15
	0.36	16.83	46.75
K 20***	0.45	17.30	38.44
	0.47	17.54	37.32
K 30	0.37	17.56	47.46
	0.39	17.24	44.21
K 40	0.35	16.54	47.26
	0.37	16.72	45.19
Ort ± std	0.43±0.15	17.36±0.85	40.90±10.11
Min-Max	0.34-0.60	16.54-17.92	29.60-49.15

* KBTU: karabuğday tam unu, ** Ç/K: çap/kalınlık,
*** K: gluten ve sodyum stearol 2-laktilat katkılı

Çizelge 4.8. Lavaş örneklerinin kalınlık, çap ve yayılma oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	**SD**	**Kalınlık**		**Çap**		**Yayılma oranı**	
		KO	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
KBTU* oranı	8	0.01	37.30**	0.35	23.90**	67.82	22.29**
Hata	9	0.00		0.02		3.04	

*KBTU: karabuğday tam unu, **$p< 0.01$ düzeyinde önemli

Çizelge 4.9. Lavaş örneklerinin kalınlık, çap ve yayılma oranı değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Paçalda KBTU** oranı(%)	n	Kalınlık (cm)	Çap (cm)	Yayılma oranı (Ç/K)***
ŞAHİT	2	0.59±0.01 [a]	17.84±0.11 [a]	30.25±0.92 [c]
10	2	0.48±0.03 [b]	17.80±0.01 [a]	37.15±2.16 [b]
15	2	0.46±0.00 [b]	17.60±0.04 [ab]	38.26±0.09 [b]
20	2	0.45±0.01 [b]	17.55±0.07 [abc]	39.02±1.07 [b]
25	2	0.38±0.03 [c]	17.27±0.10 [c]	45.56±3.13 [a]
30	2	0.35±0.01 [c]	16.77±0.08 [d]	47.95±1.69 [a]
K 20****	2	0.46±0.01 [b]	17.42±0.17 [bc]	37.88±0.80 [b]
K 30	2	0.38±0.01 [c]	17.40±0.23 [bc]	45.83±2.30 [a]
K 40	2	0.36±0.01 [c]	16.63±0.13 [d]	46.22±1.46 [a]

*Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$).
**KBTU: karabuğday tam unu, ***Ç/K: Çap/Kalınlık, ****K: gluten ve sodyum stearol 2-laktilat katkılı

Çap: Lavaş örneklerinin, çap değerleri incelendiğinde, katkısız örneklerde KBTU ikame oranına bağlı olarak azalma belirlenmiş olup, çap değerleri %25 ve 30 KBTU katılma oranlarında şahitten istatistiki olarak düşük bulunmuştur ($p<0.05$). %30 KBTU içeren katkısız ve %40 KBTU içeren katkılı örnekler en düşük çap değerlerini vermiştir (Çizelge 4.9).

Yayılma oranı: Çizelge 4.9'daki yayılma değerleri incelendiğinde, en düşük yayılma değerinin BU ile hazırlanan şahit örnekte, en yüksek yayılma değerlerinin ise, yüksek KBTU ikameli katkılı ve katkısız lavaş örneklerinde olduğu görülmektedir. KBTU'nun kullanıldığı orana bağlı olarak gluteni seyreltici ve yağ içeriğini artırıcı etkisi bu yayılma oranı artışına neden olmuştur. %20 ve 30 KBTU içeren un paçallarına gluten içeren katkı ilavesi, seyrelen glutenin tamamlanmasını sağlayarak hamurun kuvvetini artırsa da, KBTU'nun yağ içeriği yayılmayı baskın şekilde teşvik etmiş ve şahit örnekten çok daha yüksek yayılma değerleri elde edilmiştir. Katkı ilavesinin önemli etkisi yayılma oranından ziyade, lavaş üzerindeki çatlak ve kırılmaları önlemesi yönünde belirlenmiştir.

4.2.1.3. Yufka örneklerinin kalınlık, çap ve yayılma oranı

Yufkaların kalınlık, çap ve yayılma oranı özellikleri Çizelge 4.10'da, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir. Denemelere kullanılan un kombinasyonları ile yapılan yufka örneklerinin kalınlık değerleri 0.13 - 0.15 cm, çap değerleri 28.98 - 32.70 cm ve yayılma oranı değerleri 204.32 - 243.23

cm arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.10). Taşdemir (2005) farklı özelliklere sahip buğday unları ile hazırladığı yufkaların çap değerlerinin 21.7-35.8 cm arasında değiştiğini rapor etmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, yufka örneklerinin kalınlık, çap ve yayılma değerleri üzerinde varyasyon kaynağı KBTU ikame oranı $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Kalınlık: Un paçallarında artan oranda kullanılan KBTU, hem katkılı hem de katkısız örneklerde kalınlık değerlerinin şahit örneğe göre azalmasına ($p<0.05$) neden olmuştur (Çizelge 4.12). En yüksek kalınlık değerinin BU ile hazırlanan şahit yufka örneğine ait olduğu belirlenirken, en düşük kalınlık değerini katkısız olarak hazırlanan %30 KBTU ikameli yufka örneği vermiştir. Daha öncede açıklandığı gibi,

Çizelge 4.10. Yufka örneklerinin kalınlık, çap ve yayılma oranı değerleri

Paçalda KBTU* oranı (%)	Kalınlık (cm)	Çap (cm)	Yayılma oranı (Ç/K)**
ŞAHİT	0.15	31.54	210.27
	0.15	30.68	204.32
10	0.14	32.52	232.29
	0.14	32.21	222.50
15	0.14	32.50	232.14
	0.14	32.00	228.57
20	0.14	32.37	231.21
	0.14	31.46	224.74
25	0.14	32.70	233.57
	0.14	32.30	230.71
30	0.13	31.62	243.23
	0.13	30.86	237.38
K 20***	0.14	31.39	224.21
	0.14	30.70	219.30
K 30	0.14	29.80	212.86
	0.14	28.98	207.00
K 40	0.14	29.84	213.14
	0.14	29.06	211.68
Ort ± std	0.14±0.01	31.25±1.75	223.28±0.99
Min-Max	0.13-0.15	28.98-32.70	204.32-243.23

* KBTU: karabuğday tam unu, ** Ç/K: çap/kalınlık, *** K: gluten ve sodyum stearol 2-laktilat katkılı

Çizelge 4.11. Yufka örneklerinin kalınlık, çap ve yayılma oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	Kalınlık		Çap		Yayılma oranı	
		KO	F	KO	F	KO	F
KBTU* oranı	8	0.00	189.90**	2.76	10.50**	252.90	15.76**
Hata	9	0.00		0.26		16.04	

*KBTU: karabuğday tam unu, **$p< 0.01$ düzeyinde önemli

Çizelge 4.12. Yufka örneklerinin kalınlık, çap ve yayılma oranı değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları[*]

Paçalda KBTU[**] oranı (%)	N	Kalınlık (cm)	Çap (cm)	Yayılma oranı (Ç/K)[***]
ŞAHİT	2	0.15±0.00 [a]	31.1±0.61 [bc]	206.7±5.00 [d]
10	2	0.14±0.00 [b]	32.4±0.22 [ab]	227.4±6.92 [b]
15	2	0.14±0.00 [b]	32.3±0.35 [abc]	229.5±3.67 [ab]
20	2	0.14±0.00 [b]	31.9±0.64 [abc]	228.0±4.58 [b]
25	2	0.14±0.00 [b]	32.5±0.28 [a]	232.1±2.02 [ab]
30	2	0.13±0.00 [c]	31.2±0.54 [abc]	240.3±4.13 [a]
K 20[****]	2	0.14±0.00 [b]	31.0±0.49 [c]	221.8±3.48 [bc]
K 30	2	0.14±0.00 [b]	29.4±0.58 [d]	209.9±4.14 [d]
K 40	2	0.14±0.00 [b]	29.5±0.55 [d]	212.4±1.04 [cd]

[*]Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$).
[**]KBTU: karabuğday tam unu, [***]Ç/K: çap/kalınlık, [****]K: gluten ve sodyum stearol 2-laktilat katkılı

un paçalında seyrelen gluten oranı, bu azalmada etkili olmuştur. Katkı ilavesi, %20 KBTU düzeyinde aynı orandaki katkısız örneğe göre istatistiki olarak fark meydana getirmezken, %30 KBTU düzeyinde, katkısız örneğe göre kalınlık değerinin artmasına ($p<0.05$) neden olmuştur (Çizelge 4.12).

Çap: Katkısız olarak hazırlanan yufka örneklerinin çap değerleri, şahit yufka örneği ile karşılaştırıldığında, artan KBTU ikamesi ile düzenli olmayan bir artışın meydana geldiği görülmektedir (Çizelge 4.12). Bu artış sadece %25 KBTU ikame oranında şahit örnekten istatistiki olarak farklı bulunmuştur ($p<0.05$). En düşük çap değerleri %30 ve 40 KBTU'lu katkılı örneklerde görülmekte olup (Çizelge 4.12), yüksek KBTU ikame oranlarında, ilave edilen gluten ve SSL unu kuvvetlendirerek, yufka hamurlarının büzüşmesine ve çapın küçülmesine neden olmuştur.

Yayılma oranı: Çizelge 4.12'de görüldüğü gibi, katkısız hazırlanan yufka örneklerinin yayılma oranı değerleri KBTU ikamesi ile BU ile hazırlanan şahit ekmeğe göre artmaktadır. En düşük yayılma değeri (206.7) şahit yufka örneğinde bulunurken, en yüksek yayılma değeri (240.3) %30 KBTU ikamesi ile katkısız olarak hazırlanan yufka örneğinde belirlenmiştir. Katkı ilavesi ise, aynı oranda KBTU içeren yufka örneklerinde yayılma değerinde azalma meydana getirmiş olup, bu düşüş ($p<0.05$) en belirgin %30 KBTU düzeyindeki örneklerde gözlemlenmektedir (Çizelge 4.12). Gluten ve SSL katkıları ile çapta meydana gelen küçülmeye bağlı olarak, yayılma oranı (çap/kalınlık) değerinde düşme meydana gelmiştir. Yayılma oranının düşmesine karşılık, yufkaların yapısı kuvvetlenmiş, kırılma ve çatlamalar azalmıştır.

4.2.2. Renk değerleri

4.2.2.1. Bazlama örneklerinin renk değerleri

Bazlama örneklerinin L (parlaklık), a (kırmızılık) ve b (sarılık) değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.13'de verilmiştir. Bazlama örneklerinde ortalama L, a ve b değerleri 80.68, 2.62 ve 15.52 olarak belirlenmiştir. Taşdemir (2005) farklı özellikteki buğday unları ile hazırladığı bazlamaların L, a ve b değerlerinin, sırasıyla 90.51-93.81, (-1.64) - (-0.61) ve 10.60-12.58 arasında değiştiğini rapor etmiştir.

Bazlama örneklerinin renk değerleri üzerinde KBTU ikame oranı önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Bazlama örneklerinin renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.15'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Bazlama örneklerinin renk değerleri

Paçalda KBTU* oranı (%)	**L**	**a**	**b**
ŞAHİT	86.83	0.86	14.61
	87.01	0.70	14.37
10	83.42	1.80	14.95
	83.80	1.68	14.59
15	82.00	2.10	15.33
	82.32	2.04	15.03
20	80.42	2.69	15.38
	80.94	2.41	15.20
25	79.65	3.02	15.41
	80.17	2.82	15.25
30	78.65	3.38	15.61
	78.89	3.12	15.45
K 20**	80.45	2.80	15.28
	80.83	2.62	15.20
K 30	77.45	3.62	16.73
	77.63	3.46	16.51
K 40	75.75	4.23	17.28
	76.03	3.79	17.12
Ort ± std	80.68±3.20	2.62±0.96	15.52±0.84
Min-Max	75.75-87.01	0.70-4.23	14.37-17.28

* KBTU: karabuğday tam unu

**K: gluten ve sodyum stearol 2-laktilat katkılı

Çizelge 4.14. Bazlama örneklerinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	L		a		b	
		KO	F	KO	F	KO	F
KBTU* oranı	8	21.7	344.6**	1.9	72.4**	1.5	64.8**
Hata	9	0.063		0.027		0.023	

*KBTU: karabuğday tam unu, **p< 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.15. Bazlama örneklerinin renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Paçalda KBTU** oranı (%)	n	L	a	b
ŞAHİT	2	86.92±0.13 a	0.78±0.11 f	14.49±0.17 c
10	2	83.61±0.27 b	1.74±0.08 e	14.77±0.25 c
15	2	82.16±0.23 c	2.07±0.04 e	15.18±0.21 b
20	2	80.68±0.37 d	2.55±0.20 d	15.29±0.13 b
25	2	79.91±0.37 e	2.92±0.14 cd	15.33±0.11 b
30	2	78.77±0.17 f	3.25±0.18 bc	15.53±0.11 b
K 20***	2	80.64±0.27 d	2.71±0.13 d	15.24±0.06 b
K 30	2	77.54±0.13 g	3.54±0.11 ab	16.62±0.16 a
K 40	2	75.89±0.20 h	4.01±0.31 a	17.20±0.11 a

*Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).
**KBTU: karabuğday tam unu, ***K: gluten ve sodyum stearol 2-laktilat katkılı

Parlaklık (L): Bazlama formülasyonunda artan KBTU ikame oranı örneklerin parlaklık değerini düşürmüş ve daha koyu renkli ekmekler elde edilmesine sebep olmuştur (Çizelge 4.15). Parlaklık değerindeki bu düşüş, tam un formunda kullanılan KBTU'nun doğal renginin koyuluğundan (Çizelge 4.1) kaynaklanmaktadır. Benzer şekilde, Lin ve ark. (2009) %100 buğday unu (şahit) ve %15 karabuğday tam unu ikamesi ile hazırladıkları ekmeklerde parlaklık değerini sırasıyla; 76.75 ve 69.52 olarak tespit etmişlerdir. %30 KBTU içeren bazlama ekmeklerinin parlaklık değeri, aynı oranda KBTU içeren ve katkı ilavesi ile üretilen ekmeklerin parlaklık değerinden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.15). Burada ilave gluten uzun fermantasyon süresi içinde Maillard reaksiyonunu artırarak bazlama ekmeklerinde rengin koyulaşmasına neden olmuş olabilir. Chung ve Kim (1998b) yaptıkları çalışmada %30 karabuğday unu ikameli ekmekte parlaklık değerini, aynı oranda karabuğday unu içeren gluten katkılı ekmeğin parlaklık değerinden istatistiki olarak daha düşük (p<0.05) bulmuşlardır.

Kırmızılık (a): Bazlama örneklerinde, genel olarak, artan KBTU oranı kırmızılık değerini artırmıştır (Çizelge 4.15). Bunun bir sebebi, KBTU'nun kırmızılık değerinin yüksek olması (Çizelge 4.1) iken, diğer bir sebep, KBTU'nda BU'na göre daha yüksek oranda bulunan serbest şeker (Marshall ve Pomeranz 1982) ve lisin (Pomeranz ve Robbins 1972) ayrıca ekmek formülasyonuna dışarıdan ilave edilen %1 şekerin Maillard reaksiyonu için substrat oluşturması ve artan reaksiyon sonucu kırmızılığın yükselmesidir. Aynı etki ekmeklerin parlaklık değerinin de düşmesine neden olmuştur. Choi ve Chung (2007) ekmek formülasyonunda, karabuğday unu katılma oranının %15'in üzerine çıkması ile ekmeklerin kırmızılık değerinin arttığını rapor etmişlerdir.

Sarılık (b): Bazlama örneklerinin sarılık değeri, %10 KBTU katılma oranının üzerinde artmış ve %30-40 KBTU ve gluten ilaveli ekmeklerde en yüksek sarılık değerleri belirlenmiştir (Çizelge 4.15). KBTU ikamesi ile meydana gelen sarılık artışının en önemli sebebi, ana hammadde olarak kullanılan KBTU'nun, BU'ndan daha yüksek sarılığa sahip (Çizelge 4.1) olmasıdır. Başman ve Köksel (1999) bazlama formülasyonuna %20 oranına kadar ilave edilen buğday kepeğinin sarılık değerini artırdığını rapor etmişlerdir. Formülasyonunda %30 KBTU ikamesi ile hazırlanan katkılı (gluten ve SSL) ekmekler, katkısızlara göre daha yüksek sarılık değerine sahip bulunmuştur (Çizelge 4.15). Ancak, Kim ve ark. (2000a) %30 karabuğday unu ile glutenli ve glutensiz olarak hazırladıkları ekmeklerde, sarılık değerinin değişmediğini bildirmişlerdir.

4.2.2.2. Lavaş örneklerinin renk değerleri

Lavaş örneklerinin L, a ve b değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.16'da verilmiştir. Lavaş örneklerinde ortalama L, a ve b değerleri sırasıyla, 81.45, 2.78 ve 16.14 olarak bulunmuştur. Jooyandeh (2009) buğday unundan ürettiği lavaş örneklerinde aynı renk değerlerini sırasıyla; 80.7, 0.9 ve 15.8 olarak bildirmiştir.

Lavaş örneklerinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre, lavaş ekmeklerinin L, a ve b değerleri üzerinde KBTU ikame oranı önemli ($p<0.01$) bulunmuş olup (Çizelge 4.17), Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.18'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.16. Lavaş örneklerinin renk değerleri

Paçalda KBTU* oranı (%)	L	a	b
ŞAHİT	88.21	0.77	14.35
	88.43	0.69	14.03
10	84.26	2.12	15.33
	84.54	2.04	15.11
15	83.42	2.24	15.60
	83.54	2.06	15.32
20	81.83	2.71	15.62
	82.21	2.61	15.48
25	79.35	3.48	16.58
	79.71	3.26	16.48
30	78.39	3.75	17.45
	78.77	3.51	17.23
K 20**	81.82	2.62	16.77
	82.02	2.52	16.61
K 30	77.95	3.75	17.12
	78.51	3.61	17.02
K 40	76.24	4.20	17.30
	76.90	4.08	17.12
Ort ± std	81.45±3.55	2.78±1.02	16.14±1.06
Min-Max	76.24-88.43	0.69-4.20	14.03-17.45

* KBTU: karabuğday tam unu, **K: gluten ve sodyum stearol 2-laktilat katkılı

Çizelge 4.17. Lavaş örneklerinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	L		a		b	
		KO	F	KO	F	KO	F
KBTU* oranı	8	26.7	355.9**	2.2	194.7**	2.4	122.1**
Hata	9	0.075		0.011		0.019	

*KBTU: karabuğday tam unu, **p< 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.18. Lavaş örneklerinin renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Paçalda KBTU** oranı (%)	n	L	a	b
ŞAHİT	2	88.32±0.16 a	0.73±0.06 f	14.19±0.23 e
10	2	84.40±0.20 b	2.08±0.06 e	15.22±0.16 d
15	2	83.48±0.08 c	2.15±0.13 e	15.46±0.20 d
20	2	82.02±0.27 d	2.66±0.07 d	15.55±0.10 d
25	2	79.53±0.25 e	3.37±0.16 c	16.53±0.07 c
30	2	78.58±0.27 f	3.63±0.17 bc	17.34±0.16 a
K 20***	2	81.92±0.14 d	2.57±0.07 d	16.69±0.11 bc
K 30	2	78.23±0.40 f	3.68±0.10 b	17.07±0.07 ab
K 40	2	76.57±0.47 g	4.14±0.08 a	17.21±0.13 a

*Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).
**KBTU: karabuğday tam unu, ***K: gluten ve sodyum stearol 2-laktilat katkılı

Parlaklık (L): Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre artan KBTU ikame oranı lavaş örneklerinin parlaklık değerini düşürmüş, %40 KBTU ikame oranında gluten ve SSL katkılısıyla birlikte en koyu renkli ekmeklerin elde edilmesine sebep olmuştur (Çizelge 4.18). Parlaklık değerindeki bu düşüş, daha öncede açıklandığı gibi, tam un formunda kullanılan KBTU'nun doğal renginin koyuluğundan (Çizelge 4.1) ve Maillard reaksiyonunun artışından kaynaklanmaktadır.

Kırmızılık (a): Lavaş ekmeklerin, kırmızılık değerleri KBTU ikamesinden etkilenerek, bazlama ekmeklerine benzer bir artış trendi göstermiştir (Çizelge 4.18). Bu kırmızlılık artışının sebepleri daha önce açıklanmıştır.

Sarılık (b): Lavaş ekmeklerinde sarılık değeri, KBTU ikamesi ile artmış, katkısız %30 KBTU ikameli ve katkılı %30-40 KBTU ikameli örnekler en yüksek sarılık değerlerini vermiştir (Çizelge 4.18). Choi ve Chung (2007) karabuğday ununu %0-45 arasındaki oranlarda ekmek formülasyonunda kullanmış ve %30 oranına kadar sarılık değerinde bir artış, daha sonra azalış olduğunu, ancak bütün karabuğday oranlarında, BU ile üretilen şahit ekmeklerden daha yüksek sarılık değerine sahip ekmeklerin elde edildiğini belirlemişlerdir. Bizim çalışmamızda da hammadde olarak kullanılan KBTU'nun sarılık değerinin yüksekliği (Çizelge 4.1), ekmeklerin sarılık değerlerini direkt etkilemiştir.

4.2.2.3. Yufka örneklerinin renk değerleri

Yufka örneklerinin renk değerleri Çizelge 4.19'da verilmiş olup, ortalama L, a ve b değerleri 80.53, 2.60 ve 14.84 olarak bulunmuştur. Başman ve Köksel (2001) buğday unundan ürettikleri yufkalarda aynı renk değerlerini sırasıyla; 87.1, 1.7 ve 13.1 olarak belirlemişlerdir.

Yufka örneklerinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre, ekmeklerinin renk değerleri üzerinde KBTU ikame oranı önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.20). Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.21'de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Yufka örneklerinin renk değerleri

Paçalda KBTU* oranı (%)	L	a	b
ŞAHİT	88.12	0.15	14.46
	88.46	0.01	14.12
10	83.21	1.79	14.50
	82.79	1.67	14.40
15	79.74	2.84	15.05
	79.96	2.62	14.69
20	77.94	3.33	15.19
	78.52	3.23	15.01
25	77.05	3.54	15.45
	77.29	3.44	15.31
30	77.02	3.73	15.84
	77.04	3.51	15.72
K 20**	80.73	2.61	14.52
	81.11	2.59	14.38
K 30	80.89	2.85	14.65
	81.05	2.83	14.53
K 40	79.17	3.21	14.75
	79.45	2.93	14.61
Ort ± std	80.53±3.39	2.60±1.07	14.84±0.49
Min-Max	77.02-88.46	0.01-3.73	14.12-15.84

KBTU: karabuğday tam unu, **K: gluten ve sodyum stearol 2-laktilat katkılı

Çizelge 4.20. Yufka örneklerinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	L		a		b	
		KO	F	KO	F	KO	F
KBTU* oranı	8	24.0	383.6**	2.4	189.7**	0.5	23.2**
Hata	9	0.063		0.013		0.021	

*KBTU: karabuğday tam unu, **p< 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.21. Yufka örneklerinin renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Paçalda KBTU** oranı (%)	n	L	a	b
ŞAHİT	2	88.29±0.24 a	0.08±0.10 f	14.29±0.24 f
10	2	83.00±0.30 b	1.73±0.08 e	14.45±0.07 ef
15	2	79.85±0.16 d	2.73±0.16 d	14.87±0.25 cd
20	2	78.23±0.41 e	3.28±0.07 ab	15.10±0.13 bc
25	2	77.17±0.17 f	3.49±0.07 a	15.38±0.10 ab
30	2	77.03±0.01 f	3.62±0.16 a	15.78±0.08 a
K 20***	2	80.92±0.27 c	2.60±0.01 d	14.45±0.10 ef
K 30	2	80.97±0.11 c	2.84±0.01 cd	14.59±0.08 def
K 40	2	79.31±0.20 d	3.07±0.20 bc	14.68±0.10d e

*Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).
**KBTU: karabuğday tam unu, ***K: gluten ve sodyum stearol 2-laktilat katkılı

Parlaklık (L): Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; artan KBTU oranı yufka örneklerinin parlaklık değerini beklenildiği gibi düşürmüş, yüksek KBTU oranlarında formülasyona gluten ve SSL ilave edilmesi, aynı orandaki katkısızlara göre parlaklık değerini artırarak KBTU'nun renk üzerindeki olumsuz etkisinin giderilmesi açısından önemli bulunmuştur (Çizelge 4.21). Daha önce 4.2.2.1 başlığı altında açıklanan bazlama parlaklık değeri ise yüksek KBTU oranında katkı ilavesi ile azalmıştır.

Kırmızılık (a): KBTU ikamesi, yufka örneklerinin kırmızılığını BU ile hazırlanan şahit örneklere göre artırmıştır ($p<0.05$). Bu artış, %20-30 KBTU ikamesi ile katkısız un paçallarından üretilen yufka örneklerinde daha yüksek olmuştur (Çizelge 4.21). Gluten ve SSL ilavesi aynı oranda KBTU içeren örneklerde, parlaklık değerinin artışında olduğu gibi, kırmızılığın düşürülmesinde de etkili olmuştur. Bazlama örneklerinde, formülasyonda maya ve şekere yer verilmesi ve uzun bir fermentasyon süresinin uygulanması özellikle gluten katkılı örneklerde Maillard reaksiyonu teşvik ederek kırmızılığın daha da artmasına neden olurken, yufka örneklerinde bu faktörlerin olmayışı Maillard reaksiyonunu sınırlayarak, gluten katkılı örneklerde katkısızlara göre daha fazla kırmızılık artışına neden olmamıştır.

Sarılık (b): Katkısız yufka örneklerinin sarılık değeri, %15 KBTU oranından sonra artış göstermiş ($p<0.05$), %20-30 KBTU ikameli un paçallarında gluten ve SSL kullanılması ile, elde edilen ekmeklerin sarılık değeri şahide eşdeğer bulunmuştur (Çizelge 4.21). Yufka formülasyonuna katkıların ilavesi, renk değerleri üzerinde bazlama ve lavaş ekmeklerinden farklı ve olumlu bir etki göstermiş, aynı oranda katkısız örneklere göre, parlaklığı artırırken, sarılık ve kırmızılığı düşürmüştür.

4.2.3. Kimyasal analiz sonuçları

4.2.3.1. Bazlama örneklerinin kimyasal analiz sonuçları

Farklı düzeyde BU ve KBTU ile katkısız ve katkılı olarak üretilen bazlama örneklerinin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.22'de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.23'de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.24'de verilmiştir.

4.2.3.1.1. Su miktarı

Bazlama örneklerinin su miktarları ortalama %36.29 olarak belirlenmiş olup (Çizelge 4.22) su miktarı üzerine KBTU ikame oranın etkisi istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.23). Tüm bazlama örnekleri içinde BU ile hazırlanan şahit örnekler en düşük su değerini (%31.60) verirken, %30 KBTU ikamesi ile katkısız olarak hazırlanan bazlama ekmeklerinde en yüksek su değeri (%40.1) elde edilmiştir (Çizelge 4.24). KBTU ikamesi, hem katkılı hem de katkısız un paçallarından hazırlanan bazlama ekmeklerinde su içeriğini artırmıştır (Çizelge 4.24). Bu sonuçlara benzer şekilde, Atalay (2009) BU ve %20 KBTU ikamesi ile hazırladığı mayalı ekmeklerde su miktarlarını sırası ile %36.2 ve %42.5 olarak rapor etmiştir.

Çizelge 4.22. Bazlama örneklerinin kimyasal analiz sonuçları[*]

Paçalda KBTU[**] oranı (%)	Su (%)	Kül (%)	Protein[***] (%)	Selüloz (%)	Fitik asit (mg/100g)
ŞAHİT	31.9	1.20	11.77	0.52	161.3
	31.3	1.28	11.85	0.58	165.1
10	33.3	1.35	11.81	0.59	248.7
	33.5	1.39	11.87	0.63	251.3
15	34.9	1.39	11.87	0.61	303.6
	35.4	1.45	11.95	0.66	306.4
20	37.8	1.45	11.90	0.65	347.5
	37.6	1.51	11.96	0.67	342.5
25	39.2	1.51	11.92	0.66	414.5
	39.1	1.55	12.04	0.71	409.5
30	40.0	1.58	12.13	0.71	475.6
	40.2	1.62	12.19	0.73	472.4
K 20[****]	36.8	1.45	13.70	0.62	374.4
	37.2	1.55	13.76	0.65	369.6
K 30	35.6	1.61	14.70	0.67	514.1
	36.5	1.67	14.82	0.72	509.9
K 40	36.6	1.76	15.71	0.71	653.7
	36.3	1.82	15.49	0.79	648.3
Ort ± std	36.29±2.60	1.51±0.16	12.86±1.42	0.66±0.06	387.10±141.89
Min-Max	31.30-40.20	1.20-1.82	11.77-15.71	0.52-0.79	161.30-653.70

[*]Kimyasal analiz sonuçları kuru madde üzerinden verilmiştir.
[**]KBTU: karabuğday unu
[***] N x 6.25 faktörü kullanılmıştır
[****]K: gluten ve sodyum stearol 2-laktilat katkılı

Çizelge 4.23. Bazlama örneklerinin kimyasal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	Su		Kül		Protein		Selüloz		Fitik asit	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
KBTU* oranı	8	8.87	55.41**	0.11	20.36**	4.26	734.88**	938.90	394.90**	42770.82	4838.88**
Hata	9	0.160		0.010		0.006		2.380		8.840	

*KBTU: karabuğday tam unu, **p< 0.01 düzeyinde önemli,

Çizelge 4.24. Bazlama örneklerinin kimyasal analiz değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Paçalda KBTU** oranı(%)	n	Su (%)	Kül (%)	Protein*** (%)	Selüloz (%)	Fitik asit (mg/100g)
ŞAHİT	2	31.6±0.42 ^{g}	1.24±0.06 ^{f}	11.81±0.06 ^{e}	0.55±0.04 ^{d}	163±2.69 ^{i}
10	2	33.4±0.14 ^{f}	1.37±0.03 ^{e}	11.84±0.04 ^{e}	0.61±0.03 ^{cd}	250±1.84 ^{h}
15	2	35.2±0.35 ^{e}	1.42±0.04 ^{de}	11.91±0.06 ^{e}	0.64±0.04 ^{bc}	305±1.98 ^{g}
20	2	37.7±0.14 ^{b}	1.48±0.04 ^{de}	11.93±0.04 ^{e}	0.66±0.01 ^{abc}	345±3.54 ^{f}
25	2	39.2±0.07 ^{a}	1.53±0.03 ^{bcd}	11.98±0.08 ^{de}	0.69±0.04 ^{abc}	412±3.54 ^{d}
30	2	40.1±0.14 ^{a}	1.60±0.03 ^{bc}	12.16±0.04 ^{d}	0.72±0.01 ^{ab}	474±2.26 ^{c}
K 20****	2	37.0±0.28 ^{bc}	1.50±0.07 ^{cd}	13.73±0.04 ^{c}	0.64±0.02 ^{bc}	372±3.39 ^{e}
K 30	2	36.1±0.64 ^{d}	1.64±0.04 ^{ab}	14.76±0.08 ^{b}	0.69±0.03 ^{abc}	512±2.97 ^{b}
K 40	2	36.5±0.21 ^{cd}	1.79±0.04 ^{a}	15.60±0.16 ^{a}	0.75±0.06 ^{a}	651±3.82 ^{a}

*Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).
KBTU: karabuğday tam unu * N x 6.25 faktörü kullanılmıştır
****K: gluten ve sodyum stearol 2-laktilat katkılı

KBTU'nun ekmek içinde kalan su miktarını artırmış olmasındaki en önemli sebep, daha önce belirtildiği gibi, KBTU ikamesinin hamurlarda farinograf su absorbsiyonu değerlerini yükseltmiş olmasıdır (Çizelge 4.3). BU ile karşılaştırıldığında, KBTU'nun yüksek selüloz ve pentozan içeriği ile karabuğday nişastasının fiziksel özellikleri su absorbsiyonunun artmasına neden olmuştur (Elgün ve Ertugay 1995; Wijngaard ve Arendt 2006). Ayrıca, KBTU ikamesi nedeniyle seyrelen gluten miktarı, bu ekmeklerde kabarmayı engellediğinden, hamurun yapısına alınan fazla su, ekmekten uzaklaşamamıştır. Bu durum su içeriği ve ekmek verimi yüksek, ancak depolama stabilitesi düşük ve mikrobiyal bozulma riski daha yüksek ekmeklerin elde edilmesine sebep olmuştur.

Un paçallarına gluten ve SSL katkılaması, %30 oranında KBTU içeren ekmeklerdeki su miktarını, aynı düzeyde KBTU içeren katkısız ekmeğe göre

düşürmüştür (Çizelge 4.24). En yüksek KBTU ikame oranında (%40) da, katkı kullanımı ekmek içi su miktarını olumlu yönde etkilemiştir.

4.2.3.1.2. Kül miktarı

Bazlama örneklerinin kül değerleri incelendiğinde, %1.20-1.82 arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4.22). Varyans analiz sonuçlarına göre, KBTU oranın kül miktarı üzerindeki etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.23).

BU'na göre 3.68 kat daha fazla kül miktarına sahip KBTU'nun (Çizelge 4.1) bazlama formülasyonunda artan oranlarda kullanımı, şahit örneğe göre kül miktarının artmasına ($p<0.05$) neden olmuştur (Çizelge 4.24). Bojnanska ve ark. (2009) BU ve değişik oranlarda (%10, 20, 30, 40 ve 50) KBTU ikamesiyle ürettikleri ekmeklerde, artan KBTU'na paralel olarak kül miktarının %1.26'dan 1.66'ya kadar yükseldiğini belirlemişlerdir. Yapılan pek çok araştırmada karabuğday öğütme ürünlerinin BU'na ilave edilen oranlarına bağlı olarak unlu mamüllerde kül miktarını artırdığı belirlenmiştir (Duarte ve ark. 1996; Manthey ve Hall 2007; Bilgiçli 2009a; Bilgiçli 2009b; Atalay 2009; Bojnanska ve ark. 2009).

Katkı ilavesi ile üretilen bazlamalarda ise, aynı oranda KBTU içeren örneklere göre kül değerlerinin istatistiki olarak farklı olmadığı ancak deskriptif olarak bir miktar yükseldiği görülmektedir (Çizelge 4.24).

4.2.3.1.3. Protein miktarı

Bazlama örneklerinin protein miktarları ortalama olarak %12.86 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.22). Varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 4.23); protein miktarı üzerine KBTU oranın etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.24) ise, BU'ndan hazırlanan kontrol ekmeği ile KBTU ikamesiyle katkısız olarak üretilen bazlama örneklerinin protein içerikleri %30 KBTU düzeyine kadar istatistiki olarak farksız bulunmuştur. %30 katkısız ve tüm katkılı bazlama formülasyonlarında şahit örnekten daha yüksek protein değerleri elde edilmiştir. Lin ve ark. (2009) %15 oranında KBTU ikamesi ile ekmeklerin protein miktarının istatistiki olarak farklı

olmayan oranda arttığını, Bojnanska ve ark. (2009) ise artan KBTU oranına paralel olarak ekmeklerin, protein oranlarının yükseldiğini bildirmişlerdir.

KBTU, BU'na göre istatistiki olarak farklı olmayan ancak deskriptif olarak yüksek miktarda protein içeriğine sahiptir (Çizelge 4.1). Bundan dolayı yüksek KBTU katılma oranlarında, ekmeklerin protein miktarlarında hafif bir artışa neden olmuştur (Çizelge 4.24).

Katkı ilavesi ile hazırlanan bazlamalarda, protein oranlarının katkısız tüm örneklere göre artış gösterdiği ve aynı düzeyde KBTU içeren katkısız bazlamalardan istatistiki olarak farklı oldukları bulunmuştur (Çizelge 4.24). Bu artış seyrelen oranda ilave edilen vital glutenin %70-85 protein içeriğinden (Wrigley ve Bietz 1988; Pyler 1988; Hoseney 1994) kaynaklanmaktadır. Literatürde yer alan çalışmalarda gluten ilavesi ile protein içeriğinin yükseldiği rapor edilmiştir (Borla ve ark. 2004; Singh ve Mohamed 2007).

4.2.3.1.4. Selüloz miktarı

Farklı KBTU ikame oranlarında katkılı ve katkısız olarak hazırlanan bazlama örneklerinin selüloz miktarı %0.52 ile 0.79 arasında belirlenmiş olup, selüloz değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre, örneklerin selüloz miktarı üzerine KBTU oranın etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.23).

BU'ndan üretilen şahit ekmeklerine göre, artan KBTU ikame oranına bağlı olarak bazlamaların selüloz miktarlarının da arttığı ve selüloz değerlerinin %15 KBTU düzeyinden itibaren şahitten istatistiki olarak farklı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.24). %100 randımanla elde edilen KBTU'nun kepek miktarı ve buna bağlı olarak selüloz içeriğinin de yüksek olması (Çizelge 4.1) ilave edildiği bazlama örneklerinin de selüloz miktarının artmasına neden olmuştur (Çizelge 4.24). Başman ve Köksel (1999) farklı oranlarda buğday kepeğinin, bazlama formülasyonunda kullanılması ile bazlamaların besinsel lif içeriğinin arttığını belirtmiştir. Lin ve ark (2009) yaptıkları çalışmada %15 KBTU ilavesinin ekmeklerin ham lif içeriğini arttırdığını tespit etmişlerdir. Yapılan bir çok çalışma da, karabuğday unu ve KBTU ile yapılan ürünlerde selüloz ve ham lif içeriğinin yükseldiği rapor edilmiştir (Horie

ve ark. 1989; Chung ve Kim 1998a; Bonafaccia ve Kreft 2003; Klava 2004; Bilgiçli 2009b).

Aynı oranda KBTU içeren katkılı ve katkısız bazlama ekmeklerinin selüloz içeriklerinde istatistiki bir fark belirlenememiştir (Çizelge 4.24). Bu durum katkı olarak ilave edilen bileşenlerin, ürünün selüloz miktarını etkileyecek düzeyde, selüloz içeriğine sahip olmamalarından kaynaklanmaktadır.

4.2.3.1.5. Fitik asit miktarı

Fitik asit (FA) mineral ve proteinleri bağlayarak biyoyararlılıklarını düşürürken, antioksidan özelliği ile fonksiyonel beslenme açısından önemli bir birleşiktir (Lasztity ve Lasztity 1990; Rickard ve Thompson 1997).

Farklı un paçallarından katkılı ve katkısız olarak hazırlanan bazlamaların FA değerleri 161.30-653.70 mg/100g arasında değişmiş olup, ortalama olarak 387.10 mg/100g bulunmuştur. Özkaya (2004) %65, 75, 85 ve 100 randımanla elde ettikleri buğday unlarından yaptıkları mayalı ekmeklerin FA içeriklerini sırasıyla, 48.9 mg/100g, 80.3 mg/100g, 181.6 mg/100g ve 855.5 mg/100g olarak bildirmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, KBTU oranının FA miktarı üzerine etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuş (Çizelge 4.23) olup, artan KBTU ikame oranına bağlı olarak FA değerleri de yükselmiştir (Çizelge 4.24). Bu artış, KBTU içeriğindeki kepeğin yüksek olması ve FA'in kepek tabakasında lokalize olmasından kaynaklanmıştır (Steadman ve ark. 2001b). %100 randımanla öğütülen karabuğdaydan elde edilen KBTU'nun yüksek FA içeriği (1480 mg/100g) daha önce Çizelge 4.1'de verilmiş olup, rafine BU'ndan yaklaşık 6 kat daha fazla FA içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Ancak hammaddede belirlenen yüksek FA miktarları, son ürün olan ekmek örneklerinde düşüş göstermiştir. Mayalı hamurlarda, FA uzun fermentasyon süresi içerisinde, mayanın içerdiği fitaz enzimi tarafından parçalanabildiğinden FA kaybı meydana gelmektedir (Özkaya ve ark. 2002). Başman ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada, ekmeklik buğday ununa farklı oranlarda buğday kepeği ve arpa unu katılarak üretilen bazlamalarda, FA kaybının kepek katkılılarda %8.7-18.4, arpa unu katkılılarda ise %20.1-30.8 arasında değiştiği bildirilmiştir.

Katkı ilavesi ise bazlamalarda FA miktarının aynı oranda KBTU içeren katkısız örneklere göre istatistiki olarak artmasına ($p<0.05$) neden olmuştur (Çizelge 4.24). Bu artış vital glutenin yüksek FA içeriğinden (1900 mg/100g) (Hidvegi ve Lasztity 2002) kaynaklanmış olabilir.

4.2.3.1.6. Mineral madde miktarları

BU'na farklı oranlarda KBTU ikamesiyle katkısız ve katkılı olarak hazırlanan bazlama örneklerinin mineral madde (Ca, Fe, K, Mg ve P) değerleri Çizelge 4.25'de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.26'da ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları 4.27'de verilmiştir.

Bazlama ekmeklerinin Ca, Fe, K, Mg ve P değerleri sırasıyla ortalama olarak 27.80, 1.38, 225.60, 76.30 ve 192.30 mg/100g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.25). Dağlıoğlu ve Tuncel (1999) BU'ndan üretilen bazlama ekmeklerinin Ca, Fe, K ve Mg içeriklerini sırasıyla, 39, 11.3, 192, 26 mg/100 g olarak bildirmişlerdir.

Varyans analiz sonuçlarına göre bazlama örneklerinin Ca, Fe, K, Mg ve P miktarları üzerine artan KBTU oranı istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) seviyede etkili olmuştur (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.25. Bazlama örneklerinin mineral madde değerleri (mg/100g)[*]

Paçalda KBTU[**] oranı (%)	Ca	Fe	K	Mg	P
ŞAHİT	26.1	0.90	164.3	35.1	132.6
	26.3	1.02	167.5	37.3	129.6
10	26.4	1.12	193.5	54.4	154.0
	26.4	1.20	195.7	56.8	155.6
15	26.5	1.20	206.1	65.5	165.7
	26.3	1.32	208.3	68.1	168.9
20	26.5	1.28	218.8	73.8	179.8
	26.9	1.40	222.0	75.4	177.2
25	26.5	1.41	234.1	83.0	193.0
	26.9	1.51	236.1	84.8	192.6
30	26.5	1.54	247.7	92.0	221.6
	26.7	1.58	249.3	93.6	219.2
K 20[***]	28.7	1.31	226.4	74.8	191.5
	29.5	1.41	230.2	77.0	189.1
K 30	30.5	1.51	257.0	91.5	232.1
	31.1	1.67	258.4	93.3	228.7
K 40	31.0	1.73	272.0	107.2	265.3
	32.2	1.71	273.4	109.8	264.1
Ort ± std	27.80±2.06	1.38±0.57	225.60±77.15	76.30±21.05	192.30±39.81
Min-Max	26.10-32.20	0.90-1.73	164.30-273.40	35.10-109.80	129.60-265.30

[*]Analiz sonuçları kuru madde üzerinden verilmiştir. [**]KBTU: karabuğday tam unu
[***]K: gluten ve sodyum stearol 2-laktilat katkılı

Çizelge 4.26. Bazlama örneklerinin mineral madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	Ca		Fe		K		Mg		P	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
KBTU* oranı	8	8.87	55.41**	0.11	20.36**	2190.37	715.81**	938.90	394.90**	3363.60	1137.20**
Hata	9	0.16		0.01		3.06		2.38		2.96	

*KBTU: karabuğday tam unu, **p< 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.27. Bazlama örneklerinin mineral madde değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (mg/100g)*

Paçalda KBTU** oranı (%)	n	Ca	Fe	K	Mg	P
ŞAHİT	2	26.2±0.14 c	0.96±0.08 f	165.9±2.26 h	36.2±1.56 g	131.1±2.12 i
10	2	26.4±0.00 c	1.16±0.06 e	194.6±1.56 g	55.6±1.70 f	154.8±1.13 h
15	2	26.4±0.14 c	1.26±0.08 de	207.2±1.56 f	66.8±1.84 e	167.3±2.26 g
20	2	26.7±0.28 c	1.34±0.08cde	220.4±2.26 e	74.6±1.13 d	178.5±1.84 f
25	2	26.7±0.28 c	1.46±0.07 bc	235.1±1.41 d	83.9±1.27 c	192.8±0.28 d
30	2	26.6±0.14 c	1.56±0.03 ab	248.5±1.13 c	92.8±1.13 b	220.4±1.70 c
K 20***	2	29.1±0.57 b	1.36±0.07 cd	228.3±2.69 e	75.9±1.57 d	190.3±1.70 e
K 30	2	30.8±0.42 a	1.59±0.11 ab	257.7±0.99 b	92.4±1.26 b	230.4±2.40 b
K 40	2	31.6±0.85 a	1.72±0.01 a	272.7±0.99 a	109.0±1.84 a	264.7±0.85 a

*Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).
**KBTU: karabuğday tam unu, ***K: gluten ve sodyum stearol 2-laktilat katkılı

Kalsiyum (Ca): Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (Çizelge 4.27) incelendiğinde, katkısz ekmeklerde formülasyonunda artan KBTU miktarı, ekmeklerin Ca miktarını şahit örneğe göre değiştirmezken, katkılı ekmeklerde şahitten istatistiki olarak yüksek Ca değerleri bulunmuştur (p<0.05).

Demir (Fe): KBTU ikamesi ile hem katkılı hem de katkısız olarak hazırlanan bazlamaların Fe içeriği BU ile hazırlanan şahit ekmeğe göre yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.27). Bazlama üretiminde hammadde olarak kullanılan unlardan KBTU'nun Fe içeriği, BU'ndan 3.1 kat daha fazladır (Çizelge 4.1). Bu nedenle KBTU formülasyonda kullanıldığı orana bağlı olarak Fe miktarında artışa neden olmuştur. Yüksek KBTU oranlarında katkılı olarak üretilen bazlama ekmeklerinin Fe değerlerinde, aynı oranda KBTU ile katkısız olarak üretilen ekmeklere göre deskriptif bir artış belirlenmiştir (Çizelge 4.27). Bu örneklerde, katkı olarak kullanılan glutenin yaklaşık 7.77 mg/100g Fe içeriğine sahip olması (Storebakken ve ark. 2000), bu küçük artışa neden olmuş olabilir.

Potasyum (K): Çizelge 4.27'ye göre, formülasyonda yer alan KBTU'nun oranı arttıkça, bazlama örneklerinin K içeriği önemli (p<0.05) seviyede artış

göstermiştir. KBTU'nun K içeriğinin BU'ndan çok daha yüksek (Çizelge 4.1) olması, ekmek örneklerinde tahmin edilen bu K artışına neden olmuştur. %30 KBTU ikameli ve katkılı ekmeklerde, aynı oranda KBTU içeren katkısız örneklere göre K içeriği istatistiki olarak artmıştır ($p<0.05$). %20 KBTU oranında da benzer bir artış olmuş ancak istatistiki bir fark oluşturmamıştır.

Magnezyum (Mg): Mg içeriği bakımından BU'ndan 6.7 kat daha zengin olan KBTU'nun (Çizelge 4.1) ekmek formülasyonunda artan miktarıyla, ekmek örneklerinde Mg miktarının yükseldiği belirlenmiştir. Aynı oranda KBTU içeren katkılı ve katkısız ekmeklerin Mg değerlerinde istatistiki olarak fark bulunmamıştır (Çizelge 4.27).

Fosfor (P): BU'ndan 3.0 kat daha fazla P içeriğine sahip KBTU'nun (Çizelge 4.1) artan ikame oranları ile katkısız ve katkılı ekmeklerde P miktarının istatistiki olarak yükseldiği belirlenmiştir. Ayrıca katkılı ekmeklerin P içeriğinde, aynı oranda KBTU ikame edilen ekmeklere göre önemli ($p<0.05$) bir artış belirlenmiştir (Çizelge 4.27). Sidhu ve ark. (2001) ise BU'ndan ürettikleri ekmeklerin vital gluten ve SSL ilavesi ile P miktarında artış olduğunu tespit etmişlerdir.

Literatürde, karabuğday öğütme ürünlerinin katıldıkları orana bağlı olarak, farklı hububat ürünlerinde mineral madde miktarını artırdığına yönelik çalışmalar mevcut olup (Hatcher ve ark. 2008; Bilgiçli 2009a; Bilgiçli 2009b; Atalay 2009; Bojnanska 2009), KBTU ilavesinin özellikle K, Mg ve P içeriğinin artırılması açısından önemli olduğu vurgulanmaktadır.

Bizim çalışmamızda BU ile hazırlanan şahit bazlama ekmeği ile karşılaştırıldığında, %40 KBTU ikamesi ile katkılı olarak hazırlanan bazlama ekmeklerinin Ca, Fe, K, Mg ve P miktarları sırasıyla, 1.2, 1.8, 1.6, 3 ve 2 kat daha fazla bulunmuştur. %40 KBTU içeren karabuğday ekmeğinden, 100 gram (KM) tüketildiğinde günlük olarak alınması gereken Ca'un %4'ü, Fe'in %17'si, K'un %16'sı, Mg'un %31.1'i ve P'un %33.1'i vücuda alınmış olacaktır.

4.2.3.2. Lavaş örneklerinin kimyasal analiz sonuçları

Lavaş örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarına ait değerler Çizelge 4.28'de, bu verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.29'da ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.30'da verilmiştir.

4.2.3.2.1. Su miktarı

Lavaş örneklerinin su değerleri %22.10-27.50 aralığında bulunmuş olup, ortalama %24.82 su içeriği belirlenmiştir (Çizelge 4.28). Bazlama ekmeklerinde ortalama %36.29 olarak belirlenen su değerinin (Çizelge 4.22), lavaş ekmeklerinin üretim tekniğindeki farklılıktan dolayı %24.82'ye düştüğü görülmektedir. Lavaş ekmeklerinin, bazlamaya göre çok daha ince açılarak pişirilmelerinden dolayı, su kaybı için yüzey alanı artmakta ve bu nedenle lavaşların su içeriği düşmektedir.

Varyans analizi sonuçları, KBTU ikame oranının oranının lavaş ekmeklerinin su miktarı üzerindeki etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.29). Duncan testi sonuçları Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.28. Lavaş örneklerinin kimyasal analiz sonuçları[*]

Paçalda KBTU[**] oranı (%)	Su (%)	Kül (%)	Protein[***] (%)	Selüloz (%)	Fitik asit (mg/100g)
ŞAHİT	23.7	1.30	11.56	0.51	190.8
	23.5	1.32	11.66	0.55	193.2
10	24.2	1.40	11.73	0.56	304.5
	24.0	1.44	11.75	0.62	301.5
15	25.9	1.44	11.78	0.60	363.8
	25.5	1.50	11.82	0.63	358.2
20	26.5	1.49	11.82	0.62	432.5
	26.2	1.57	11.90	0.68	429.5
25	27.5	1.55	11.90	0.66	490.0
	27.3	1.61	11.96	0.69	494.0
30	27.4	1.61	11.91	0.69	541.4
	27.1	1.69	11.97	0.73	546.6
K 20[****]	22.5	1.52	13.60	0.61	459.7
	22.3	1.58	13.68	0.64	454.3
K 30	22.4	1.67	14.51	0.66	582.7
	22.1	1.71	14.57	0.71	579.3
K 40	24.2	1.81	15.44	0.70	727.6
	24.5	1.87	15.52	0.76	730.4
Ort ± std	24.82±1.90	1.56±0.15	12.73±1.41	0.65±0.07	454.40±154.14
Min-Max	22.10-27.50	1.30-1.87	11.56-15.52	0.51-0.76	190.80-730.40

[*]Kimyasal analiz sonuçları kuru madde üzerinden verilmiştir. [**]KBTU: karabuğday tam unu
[***]N x 6.25 faktörü kullanılmıştır, [****]K: gluten ve sodyum stearol 2-laktilat katkılı

Çizelge 4.29. Lavaş örneklerinin kimyasal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	Su		Kül		Protein		Selüloz		Fitik asit	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
KBTU* oranı	8	8.87	55.41**	0.11	20.36**	4.20	1798.60**	938.90	394.90**	50482.06	6193.27**
Hata	9	0.160		0.010		0.002		2.380		8.151	

*KBTU: karabuğday tam unu, **p< 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.30. Lavaş örneklerinin kimyasal analiz değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Paçalda KBTU** oranı (%)	n	Su (%)	Kül (%)	Protein*** (%)	Selüloz (%)	Fitik asit (mg/100g)
ŞAHİT	2	23.6±0.14 e	1.31±0.02 g	11.61±0.07 g	0.53±0.03 d	192±1.70 i
10	2	24.1±0.11 d	1.42±0.03 f	11.74±0.01 f	0.59±0.04 cd	303±2.12 h
15	2	25.7±0.28 c	1.47±0.04 ef	11.80±0.03 f	0.62±0.02 bc	361±3.96 g
20	2	26.4±0.21 b	1.53±0.06 de	11.86±0.06 ef	0.65±0.04abc	431±2.12 f
25	2	27.4±0.14 a	1.58±0.04 bcd	11.93±0.04 d	0.68±0.02 ab	492±2.83 d
30	2	27.3±0.21 a	1.65±0.06 bc	11.94±0.04 d	0.71±0.03 a	544±3.68 c
K 20****	2	22.4±0.11 f	1.55±0.04 cde	13.64±0.06 c	0.63±0.02 bc	457±3.82 e
K 30	2	22.2±0.20 f	1.69±0.03 ab	14.54±0.04 b	0.68±0.03 ab	581±2.40 b
K 40	2	24.4±0.21 d	1.84±0.04 a	15.48±0.06 a	0.73±0.05 a	729±1.98 a

*Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).
**KBTU: karabuğday tam unu, ***N x 6.25 faktörü kullanılmıştır.
****K: gluten ve sodyum stearol 2-laktilat katkılı

Katkısız olarak hazırlanan lavaş örneklerinde artan KBTU ikame oranına paralel olarak su değerleri artarken, katkılı örneklerde aynı oranda KBTU düzeyine sahip katkısız ekmeklere göre su miktarı değerlerinin azaldığı görülmektedir. %20 ve 30 KBTU ikameli ve katkılı un paçallarından hazırlanan ekmeklerin BU ile hazırlanan şahit ekmekten daha düşük su içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.30).

Katkısız lavaş ekmeklerinde, bazlama örneklerine benzer şekilde, artan KBTU ikame oranı, ekmek içinde kalan su miktarını artırmıştır. Beklenen bu sonuç, daha önce de bahsedildiği gibi KBTU'nun ekmek hamurunun su tutma kapasitesini artırmasına bağlanmıştır. Literatürde karabuğday öğütme ürünlerinin ilavesi ile ekmek içi su miktarının arttığı rapor edilmiştir (Lin ve ark. 2009; Atalay 2009).

4.2.3.2.2. Kül miktarı

Lavaş ekmeklerinin kül değerleri incelendiğinde, en düşük kül miktarı %1.30 ile BU'ndan üretilen ekmeklerde belirlenirken, en yüksek kül değerleri %1.87 ile %40 KBTU içeren katkılı ekmeklerin verdiği görülmektedir (Çizelge 4.28). Bazlama ekmeklerinde ortalama %1.51 olan kül değeri (Çizelge 4.22), lavaş ekmeklerinde %1.56'ya yükselmiştir (Çizelge 4.23). Lavaş formülasyonuna ilave edilen sodyum bikarbonat bu küçük artışta etkili olmuş olabilir.

Varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 4.29); KBTU ikame oranın kül miktarı üzerindeki etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. %100 BU'ndan hazırlanan kontrol ekmeğine göre formülasyonda artan oranda KBTU ikamesi kül miktarı değerini istatistiki olarak attırmıştır (Çizelge 4.29). Bu artış, %100 randımanla üretilen KBTU'nun kül içeriğinin (%1.73), BU'nun kül içeriğinden (%0.47) daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır (Çizelge 4.1). Yapılan pek çok araştırma da karabuğday unu ilavesi ile elde edilen ürünler de kül miktarının arttığı bildirilirken (Bilgiçli 2009a; Atalay 2009; Bojnanska ve ark. 2009), Lin ve ark. (2009) ise karabuğday öğütme ürünlerinin ekmek formülasyona ilavesi ile kül miktarının düştüğünü rapor etmişlerdir. Bu durum kullanılan farklı formülasyon ve şahit ekmekte yüksek fermentasyon kaybına bağlı olarak kuru maddede meydana gelen kaybın kül miktarını oransal olarak arttırmasından kaynaklanabilir.

Katkılı ekmeklerin kül içeriği, aynı oranda KBTU içeren katkısız ekmeklerle göre hafif bir artış gösterse de, istatistiki olarak farklı bulunmamıştır (Çizelge 4.30).

4.2.3.2.3. Protein miktarı

Lavaş örneklerinin protein miktarları %11.56-15.52 arasında değişmekte olup, ortalama %12.73 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.28). Varyans analiz sonuçlarına göre, protein miktarı üzerine KBTU ikame oranın etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.29).

KBTU ikamesi, hem katkılı hem de katkısız örneklerin protein miktarlarının artmasına neden olmuştur (Çizelge 4.30). İstatistiki olarak önemli bulunan bu artış, katkısız örneklerde en yüksek KBTU ikame oranında (%30) bile % 2.84'lük bir artış

ile çok sınırlı kalmıştır. Bu artış, KBTU'nun BU'ndan biraz daha yüksek olan protein içeriğinden (Çizelge 4.1) kaynaklanmaktadır. Karabuğday tanesi, kepek tabakasında çok yüksek oranda protein içermesine karşılık, beyaz ununda bu değer oldukça düşmekte, tam ununda ise BU'na yakın, ya da biraz daha yüksek protein değerleri elde edilmektedir (Steadman ve ark. 2001a; Bonafaccia ve ark. 2003; Hatcher ve ark. 2008). Literatürde KBTU'nun ekmek ve diğer unlu mamüllerde protein miktarını artırdığına dair çalışmalar mevcuttur (Bonafaccia ve Kreft 2003; Chillo ve ark. 2008; Bilgiçli, 2009a; Bojnanska ve ark. 2009).

Katkılı ekmek örneklerinin aynı oranda KBTU içeren katkısız ekmeklerden istatistiki olarak daha yüksek protein içeriğine sahip olması (Çizelge 4.30) daha öncede ifade edildiği gibi ilave edilen vital glutenin yüksek protein içeriğinden kaynaklanmaktadır.

4.2.3.2.4. Selüloz miktarı

Lavaş örneklerinin selüloz değerleri incelendiğinde, en düşük selüloz miktarının %0.51 ile BU'ndan hazırlanan şahit ekmeklerinde, en yüksek selüloz miktarının ise %0.76 ile katkılı olarak %40 KBTU ikameli un paçallarından hazırlanan ekmek örneklerinde olduğu görülmektedir (Çizelge 4.28).

Varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 4.29); selüloz miktarı üzerine KBTU oranın etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

KBTU'nun artan oranda formülasyonlarda kullanılması ile lavaş örneklerinin selüloz miktarlarının arttığı ve bu artışın BU'ndan üretilen kontrol ekmeklerine göre %15 KBTU düzeyinden itibaren istatistiki olarak farklı ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.30). %100 randımanla elde edilen KBTU'nun, BU'na göre 2.4 kat fazla selüloz içeriğine sahip olması (Çizelge 4.1) lavaş ekmeklerinin selüloz içeriğinin yükselmesine neden olmuştur. Aynı oranda KBTU içeren katkılı ve katkısız ekmeklerde selüloz içeriği istatistiki olarak farksız bulunmuştur (Çizelge 4.30).

4.2.3.2.5. Fitik asit miktarı

Farklı oranlarda BU ve KBTU kullanılarak, katkısız ve katkılı olarak üretilen lavaş örneklerinin fitik asit (FA) miktarları ortalama olarak 454.40 mg/100 g olarak bulunmuş olup (Çizelge 4.28), FA miktarı üzerine KBTU oranının etkisi $p<0.01$ düzeyinde önemli olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.29).

Hazırlanan lavaşlarda formülasyona giren yüksek FA içeriğine sahip (Çizelge 4.1.) KBTU'nun, artan oranına paralel olarak FA miktarları istatistiki olarak artmıştır. Katkı ilavesi ise aynı oranda KBTU içeren katkısız lavaş örneklerine göre FA miktarının istatistiki olarak artmasına neden olmuştur (Çizelge 4.30). Bu artış vital glutenin yüksek FA içeriğinden kaynaklanmıştır.

Ekmeklerde, formülasyon ve yapım tekniğine bağlı olarak FA miktarı farklılık gösterebilmektedir. Maya miktarının artması ve fermantasyon süresinin uzaması FA parçalanmasını arttırmaktadır (Harland ve Harland 1980, Reddy ve Sathe 2002). Tam buğday unu ekmeği üzerinde yapılan bir çalışmada %2 maya içeren hamurun 3 saatlik fermantasyonu sonucu yaklaşık %34; 6 saatlik fermantasyonu sonucunda %43 oranında FA kaybı saptanmıştır (Mckenzie-Pornel ve Davies 1986). Mayalı olarak hazırlanan bazlama ve lavaş örneklerinde kullanılan maya oranı bazlamalarda %2.5, lavaşlarda ise %1'dir. Bundan dolayı mayadaki fitaz enzim aktivitesi, orana bağlı olarak bazlamalarda daha yüksek olacağından, lavaşlara göre FA miktarları daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.22 ve 4.28). Ayrıca kimyasal kabartıcı olarak magnezyum asetat ve sodyum bikarbonat, ekmek yapımı sırasında fitatı parçalanmaya karşı korumaktadır (Tangkongchıtr ve ark. 1981). Bu bilgiden yola çıkarak, lavaş ekmeklerinde FA miktarının bazlamalardan daha yüksek olmasının (Çizelge 4.22, 4.28) diğer bir sebebinde sodyum bikarbonat ilavesi olduğu söylenebilir.

4.2.3.2.6. Mineral madde miktarları

Lavaş örneklerinin mineral madde (Ca, Fe, K, Mg ve P) değerleri Çizelge 4.31'de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.32'de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları 4.33'de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Lavaş örneklerinin mineral madde değerleri (mg/100g)[*]

Paçalda KBTU[**] oranı (%)	Ca	Fe	K	Mg	P
ŞAHİT	25.4	0.90	151.1	35.6	124.3
	25.4	0.96	153.9	36.2	128.1
10	25.4	1.09	179.2	54.3	148.2
	25.6	1.15	183.4	56.1	150.4
15	25.4	1.20	203.0	65.1	163.5
	25.6	1.28	205.2	66.9	161.7
20	25.4	1.26	208.7	74.0	171.5
	26.0	1.36	212.7	74.4	175.5
25	25.5	1.37	219.2	82.6	190.0
	25.9	1.49	222.0	84.8	188.2
30	25.5	1.45	235.9	91.7	209.4
	25.9	1.57	238.9	91.3	212.0
K 20[***]	27.3	1.31	217.4	74.5	189.2
	27.9	1.37	220.4	75.8	188.4
K 30	28.0	1.47	242.3	90.3	226.5
	28.2	1.59	244.1	91.9	224.1
K 40	28.5	1.63	260.4	101.0	261.4
	28.9	1.75	262.6	103.6	260.0
Ort ± std	26.40±1.29	1.34±0.60	214.50±78.84	75.10±19.94	187.40±39.67
Min-Max	25.40-28.90	0.90-1.75	151.10-262.60	35.60-103.60	124.30-261.40

[*]Analiz sonuçları kuru madde üzerinden verilmiştir.
[**]KBTU: karabuğday tam unu [***]K: gluten ve sodyum stearol 2-laktilat katkılı

Çizelge 4.32. Lavaş örneklerinin mineral madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	Ca		Fe		K		Mg		P	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
KBTU[*] oranı	8	3.43	46.71[**]	0.11	22437.00[**]	2170.63	486.93[**]	846.00	478.10[**]	3340.60	1057.10[**]
Hata	9	0.07		0.05		4.46		1.77		3.16	

[*]KBTU: karabuğday tam unu, [**]p< 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.33. Lavaş örneklerinin mineral madde değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (mg/100g)[*]

Paçalda KBTU[**] oranı (%)	n	Ca	Fe	K	Mg	P
ŞAHİT	2	25.4±0.00 [c]	0.93±0.04 [g]	152.5±1.98 [g]	35.9±0.44 [g]	126.2±2.69 [i]
10	2	25.5±0.14 [c]	1.12±0.04 [f]	181.3±2.97 [f]	55.2±1.27 [f]	149.3±1.56 [h]
15	2	25.5±0.14 [c]	1.24±0.06 [ef]	204.1±1.56 [e]	66.0±1.27 [e]	162.6±1.27 [g]
20	2	25.7±0.42 [c]	1.31±0.07 [de]	210.7±2.83 [d]	74.2±0.28 [d]	173.5±2.83 [f]
25	2	25.7±0.28 [c]	1.43±0.08[bcd]	220.6±1.98 [c]	83.7±1.56 [c]	189.1±1.27 [d]
30	2	25.7±0.28 [c]	1.51±0.08[abc]	237.4±2.12 [b]	91.5±0.28 [b]	210.7±1.84 [c]
K 20[***]	2	27.6±0.42 [b]	1.34±0.04[cde]	218.9±2.12 [c]	75.2±0.95 [d]	188.8±0.57 [e]
K 30	2	28.1±0.14 [ab]	1.53±0.08 [ab]	243.2±1.27 [b]	91.1±1.13 [b]	225.3±1.70 [b]
K 40	2	28.7±0.28 [a]	1.69±0.08 [a]	261.5±1.56 [a]	102.0±1.84 [a]	260.7±0.99 [a]

[*]Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).
[**]KBTU: karabuğday tam unu, [***]K: gluten ve sodyum stearol 2-laktilat katkılı

Lavaş ekmeklerinin Ca, Fe, K, Mg ve P değerleri sırasıyla ortalama olarak 26.40, 1.34 , 214.50, 75.10 ve 187.40 mg/100g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.31). Dağlıoğlu ve Tuncel (1999) BU'ndan üretilen lavaş ekmeklerinde Ca, Fe, K ve Mg içeriklerini sırasıyla 23, 9.8, 172 ve 34 mg/100 g olarak bildirmişlerdir.

Varyans analiz sonuçlarına göre ekmek örneklerinin Ca, Fe, K, Mg ve P miktarları üzerine artan KBTU oranı istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) seviyede etkili olmuştur (Çizelge 4.32).

Kalsiyum (Ca): Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (Çizelge 4.33) incelendiğinde katkısız olarak hazırlanan ekmek örneklerinde artan KBTU miktarına bağlı olarak Ca içeriğindeki artışın istatistiki olarak fark oluşturmadığı, ancak katkı ilavesi ile Ca değerlerini istatistiki olarak arttığı ($p<0.05$) ve en yüksek Ca değerinin %40 KBTU düzeyinde elde edildiği görülmektedir.

Demir (Fe): Lavaş ekmeklerinin Fe içeriği, artan KBTU ikame oranına bağlı olarak, bazlama örneklerinde elde edilen sonuçlara benzerlik göstermiş olup, KBTU ikamesi Fe içeriğini artırırken, katkı kullanımı aynı oranda KBTU içeren örneklerin Fe içeriklerini önemli seviyede değiştirmemiştir (Çizelge 4.33).

Potasyum (K): Lavaş formülasyonuna giren KBTU'nun oranındaki artışa bağlı olarak, lavaş ekmeklerin K içerikleri de yükselmiş olup ($p<0.05$), BU'nun K içeriğine (145.0 mg/100g) göre, yüksek K içeriğine (433.0 mg/100g) sahip KBTU'nun (Çizelge 4.1) artan oranlarda ikamesi, lavaş ekmeklerinin K açısından zenginleşmesini sağlamıştır (Çizelge 4.33).

Magnezyum (Mg): Lavaş ekmeklerinin Mg içerikleri, artan KBTU oranına bağlı olarak yükselmiştir (Çizelge 4.33). KBTU'nun yüksek Mg içeriği (235.0 mg/100g) bu artışta (Çizelge 4.1) çok etkili olmuştur.

Fosfor (P): Lavaş ekmeklerinin P miktarı, Mg ve K minerallerinde olduğu gibi, artan KBTU oranına bağlı olarak artış göstermiştir (Çizelge 4.33). Bu artışın sebebi, KBTU'nun BU'ndan 3.6 kat daha fazla P içeriğine sahip olmasıdır (Çizelge 4.1). Katkı ilavesi ise aynı oranda KBTU içeren katkısız örneklere göre P içeriğinin istatistiki olarak artmasına neden olmuştur (Çizelge 4.33).

4.2.3.3. Yufka örneklerinin kimyasal analiz sonuçları

BU'na farklı oranlarda KBTU ikamesi ile, katkısız ve katkılı olarak üretilen yufka örneklerinin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.34'de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.35'de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.36'da verilmiştir.

Çizelge 4.34. Yufka örneklerinin kimyasal analiz sonuçları[*]

Paçalda KBTU[**] oranı (%)	Su (%)	Kül (%)	Protein*** (%)	Selüloz (%)	Fitik asit (mg/100g)
ŞAHİT	6.7	1.18	11.56	0.51	221.7
	6.5	1.22	11.64	0.49	218.3
10	7.1	1.31	11.70	0.52	343.5
	7.0	1.33	11.72	0.58	348.5
15	7.0	1.32	11.71	0.61	401.5
	7.2	1.38	11.77	0.59	398.5
20	7.3	1.39	11.75	0.61	462.5
	7.2	1.45	11.77	0.65	457.5
25	6.9	1.46	11.76	0.65	521.4
	6.7	1.52	11.82	0.67	518.6
30	6.3	1.50	11.80	0.69	592.0
	6.0	1.58	11.84	0.73	588.0
K 20[****]	9.1	1.42	13.51	0.58	487.6
	9.2	1.48	13.57	0.64	482.4
K 30	9.3	1.56	14.32	0.65	627.4
	9.4	1.64	14.40	0.69	622.6
K 40	9.2	1.72	15.28	0.70	773.7
	9.5	1.78	15.32	0.76	770.3
Ort ± std	7.64±1.24	1.46±0.16	12.62±1.36	0.63±0.07	490.90±157.70
Min-Max	6.00-9.50	1.18-1.78	11.56-15.32	0.49-0.76	218.30-773.70

[*]Kimyasal analiz sonuçları kuru madde üzerinden verilmiştir.
[**]KBTU: karabuğday tam unu, [***]N x 6.25 faktörü kullanılmıştır
[****]K: gluten ve sodyum stearol 2-laktilat katkılı

Çizelge 4.35. Yufka örneklerinin kimyasal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	Su		Kül		Protein		Selüloz		Fitik asit	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
KBTU[*] oranı	8	8.87	55.41[**]	0.11	20.36[**]	3.94	2570.80[**]	938.90	394.90[**]	52825.70	6093.70[**]
Hata	9	0.160		0.010		0.002		2.380		8.670	

[*]KBTU: karabuğday tam unu, [**]p< 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.36. Yufka örneklerinin kimyasal analiz değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Paçalda KBTU** oranı (%)	n	Su (%)	Kül (%)	Protein*** (%)	Selüloz (%)	Fitik asit (mg/100g)
ŞAHİT	2	6.6±0.14 ^{d}	1.20±0.03 ^{g}	11.60±0,06 ^{f}	0.50±0.01 ^{e}	220±2.40 ^{i}
10	2	7.1±0.07 ^{bc}	1.32±0.01 ^{f}	11.71±0,01 ^{ef}	0.55±0.04 ^{de}	346±3.54 ^{h}
15	2	7.1±0.14 ^{bc}	1.35±0.04 ^{ef}	11.74±0,04 ^{de}	0.60±0.01 ^{cd}	400±2.12 ^{g}
20	2	7.2±0.11 ^{b}	1.42±0.04 ^{def}	11.76±0,01 ^{de}	0.63±0.03 ^{bc}	460±3.54 ^{f}
25	2	6.8±0.18 ^{cd}	1.49±0.04 ^{bcd}	11.79±0,04 ^{de}	0.66±0.01 ^{abc}	520±1.98 ^{d}
30	2	6.2±0.21 ^{e}	1.54±0.06 ^{bc}	11.82±0,03 ^{d}	0.71±0.03 ^{ab}	590±2.83 ^{c}
K 20****	2	9.1±0.04 ^{a}	1.45±0.04 ^{cde}	13.54±0,04 ^{c}	0.61±0.04 ^{cd}	485±3.68 ^{e}
K 30	2	9.4±0.07 ^{a}	1.60±0.06 ^{ab}	14.36±0,06 ^{b}	0.67±0.03 ^{abc}	625±3.39 ^{b}
K 40	2	9.4±0.21 ^{a}	1.75±0.04 ^{a}	15.30±0,03 ^{a}	0.73±0.04 ^{a}	772±2.40 ^{a}

*Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$).
**KBTU: karabuğday tam unu, ***N x 6.25 faktörü kullanılmıştır
****K: gluten ve sodyum stearol 2-laktilat katkılı

4.2.3.3.1. Su miktarı

Farklı un paçallarından hazırlanan yufka örneklerinin su miktarları %6.00-9.50 arasında değişmiş olup, ortalama %7.64 değeri elde edilmiştir (Çizelge 4.34). Yufka örneklerindeki su değeri, bazlama ve lavaş örneklerinin ortalama su değerlerinden çok düşük bulunmuştur (Çizelge 4.22, 4.28 ve 4.24). Mayasız olarak hazırlanan yufka hamurları çok ince açılarak hazırlandıklarından, pişirme sırasında çok yüksek su kaybı meydana gelmekte ve bu nedenle üründe kalan su miktarı %10'un altına düşmektedir. Bu değer, ürünün depolama boyunca mikrobiyal bozulmaya karşı daha dayanıklı olması açısından önemlidir. Ülkemizde üretilen yufka ekmekler uygun koşullarda muhafaza edildiklerinde, çok uzun süre tüketilebilir özelliğini muhafaza etmektedir.

Varyans analiz sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.35); yufka örneklerinin su miktarları üzerine KBTU ikame oranın etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Katkısız örneklerde, %20 KBTU ikame oranı kadar su miktarı şahide göre artarken, %30 KBTU oranında şahitten düşük su içeriği belirlenmiştir (Çizelge 4.36). KBTU'nun bazlama ve lavaşta olduğu gibi, yufka ekmeklerde de su içeriğini artırması, daha öncede ifade edildiği gibi KBTU'nun su tutma kapasitesinin yüksek olmasına bağlanmıştır (Çizelge 4.3). %30 KBTU oranında elde edilen düşük su içeriği ise, bu örneğin son ürün özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Bu örneğin, daha

önce verilen kalınlık çap ve yayılma değerleri incelendiğinde (Çizelge 4.12), düşük kalınlık, yüksek çap değeri ile bütün örnekler içinde yayılma oranı değeri en yüksek yufka olduğu görülmektedir. Kalınlığın azalarak, yayılmanın artması, yufka içindeki suyun uzaklaşması için yüzey alanının artmasına neden olduğundan, örnek içinde kalan su miktarını düşürmüştür.

Yufka formülasyonda katkı (gluten ve SSL) kullanılması, bazlama ve lavaş ekmeklerinin aksine, katkısız yufka ekmeklerine göre su miktarı değerlerini istatistiki olarak önemli düzeyde ($p<0.05$) arttırmıştır (Çizelge 4.36). Çizelge 4.12 incelendiğinde, bu örneklerde en düşük çap değerlerinin elde edildiği, özellikle %30-40 KBTU oranlarında yayılmanın çok düştüğü görülmektedir. Yüzey alanındaki azalma, örneklerin su kaybına engel olarak, yufka içinde suyun daha fazla tutulmasına neden olmuş olabilir. Bazlama ve lavaş ekmeklerinde maya kullanılması ve belli sürelerde fermentasyon uygulanması, katkı olarak kullanılan gluten ve SSL'in kabarmayı teşvik edip, su kaybını artırıcı etkide bulunmasını sağlarken, yufka örneklerinin mayasız ürünler olmasından dolayı, katkı maddeleri su kaybı üzerinde olumlu etki göstermemiştir.

4.2.3.3.2. Kül miktarı

Hazırlanan yufka örneklerinin kül değerleri incelendiğinde; en düşük kül miktarının (%1.18) BU'ndan hazırlanan şahit ekmeğinde, en yüksek kül miktarının (%1.78) ise %40 KBTU ikameli ve katkılı un paçallarından hazırlanan ekmek örneğinde olduğu görülmektedir (Çizelge 4.34). Bazlama ve lavaş ekmeklerinde sırasıyla %1.51 ve 1.56 olan kül değerleri (Çizelge 4.22 ve 4.28), yufka ekmeklerinde ortalama %1.46'a düşmüştür (Çizelge 4.34). Bazlama ve lavaş ekmeklerinin üretiminde maya kullanılmış olması ve üretimlerinde uzun fermentasyon süresine yer verilmesi, bu ekmeklerde fermentasyon kayıplarını artırmıştır. Fermentasyon kaybı nedeniyle oluşan kuru madde kaybı, bazlama ve lavaş örneklerinde kül içeriğinin oransal olarak daha yüksek bulunmasına neden olmuştur.

Varyans analiz sonuçlarına göre, KBTU oranın kül miktarı üzerindeki etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.35).

Yufka örneklerinin kül değerleri, bazlama ve lavaş ekmeklerinde olduğu gibi, KBTU ikamesi ile, şahit örneğe göre artmıştır ($p<0.05$) (Çizelge 4.36). Daha önce de belirtildiği gibi, kül içeriği BU'ndan çok daha yüksek olan KBTU'nun (Çizelge 4.1), yufka örneklerinde de kül içeriğini artırması beklenen bir sonuçtur.

Katkı ilavesi ile üretilen yufkalarda ise, aynı oranda KBTU içeren katkısız örneklere göre kül değerlerinde hafif bir artış olmuş, ancak bu değerler arasında istatistiki olarak farklı bulunmamıştır (Çizelge 4.36).

4.2.3.3.3. Protein miktarı

Yufka örneklerinin protein miktarları ortalama olarak %12.62 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.34). Bazlama ekmeği ile karşılaştırıldığında yufkaların ortalama protein değerlerinde çok az bir düşüş belirlenmiştir (Çizelge 4.33 ve 4.34). Bunun sebebi, yufkalarda protein içeriği yüksek olan, mayanın kullanılmamış olması ve daha önce bahsedilen fermentasyon kayıplarının mayasız yufka ekmeklerinde az olması nedeni ile, oransal protein artışının gerçekleşmemesi olabilir.

Varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 4.35) protein miktarı üzerine KBTU oranın etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (Çizelge 4.36) incelendiğinde, BU'ndan hazırlanan kontrol ekmeğine göre KBTU ikamesiyle üretilen yufka örneklerinin protein içeriklerinin %15 KBTU düzeyinden itibaren yükseldiği görülmektedir. Bu yükseliş istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunmasına rağmen, katkısız örneklerde oransal olarak çok düşük seviyelerde kalmıştır.

Katkı ilavesi ile hazırlanan yufkalarda ise protein oranlarının istatistiki olarak katkısız örneklerden yüksek olduğu ve %40 KBTU oranında en yüksek protein değerinin elde edildiği görülmüştür (Çizelge 4.36).

4.2.3.3.4. Selüloz miktarı

Üretilen yufka örneklerinin selüloz değerleri incelendiğinde en düşük selüloz miktarı %0.49 ile BU'ndan hazırlanan kontrol ekmeklerinde, en yüksek selüloz

miktarı ise %0.76 ile katkılı olarak %40 KBTU ikameli un paçallarından hazırlanan ekmek örneklerinde saptanmıştır (Çizelge 4.34).

Varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 4.35); selüloz miktarı üzerine KBTU ikame oranın etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

BU'ndan üretilen kontrol ekmeklerine göre artan KBTU düzeyinde yufkaların selüloz miktarlarının arttığı ve bu artışın %15 KBTU düzeyinden itibaren istatistiki olarak farklı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.36). Bu artış KBTU ikamesi ile kepek içeriği artan un paçallarının, selüloz miktarının yükselmesine (Çizelge 4.1) bağlı olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.36). Başman ve Köksel (2001) buğday ununa ilave edilen artan oranlardaki buğday kepeğinin, yufkanın besinsel lif miktarını artırdığını belirlemişlerdir.

Bazlama ve lavaş ekmeklerinde olduğu gibi, yufka ekmeklerinde de aynı KBTU oranında, katkılı ve katkısız unlardan yapılan ekmeklerin selüloz içerikleri istatistiki olarak farklı bulunmamıştır.

4.2.3.3.5. Fitik asit miktarı

Yufka örneklerinin fitik asit (FA) miktarları 218.30-773.70 mg/100g arasında değişmiş olup, ortalama olarak 490.90 mg/100 g değeri belirlenmiştir. (Çizelge 4.34). Yufka örneklerindeki FA miktarı, bazlama ve lavaş örnekleri ile karşılaştırıldığında (Çizelge 4.22 ve 4.28), yufka ekmeklerinde çok daha yüksek FA değerleri belirlenmiştir (Çizelge 4.34). Bazlama ve lavaş ekmeklerinin formülasyonunda yer alan mayanın fitaz aktivitesine sahip olması, bu ekmek hamurlarının uzun fermentasyon sürelerinde FA'in parçalanmasına neden olmuştur (Özkaya ve ark. 2002). Ancak mayasız üretilen yufka ekmeklerinde, FA parçalanması mayalı ekmeklere göre sınırlı kalmıştır. Başman ve ark. (2000) farklı oranlarda (%5-20) kepek ilavesi ile hazırladıkları bazlama ve yufkalarda FA kayıplarını, bazlamalar için %8.7-18.4, yufkalar için %6.1-7.5 arasında bulmuşlardır. Aynı araştırmada mayasız ekmeklerdeki düşük FA kaybı özellikle vurgulanmış ayrıca pişirme süresi uzun olan bazlamalarda, pişirme süresi daha kısa olan yufkalara göre daha fazla FA kaybı olduğu da rapor edilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 4.35); varyasyon kaynağı KBTU oranının FA miktarı üzerine etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Yapısında BU'na göre 6.17 kat fazla FA bulunduran KBTU'nun (Çizelge 4.1) artan oranda ikamesine paralel olarak ekmek örneklerinde FA miktarı istatistiki olarak artış göstermiştir (Çizelge 4.36). Katkı ilavesi de aynı oranda KBTU içeren katkısız yufka örneklerine göre FA miktarının artmasına neden olmuştur (Çizelge 4.30). Glutenin daha önce de belirtilen yüksek FA içeriği (Hidvegi ve Lasztity 2002) bu artışta etkili olmuştur.

4.2.3.3.6. Mineral madde miktarları

Farklı KBTU ikame oranlarında katkılı ve katkısız olarak hazırlanan yufka örneklerinin mineral madde (Ca, Fe, K, Mg ve P) değerleri Çizelge 4.37'de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.38'de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları 4.39'da verilmiştir.

Çizelge 4.37. Yufka örneklerinin mineral madde değerleri (mg/100g)[*]

Paçalda KBTU[**] oranı (%)	Ca	Fe	K	Mg	P
ŞAHİT	23.5	0.90	146.0	34.2	126.6
	23.7	0.90	148.6	36.6	124.0
10	23.4	1.00	174.0	55.0	139.9
	23.8	1.12	177.2	54.0	138.3
15	23.5	1.18	190.3	64.9	154.0
	23.9	1.24	193.3	66.5	157.6
20	24.0	1.22	208.5	73.9	161.4
	24.4	1.28	209.9	75.1	165.4
25	24.1	1.33	213.7	82.8	182.0
	24.5	1.45	217.1	84.2	186.6
30	24.1	1.38	235.8	92.0	206.7
	24.7	1.44	237.4	92.6	211.1
K 20[***]	24.8	1.22	204.8	73.0	173.2
	25.0	1.30	207.6	74.6	170.2
K 30	25.4	1.39	230.2	86.1	210.9
	24.8	1.49	232.2	87.0	215.8
K 40	25.0	1.61	255.1	97.3	255.0
	25.6	1.71	258.3	99.7	257.2
Ort ± std	24.30±0.67	1.29±0.57	207.80±79.41	73.90±19.20	181.90±40.30
Min-Max	23.40-25.60	0.90-1.71	146.00-258.30	34.20-99.70	124.00-257.20

[*]Analiz sonuçları kuru madde üzerinden verilmiştir.
[**]KBTU: karabuğday tam unu, [***]K: gluten ve sodyum stearol 2-laktilat katkılı

Çizelge 4.38. Yufka örneklerinin mineral madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	Ca		Fe		K		Mg		P	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
KBTU* oranı	8	0.84	8.36**	0.10	27.11**	2195.89	616.06**	780.50	632.60**	3337.90	515.10**
Hata	9	0.10		0.00		3.56		1.23		6.48	

*KBTU: karabuğday tam unu, **p< 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.39. Yufka örneklerinin mineral madde değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (mg/100g)*

Paçalda KBTU** oranı (%)	n	Ca	Fe	K	Mg	P
ŞAHİT	2	23.6±0.14 ^{e}	0.90±0.00 ^{g}	147.3±1.84 ^{g}	35.4±1.70 ^{g}	125.3±1.84 ^{i}
10	2	23.6±0.28 ^{e}	1.06±0.08 ^{f}	175.6±2.26 ^{f}	54.5±0.71 ^{f}	139.1±1.13 ^{h}
15	2	23.7±0.28 ^{de}	1.21±0.04 ^{ef}	191.8±2.12 ^{e}	65.7±1.13 ^{e}	155.8±2.55 ^{g}
20	2	24.2±0.28 ^{cde}	1.25±0.04 ^{de}	209.2±0.99 ^{d}	74.5±0.85 ^{d}	163.4±2.83 ^{f}
25	2	24.3±0.28^{bcde}	1.39±0.08 ^{bcd}	215.4±2.40 ^{c}	83.5±0.99 ^{c}	184.3±3.25 ^{d}
30	2	24.4±0.42 ^{bcd}	1.41±0.04 ^{bc}	236.6±1.13 ^{b}	92.3±0.42 ^{b}	208.9±3.11 ^{c}
K 20***	2	24.9±0.14 ^{abc}	1.26±0.06 ^{cde}	206.2±1.98 ^{d}	73.8±1.13 ^{d}	171.7±2.21 ^{d}
K 30	2	25.1±0.42 ^{ab}	1.44±0.07 ^{ab}	231.2±1.41 ^{b}	86.6±0.65 ^{c}	213.4±3.46 ^{b}
K 40	2	25.3±0.42 ^{a}	1.66±0.07 ^{a}	256.7±2.26 ^{a}	98.5±1.67 ^{a}	256.1±1.56 ^{a}

*Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).
**KBTU: karabuğday tam unu, ***K: gluten ve sodyum stearol 2-laktilat katkılı

Yufka örneklerinin Ca, Fe, K, Mg ve P değerleri sırasıyla 23.40-25.60, 0.90-1.71, 146.00-258.30, 34.20-99.70 ve 124.00-257.20 mg/100g aralığında tespit edilmiştir (Çizelge 4.37). Dağlıoğlu ve Tuncel (1999) buğday unu kullanarak mayasız olarak hazırladıkları saç ekmeklerinde Ca, Fe, K ve Mg içeriklerini sırasıyla 27, 10.6, 147 ve 32 mg/100 g olarak bildirmişlerdir.

Bazlama, lavaş ve yufka ekmeklerin ortalama mineral içerikleri karşılaştırıldığında, en düşük değerlerin yufka ekmeklerde elde edildiği görülmektedir (Çizelge 4.25, 4.31 ve 4.37). Mayalı olarak hazırlanan, bazlama ve lavaş ekmeklerinde, uzun fermantasyona bağlı olarak meydana gelen fermentasyon kayıplarının, kuru madde kayıplarını artırdığı ve buna bağlı olarak diğer kuru madde bileşenlerinde oransal artışa neden olduğu daha önce ifade edilmiştir. Aynı sebeple, maya kullanılan bazlama ve lavaş ekmeklerinde mineral maddelerde de oransal artışlar meydana gelmiş olabilir.

Varyans analiz sonuçlarına göre KBTU oranının, yufka örneklerinin Ca, Fe, K, Mg ve P miktarları üzerine etkisi istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.38).

Kalsiyum (Ca): Katkısız olarak hazırlanan yufka ekmeklerinin Ca değerleri şahit ekmekle karşılaştırıldığında, %25 KBTU ikame oranına kadar istatistiki bir fark bulunmamıştır. Sadece %30 KBTU oranında katkısız ve tüm katkılı ekmeklerde, şahit ekmekten daha yüksek Ca değerleri belirlenmiştir (Çizelge 4.39).

Demir (Fe): Yufka örneklerinin Fe içerikleri, KBTU ve katkı kullanımına bağlı olarak lavaş ekmeklerinin Fe içeriklerine benzer bir artış göstermiştir (Çizelge 4.33 ve 4.39). KBTU ikameli örnekler BU'ndan hazırlanan şahit örnekten daha yüksek Fe değerleri verirken, yüksek KBTU ikame oranlarında katkılı olarak hazırlanan yufkalarda en yüksek Fe değerleri belirlenmiştir (Çizelge 4.39).

Potasyum (K): KBTU'nun, K içeriği bakımından BU'na göre çok daha zengin olması (Çizelge 4.1) artan KBTU ikame oranına bağlı olarak yufka örneklerindeki K içeriklerinin de yükselmesine neden olmuştur (Çizelge 4.39).

Magnezyum (Mg): Yufka örneklerinin Mg içeriği, bazlama ve lavaş örneklerinde olduğu gibi (Çizelge 4.27 ve 4.33), artan KBTU oranına bağlı olarak ($p<0.05$) yükselmiştir (Çizelge 4.39).

Fosfor (P): BU ile hazırlanan yufka ekmeklerinde elde edilen 125.3 mg/100g'lık P değeri, %40 KBTU ikamesi ile 256.1 mg/100 g'a yükselerek yaklaşık 2 katlık bir artış göstermiştir. KBTU formülasyonda kullanıldığı orana bağlı olarak yufkaların P içeriğini arttırmış olup ($p<0.05$), katkılı örneklerde de, aynı oranda KBTU'nun kullanıldığı katkısız örneklere göre istatistiki bir artış belirlenmiştir (Çizelge 4.39).

4.2.4. Duyusal analiz sonuçları

Bazlama, lavaş ve yufka örneklerinin duyusal değerlendirmesinde teknolojik ve kimyasal yönden üstün bulunan gluten ve SSL katkılı örnekler kullanılmıştır. Katkısız lavaş ve yufka örneklerinin çok kırılgan özellikleri ve bazlama örneklerinin ekmek içi tekstür ve gözenek yapısının yeterince gelişmemiş olması bu ön değerlendirme de etkili olmuşur. Şahit olarak BU'ndan üretilen örneklere yer verilmiştir.

4.2.4.1. Bazlama örneklerinin duyusal analiz sonuçları

Bazlama örneklerinin duyusal özelliklerine ait değerler Çizelge 4.40'da, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.41'de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.42'de verilmiştir.

Bazlamaların 1-5 puan arasında değerlendirmeye tabi tutulan duyusal özelliklerinden; kabuk rengi 2.00-5.00, dış görünüş 3.00-5.00, şekil ve simetri 3.50-5.00, gözenek yapısı 3.00-4.75, iç rengi 2.50-4.50, çiğneme özelliği 2.00-5.00, tat ve koku 3.00-5.00 ve genel kabul edilebilirlik 3.00-5.00 arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.40).

Varyans analiz sonuçlarına göre; KBTU ikame oranı, bazlamaların duyusal değerlendirmeye tabi tutulan özelliklerinden, kabuk rengi, gözenek yapısı, iç rengi ve genel kabul edilebilirlik üzerinde $p<0.05$ seviyesinde, şekil ve simetri değerleri üzerinde ise $p<0.01$ seviyesinde önemli bulunurken, dış görünüş, çiğneme özelliği ve tat-koku değerleri üzerinde önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.41).

Kabuk rengi: Bazlama örneklerinin kabuk rengi puanları %30 ve 40 KBTU katılma oranında, BU ile üretilen şahit örneğin renginden daha düşük bulunmuştur. %40 oranında ikame edilen KBTU, renk puanının 2.25'e kadar düşmesine neden olmuştur (Çizelge 4.42). KBTU'nun doğal koyu rengi (Çizelge 4.1) ve daha öncede bahsedildiği gibi KBTU'nun serbest şeker ve lisin içeriğinin yüksekliği ile birlikte nişasta taneciklerinin fiziksel özelliğinin Maillard reaksiyonuna substrat oluşturma açısından elverişliliği, rengin koyulaşmasında etkili faktörler olmuştur.

Dış görünüş: KBTU ikame oranı bazlama örneklerinin dış görünüş özellikleri üzerinde önemli bulunmazken (Çizelge 4.41), değerler deskriptif olarak değerlendirildiğinde, dış görünüş bakımından %20 KBTU ikamesi ile en yüksek, %40 KBTU ikamesi ile de en düşük puanların elde edildiği görülmektedir (Çizelge 4.42). Dış görünüş özellikleri değerlendirilirken, %40 KBTU ikameli bazlamanın koyu rengi, panelistleri etki altında bırakarak, düşük puanlar vermelerine neden olmuş olabilir. Coşkuner ve Karababa (2005) %20-40 oranlarında tritikale ununun, Başman ve Köksel (1999) %20 oranında buğday kepeği ya da %40 arpa ununun bazlama formülasyonunda kullanılması ile, dış görünüş özelliklerinin buğday unu ile

Çizelge 4.40. Bazlama örneklerine ait duyusal analiz sonuçları

Paçalda KBTU* oranı (%)	Kabuk rengi	Dış Görünüş	Şekil ve simetri	Gözenek yapısı	İç rengi	Çiğneme özelliği	Tat ve koku	Genel kabul edilebilirlik
ŞAHİT	5.00	4.50	3.75	4.50	4.50	4.50	4.75	5.00
	4.00	4.00	3.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
20	4.00	5.00	5.00	4.75	4.00	5.00	5.00	5.00
	3.50	4.00	5.00	4.00	3.50	3.50	4.50	4.50
30	3.00	3.25	4.75	3.50	3.50	4.75	4.75	4.50
	3.00	3.50	5.00	3.50	2.50	3.00	4.00	4.00
40	2.00	3.00	4.25	3.00	3.00	3.00	4.50	3.50
	2.50	3.00	4.25	3.00	2.50	2.00	3.00	3.00
Ort ± std	3.38±1.77	3.78±1.06	4.44±0.35	3.84±1.06	3.50±1.40	3.78±1.77	4.38±1.24	4.25±1.41
Min-Max	2.00-5.00	3.00-5.00	3.50-5.00	3.00-4.75	2.50-4.50	2.00-5.00	3.00-5.00	3.00-5.00

*KBTU: karabuğday tam unu

Çizelge 4.41. Bazlama örneklerinin duyusal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	Kabuk rengi		Dış görünüş		Şekil ve simetri		Gözenek yapısı		İç rengi		Çiğneme özelliği		Tat ve koku		Genel kabul edilebilirlik	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
KBTU*** oranı	8	1.90	10.00*	1.00	6.10ns	0.80	51.30**	1.00	14.60*	1.25	6.70*	1.60	2.00ns	0.40	1.00ns	1.00	8.00*
Hata	9	0.19		0.16		0.02		0.07		0.19		0.79		0.39		0.13	

*p< 0.05 düzeyinde önemli, **p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz
***KBTU: karabuğday tam unu

Çizelge 4.42. Bazlama örneklerinin duyusal analiz değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları[*]

Paçalda KBTU[**] oranı (%)	Kabuk rengi	Dış görünüş	Şekil ve simetri	Gözenek yapısı	İç rengi	Çiğneme özelliği	Tat ve koku	Genel kabul edilebilirlik
ŞAHİT	4.50±0.71 ^{a}	4.25±0.35 ^{a}	3.63±0.18 ^{c}	4.50±0.00 ^{a}	4.50±0.00 ^{a}	4.50±0.00 ^{a}	4.63±0.18 ^{a}	4.75±0.35 ^{a}
20	3.75±0.35 ^{ab}	4.50±0.71 ^{a}	5.00±0.00 ^{a}	4.38±0.53 ^{a}	3.75±0.35 ^{ab}	4.25±1.06 ^{a}	4.75±0.35 ^{a}	4.75±0.35 ^{a}
30	3.00±0.00 ^{bc}	3.38±0.18 ^{ab}	4.88±0.18 ^{a}	3.50±0.00 ^{b}	3.00±0.71 ^{b}	3.88±1.24 ^{a}	4.38±0.53 ^{a}	4.25±0.35 ^{ab}
40	2.25±0.35 ^{c}	3.00±0.00 ^{b}	4.25±0.00 ^{b}	3.00±0.00 ^{b}	2.75±0.35 ^{b}	2.50±0.71 ^{a}	3.75±1.06 ^{a}	3.25±0.35 ^{b}

[*]Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$).

[**]KBTU: karabuğday tam unu

hazırlanan şahit ekmeğe göre istatistiksel ya da deskriptif olarak düştüğünü belirlemişlerdir.

Şekil-simetri: Bazlama örnekleri, şekil ve simetri özellikleri bakımından değerlendirildiğinde; KBTU kullanılarak hazırlanan örneklerin şahit örnekten daha fazla beğenildiği, en yüksek şekil ve simetri puanlama değerlerinin ise %20 ve 30 oranında KBTU kullanılan bazlamalarda olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.42). Başman ve Köksel (1999) kuvvetli buğday ununa %20 oranına kadar ilave edilen arpa ununun bazlamanın şekil ve simetri puanını yükselttiği ancak bunun istatistiki olarak önemli bulunmadığını belirtmişlerdir.

Gözenek yapısı: Bazlama örnekleri gözenek yapısı bakımından değerlendirildiğinde en yüksek puanların, şahit ve %20 KBTU ikamesi ile hazırlanan bazlama örneğine ait olduğu görülmektedir (Çizelge 4.42). %30 ve 40 oranında KBTU ikamesi, bazlama örneklerinin gözenek yapısını olumsuz etkileyerek, düşük puanlarla değerlendirilmelerine neden olmuştur. Kim ve ark. (2000b) BU'na %20 oranında ilave edilen karabuğday beyaz ununun ekmeklerde gözenek puanlarını düşürdüğünü rapor etmiştir.

Un paçallarına ilave edilen gluten ve SSL, %20 oranında KBTU kullanılan ekmeklerde, gözenek yapısının bozulmasına engel olmuş ancak daha yüksek KBTU katılma oranlarında, un paçalında daha iri partiküllü kepek fraksiyonunun artmasından dolayı, gözenek üzerindeki olumsuz etkinin giderilmesinde yeterli olamamış olabilirler. SSL'in, emülsiyon stabilitesini arttırarak, ekmek iç yapısını yumuşatıcı ve gözenek yapısını iyileştirici etkisi bilinmektedir (Ercan 1987). Ancak tam un içinde bulunan kepek partikülleri, nişasta-gluten ağına zarar vererek gaz hücrelerinin genleşmesini sınırlamakta (Gan ve ark. 1989) ve artan kepek miktarı gözenek yapısını olumsuz etkilemektedir (Elgün ve Ertugay 1995). Pek çok araştırmada yüksek randımanlı unlar ya da kepek tabakasının un paçallarında kullanımı ile ekmek içi gözenek yapısının bozulduğu rapor edilmiştir (Pomeranz ve ark. 1976; Shogren ve ark. 1981; Özboy 1992; Özer 1998; Gül 2007).

İç rengi: Bazlama örneklerinin iç renk özelliği değerlendirildiğinde, %20 oranında KBTU ile hazırlanan bazlamaların iç renk değerinin şahit örnek ile istatistiki olarak farksız olduğu ancak %30 ve 40 KBTU kullanım oranlarında iç renk değerlerinin panelistler tarafından daha az beğenildiği görülmektedir (Çizelge

4.42). Dış renk değerlendirmesinde olduğu gibi, KBTU'nun yüksek kullanım oranları ekmek içi koyulaştırıcı etkisinden dolayı beğenilmemiştir. Karabuğday ununun yüksek oranlarda kullanıldığında ekmek örneklerinde iç renginin koyulaştığı Chung ve Kim (1998b) tarafından rapor edilirken, bazlama üretiminde, buğday kepeği, arpa unu, tritikale unu ve yüksek randımanlı buğday unlarının kullanımı ile ekmek içi renk beğenilirliğinin düştüğü belirtilmektedir (Başman ve Köksel 1999; Başman ve Köksel 2001; Coşkuner ve Karababa 2005; Taşdemir 2005).

Çiğneme özelliği ve tat-koku: Ekmek formülasyonunda, KBTU kullanılması bazlama örneklerinin çiğneme ve tat-koku değerlerini istatistiki olarak değiştirmemiştir. Ancak, sonuçlar deskriptif olarak değerlendirildiğinde, çiğneme özelliği bakımından artan KBTU oranının puanları düşürdüğü, tat ve koku özelliği bakımından %20 KBTU kullanılarak hazırlanan örneğin en yüksek puanı aldığı, bu orandan sonra beğenilirliğin azaldığı görülmektedir (Çizelge 4.42).

Genel kabul edilebilirlik: Bazlama örnekleri genel kabul edilebilirlik açısından değerlendirildiğinde; %20 ve 30 KBTU katkılı örnekler şahide eşdeğer puanlar toplarken, %40 KBTU ikamesi ile genel kabul edilebilirlik değerinin düştüğü belirlenmiştir (Çizelge 4.42). Bu düşüşte, koyu kabuk ve iç rengi, kaba gözenek yapısı ve görünüş özellikleri etkili olmuştur.

4.2.4.2. Lavaş örneklerinin duyusal analiz sonuçları

Lavaş örneklerinin 1-5 puan skalası ile değerlendirmeye tabi tutulan bazı duyusal özelliklerine ait değerler Çizelge 4.43'de, bu verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.44'de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.45'de verilmiştir.

Lavaş örneklerinin kabuk rengi, dış görünüş, şekil ve simetri, elastikiyet, çiğneme özelliği, tat ve koku, genel kabul edilebilirlik değerleri sırasıyla 2.75-5.00, 3.00-5.00, 3.75-5.00, 3.75-5.00, 3.75-4.75, 3.50-5.00 ve 3.50-5.00 arasında değişmiştir (Çizelge 4.43).

Varyans analiz sonuçlarına göre, KBTU katılma oranı, lavaşların duyusal değerlendirmeye tabi tutulan özelliklerinden kabuk rengi, dış görünüş, tat ve koku

Çizelge 4.43. Lavaş örneklerine ait duyusal analiz sonuçları

Paçalda KBTU* oranı (%)	Kabuk rengi	Dış görünüş	Şekil ve simetri	Elastikiyet	Çiğneme özelliği	Tat ve koku	Genel kabul edilebilirlik
ŞAHİT	5.00	5.00	3.75	4.00	4.00	4.00	4.50
	4.50	4.00	4.00	3.75	3.75	4.25	4.25
20	4.50	4.50	4.75	4.50	4.00	5.00	5.00
	3.75	3.75	4.25	4.00	4.00	4.50	4.50
30	4.00	4.00	4.75	5.00	4.25	4.50	5.00
	3.50	3.75	4.75	4.50	4.50	4.25	4.00
40	3.25	4.00	5.00	5.00	4.75	4.00	4.00
	2.75	3.00	4.75	5.00	4.75	3.50	3.50
Ort ± std	3.91±1.59	4.00±1.41	4.50±0.70	4.47±0.71	4.25±0.53	4.25±0.35	4.34±0.71
Min-Max	2.75-5.00	3.00-5.00	3.75-5.00	3.75-5.00	3.75-4.75	3.50-5.00	3.50-5.00

*KBTU: karabuğday tam unu

Çizelge 4.44. Lavaş örneklerinin duyusal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	Kabuk rengi		Dış görünüş		Şekil ve simetri		Elastikiyet		Çiğneme özelliği		Tat ve koku		Genel kabul edilebilirlik	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
KBTU*** oranı	8	1.1	6.5ns	0.4	1.1ns	0.4	8.4*	0.5	7.2*	0.3	20.0**	0.35	4.5ns	0.4	1.9ns
Hata	9	0.66		0.33		0.05		0.07		0.02		0.08		0.20	

*p< 0.05 düzeyinde önemli, **p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz
***KBTU: karabuğday tam unu

Çizelge 4.45. Lavaş örneklerinin duyusal analiz değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları[*]

Paçalda KBTU[**] oranı (%)	Kabuk rengi	Dış görünüş	Şekil ve simetri	Elastikiyet	Çiğneme özelliği	Tat ve koku	Genel kabul edilebilirlik
ŞAHİT	4.75±0.35 ^{a}	4.50±0.71 ^{a}	3.88±0.18 ^{b}	3.88±0.18 ^{b}	3.88±0.18 ^{c}	4.13±0.18 ^{ab}	4.38±0.18 ^{a}
20	4.13±0.53 ^{ab}	4.13±0.53 ^{a}	4.50±0.35 ^{a}	4.25±0.35 ^{ab}	4.00±0.00 ^{bc}	4.75±0.35 ^{a}	4.75±0.35 ^{a}
30	3.75±0.35 ^{ab}	3.88±0.18 ^{a}	4.75±0.00 ^{a}	4.75±0.35 ^{ab}	4.38±0.18 ^{ab}	4.38±0.18 ^{ab}	4.50±0.71 ^{a}
40	3.00±0.35 ^{b}	3.50±0.71 ^{a}	4.88±0.18 ^{a}	5.00±0.00 ^{ab}	4.75±0.00 ^{ab}	3.75±0.35 ^{b}	3.75±0.35 ^{a}

[*]Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$).
[**]KBTU: karabuğday tam unu

ile genel kabul edilebilirlik özellikleri üzerinde önemsiz, şekil ve simetri ile elastikiyet değerleri üzerinde $p<0.05$ seviyesinde, çiğneme özelliği üzerinde ise $p<0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.44).

Kabuk rengi: Kabuk rengi değerleri deskriptif olarak değerlendirildiğinde, artan KBTU ikame oranına bağlı olarak kabuk rengi beğenisinde bir düşüş belirlenmiştir (Çizelge 4.45). Kabuk rengi beğenisindeki bu düşüş, daha önce sebepleri açıklanan renk koyulaşmasından kaynaklanmış olabilir.

Dış görünüş: Dış görünüş özelliği bakımından, artan KBTU ikamesi lavaşların dış görünüş puanlarını istatistiki olarak değiştirmemiştir. Ancak deskriptif olarak değerlendirildiğinde dış görünüş özelliği bakımından şahit örneğin en fazla beğenildiği ve artan KBTU ikame oranına bağlı olarak beğeni puanlarının düştüğü görülmektedir (Çizelge 4.45).

Şekil-simetri: Lavaşlar şekil ve simetri özellikleri bakımından değerlendirildiklerinde, KBTU kullanılarak hazırlanan örneklerin şahit örnekten daha fazla beğenildiği belirlenmiştir (Çizelge 4.45). KBTU ikamesi hem bazlama hem de lavaş örneklerinde şekil ve simetri üzerinde olumlu etkide bulunmuştur. Coşkuner ve Karababa (2005) lavaş ekmeği formülasyonuna %60 oranına kadar ilave edilen tritikale ununun şekil ve simetriyi olumlu etkileyerek, puanları artırdığını belirtmişlerdir.

Elastikiyet: Çizelge 4.45'den izlenebileceği gibi, artan KBTU oranıyla doğru orantılı olarak lavaşların elastikiyet değerinin arttığı, en düşük elastikiyet puanlama değerinin ise şahit örnekte olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.45). Benzer şekilde Coşkuner ve Karababa (2005) lavaş ekmeği formülasyonuna ilave edilen tritikale ununun oranı arttıkça elastikiyetin arttığını rapor etmişlerdir.

Çiğneme özelliği: Çiğneme özelliği bakımından değerlendirildiklerinde, KBTU kullanılarak hazırlanan örneklerin şahit örnekten daha fazla beğenildiği, en yüksek çiğneme özelliği puanlama değerlerinin %40 oranında KBTU kullanılan lavaşlarda olduğu belirlenmiştir. Bazlama örneklerinde, çiğneme özelliği üzerinde etkili bulunmayan KBTU ikamesinin lavaşlarda, çiğneme özelliğini olumlu yönde etkilediği söylenebilir (Çizelge 4.45). Atalay (2009) %20 oranında farklı karabuğday öğütme ürünlerini (beyaz un, tam un ve kepek) buğday unu ile paçal ederek

hazırladığı unlardan ürettiği ekmeklerinde, çiğneme özelliğinin KBTU kullanımı ile şahit ekmeğe göre arttığını belirlemiştir.

Tat-koku: Lavaş örneklerinin tat ve koku değerleri deskriptif olarak değerlendirildiğinde, %20 KBTU ikamesi ile en yüksek, %40 KBTU ikame oranı ile en düşük tat ve koku puanlama değerlerinin elde edildiği görülmektedir (Çizelge 4.45). KBTU'nun düşük kullanım oranı ekmeğin aromatik profilini geliştirirken (Atalay 2009), yüksek oranlar hafif acımsı tadın hissedilmesinden dolayı beğenilmemiştir. Literatürde yüksek KBTU kullanım oranlarında, çeşitli hububat ürünlerinin tat-koku beğenilirliğinin düştüğüne dair çalışmalar mevcuttur (Choi ve Chung 2007; Bilgiçli 2008; Chillo ve ark. 2008; Bilgiçli 2009a,b).

Genel kabul edilebilirlik: Lavaş örnekleri genel kabul edilebilirlik açısından değerlendirildiğinde; KBTU ikamesiyle hazırlanan örneklerin şahit örnekle istatistiki olarak farksız olduğu görülmektedir. Özellikle %20 KBTU kullanım oranı deskriptif olarak en yüksek genel kabul edilebilirliğin olduğu oran olmuştur (Çizelge 4.45). Choi ve Chung (2007) buğday ununa %45'e varan oranlarda ilave ettikleri karabuğday ununun genel kabul edilebilirlik değerini düşürmediğini belirtmişlerdir.

4.2.4.3. Yufka örneklerinin duyusal analiz sonuçları

Yufka örneklerinin duyusal özelliklerine ait değerler Çizelge 4.46'da, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.47'de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.48'de verilmiştir.

Yufkaların, kabuk rengi değerleri 2.50-4.75, elastikiyet değerleri 3.75-5.00, çiğneme özelliği değerleri 4.25-5.00, tat ve koku değerleri 3.00-5.00 ve genel kabul edilebilirlik değerleri 3.50-5.00 arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.46).

Varyans analiz sonuçlarına göre, KBTU katılma oranı, yufkaların duyusal değerlendirmeye tabi tutulan özelliklerinden kabuk rengi ve çiğneme özelliği değerleri üzerinde önemsiz, tat ve koku, elastikiyet ve genel kabul edilebilirlik özellikleri üzerinde $p<0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.47).

Kabuk rengi: Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, kabuk rengi puanlama değerlerinin %40 KBTU düzeyine kadar istatistiki olarak farksız

Çizelge 4.46. Yufka örneklerine ait duyusal analiz sonuçları

Paçalda KBTU* oranı (%)	Kabuk Rengi	Elastikiyet	Çiğneme özelliği	Tat ve koku	Genel kabul edilebilirlik
ŞAHİT	4.25	4.25	4.25	4.00	4.25
	4.50	3.75	4.50	4.25	4.00
20	4.75	4.25	5.00	5.00	5.00
	4.00	4.00	4.75	5.00	5.00
30	3.75	4.50	5.00	5.00	4.50
	3.00	4.75	4.75	4.25	4.25
40	3.25	5.00	4.75	3.50	4.00
	2.50	5.00	5.00	3.00	3.50
Ort ± std	3.75±1.24	4.44±0.53	4.75±0.53	4.25±0.71	4.31±0.53
Min-Max	2.50-4.75	3.75-5.00	4.25-5.00	3.00-5.00	3.50-5.00

*KBTU: karabuğday tam unu

Çizelge 4.47. Yufka örneklerinin duyusal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	Kabuk rengi		Elastikiyet		Çiğneme özelliği		Tat ve koku		Genel kabul e dilebilirlik	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
KBTU** oranı	8	1.1	5.1ns	0.4	9.1*	0.1	4.0ns	1.2	10.5*	0.6	11.8*
Hata	9	0.22		0.05		0.03		0.11		0.05	

*p< 0.05 düzeyinde önemli, **KBTU: karabuğday tam unu, ns: önemsiz

Çizelge 4.48. Yufka örneklerinin duyusal analiz değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları[*]

Paçalda KBTU[**] oranı (%)	Kabuk Rengi	Elastikiyet	Çiğneme özelliği	Tat ve koku	Genel kabul edilebilirlik
ŞAHİT	4.38±0.18 [a]	4.00±0.35 [c]	4.38±0.18 [a]	4.13±0.18 [ab]	4.13±0.18 [bc]
20	4.38±0.53 [a]	4.13±0.18 [bc]	4.88±0.18 [a]	5.00±0.00 [a]	5.00±0.00 [a]
30	3.38±0.53 [ab]	4.63±0.18 [ab]	4.88±0.18 [a]	4.63±0.53 [a]	4.38±0.18 [ab]
40	2.88±0.53 [b]	5.00±0.00 [a]	4.88±0.18 [a]	3.25±0.35 [b]	3.75±0.35 [c]

[*]Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$).
[**]KBTU: karabuğday tam unu

olduğu belirlenmiştir. %40 KBTU kullanılarak hazırlanan örneklerde renk puanı düşmüştür (Çizelge 4.48). Renk puanındaki bu düşüş, hem bazlama hem de, lavaş örneklerinde de gerçekleşmiş ve KBTU ikamesine bağlı renk kararmasına atfedilmiştir. Benzer şekilde Başman ve Köksel (2001) yufka formülasyonuna %20 oranının üzerinde arpa unu ilavesinin, renk ve görünüş puanlarını düşürdüğünü belirtmiştir.

Elastikiyet: Yufkalar elastikiyet özelliği bakımından değerlendirildiğinde, artan KBTU miktarıyla doğru orantılı olarak yufkaların elastikiyet değerinin arttığı, en düşük elastikiyet puanlama değerinin şahit örneğe, en yüksek puanlamanın ise %40 KBTU oranına sahip yufka örneğine ait olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.48). Lavaş örneklerinde de artan KBTU kullanım oranı elastikiyeti artırmıştır. Başman ve Köksel (2001) yufka formülasyonuna %40'a varan oranda arpa unu ve %20'ye varan oranda buğday kepeği ilavesinin elastikiyet değerini istatistiki olarak değiştirmediğini belirtirlerken, Coşkuner ve Karababa (2005) tritikale ununun, buğday ununa ilave edilen bütün oranlarının yufkaların elastikiyetini düşürdüğünü rapor etmişlerdir.

Çiğneme özelliği: KBTU ikamesi, yufka örneklerinin çiğneme özelliğini istatistiki olarak etkilememiştir (Çizelge 4.48). Sonuçlar deskriptif olarak değerlendirildiğinde ise aynı puanlara sahip KBTU ikamesiyle hazırlanan her üç yufka örneğinin çiğneme özelliği bakımından daha fazla beğenildiği anlaşılmaktadır (Çizelge 4.48). Choi ve Chung (2007) %30-45 oranlarında kullanılan karabuğday ununun ekmekte çiğneme özelliklerini deskriptif olarak artırdığını belirtmişler ancak istatistiki bir artış rapor etmemişlerdir.

Tat ve koku: Tat ve koku özellikleri bakımından değerlendirilen yufka örneklerinden %40 KBTU kullanılarak hazırlanan örnekler istatistiki olarak diğerlerinden daha düşük değer göstermektedir. %20 ve 30 KBTU ikameli örnekler ile şahit yufka arasında tat ve koku değerleri açısından istatistiki olarak fark tespit edilmemiştir (Çizelge 4.48). Damak tadımıza yabancı olan karabuğdayın hafif acımsı tadı, yüksek KBTU oranında daha yoğun hissedilerek, panelistlerin tat-koku puanlama değerlerini etkilemiş ve kabul edilebilirlik açısından daha düşük puanlar verilmesine sebep olmuş olabilir.

Genel kabul edilebilirlik: Yufka örnekleri genel kabul edilebilirlik açısından değerlendirildiğinde; %20 ve 30 KBTU katkılı örnekler en yüksek puanı toplamışlardır. Şahit ve %40 KBTU kullanılarak hazırlanan yufka örneklerinde genel kabul edilebilirlik puanlarının düştüğü görülmüştür (Çizelge 4.48). Düşük oranlarda kullanılan KBTU'nun, tat-kokuyu geliştirirken, yüksek oranlarda kullanıldığında ise tekstür, renk ve tat-koku üzerindeki olumsuz etkisi dikkat çekici bulunmuştur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada bazlama, lavaş ve yufka ekmeğinin besleyici, fonksiyonel ve duyusal özeliklerini geliştirmek amacıyla farklı oranlarda KBTU'nun BU ile paçal edilerek kullanımı amaçlanmış olup, katkısız ve yüksek KBTU ikame oranlarında da katkılı olarak hazırlanan un paçallarının ve bu unlardan hazırlanan hamur ve ekmeklerin özellikleri belirlenmiştir.

Katkısız olarak hazırlanan un paçallarında yüksek oranlarda KBTU ikamesi fizikokimyasal ve reolojik özellikler üzerinde olumsuz etkiye neden olmuş, yüksek KBTU oranlarında bu olumsuz etki daha da kuvvetlenmiştir. Katkı (gluten ve SSL) kullanımı, yüksek KBTU oranlarında un ve hamur özelliklerinde meydana gelen bu kalite düşüklüğünün giderilmesi açısından faydalı olmuştur.

Ekmek özellikleri açısından, lavaş ve yufka örneklerinde kullanılan KBTU, gluten içermemesi ve yağ oranının yüksek olması nedeniyle, ekmeklerin kalınlığının azalmasını ve yayılma oranının artmasını teşvik etmiştir. Ayrıca, tüm ekmek çeşitlerinin renginin koyulaşmasına neden olmuştur.

Duyusal değerlendirmeye tabi tutulan katkılı örneklerden, bazlama formülasyonunda %30, lavaş ve yufka formülasyonunda %40'a kadar KBTU ikamesinin, şahide eşdeğer ya da daha yüksek genel kabul edilebilirlik değerleri verdiği belirlenmiştir.

Beslenme özellikleri açısından KBTU ikamesi, mineral madde, selüloz ve fitik asit (FA) içeriğini artırmış, mayalı ekmeklerde daha düşük FA miktarları belirlenmiştir. Artan FA içeriğinin mineral biyo-yararlılığı açısından olumsuz, antioksidan fonksiyonu ile ise olumlu etkiye sahip olacağı, ayrıca bu araştırmada belirlenen parametreler içinde yer almayan, KBTU'nun zengin lisin içeriği ve fitokimyasal bileşenlerinin KBTU ekmeklerinin besinsel değerini artıracağı kanaatine varılmıştır. Yüksek oranlarda KBTU kullanımı ile hamur ve ekmek özellikleri üzerinde oluşan olumsuz etkinin, vital gluten ve SSL katkısıyla giderilebileceği ve %20-30 KBTU ikamesinin geleneksel ekmek üretiminde kullanımının mümkün olabileceği belirlenmiştir.

6. KAYNAKLAR

Acar, R. 2009. Karabuğday (Köşeli buğday)'ın tarımı. Konya Ticaret Borsası Dergisi 31: 30-37.

Aeceeba, T.JI. 1987. Buckwheat Growing. People's Education Press House, Beijing China.

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

Anonymous, 1990. Approved Method of the American Association of Cereal Chemists. 8th ed. St. Paul, Minnesota: AACC, U.S.A.

Anonymous, 2002a. Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği. Türk Gıda Kodeksi, Ankara.

Anonymous, 2002b. ICC Standart. International Association for Cereal Science and Technology. Vienna.

Anonymous, 2007. http://faostat.fao.org/site/567

Anonymous, 2008a. Ekmek Tüketimi ile İlgili Tutum ve Davranışlar ile Ekmek İsrafı ve İsraf Üzerinde Etkili Olan Faktörler Araştırması Sonuç Raporu. Türk Mahsulleri Ofisi, Ankara.

Anonymous, 2008b. http://www.specialcrops.mb.ca/crops/buckwheat.html.

Atalay, M.H. 2009. Karabuğday (*Fagopyrum esculentum*) öğütme ürünlerinin ekmek üretiminde kullanılma imkanları. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya.

Aubrecht, E., Biacs, P.A. 2001. Characterization of buckwheat grain proteins and its products. Acta Alimentaria 30(1): 71–80.

Aufhammer, W. 2000. Pseudo-getreidearten-Buchweizen, Reismelde und Amarant. Verlag Eugen Ulmer: Stuttgart.

Balla, A., Blecker, C., Oumarou, M., Paquot, M., Deroanne, C. 1999. Misse au point de pains composites a base de melanges de farines de sorgho-ble et analyse texturale. Biotechnol Argonomie Societe Environnement 3(2):69-77.

Barta, J., Kalinova, J., Moudrı, J., Curn, V. 2004. Effects of environmental factors on protein content and composition in buckwheat flour. Cereal Research Communications 32: 541–548.

Başman, A., Köksel, H. 1999. Properties and composition of Turkish flat bread (bazlama) supplemented with barley flour and wheat bran. Cereal Chemistry 76(4):506-511.

Başman, A., Köksel, H. 2001. Effects of barley flour and wheat bran supplementation on the properties and Turkish flat bread, yufka. Europen Food Research and Technology 212: 198-202.

Baysal, A. 1991. Ekmek; Beslenme ve Sağlık Yönünden Önemi. Un Mamulleri Dünyası Dergisi 1(1): 10-15.

Belova, Z.A., Nechaw, A.P., Severinenko, S.M., Baiikov, V.G. 1971. Forms and fatty acid composition of lipids in buckwheat grain. Chemistry Abstract. 76:4485a.

Bilgiçli, N. 2008. Utilization of buckwheat flour in gluten-free egg noodle Production. Journal of Food, Agriculture and Environment 6(2): 113-115.

Bilgiçli, N. 2009a. Effect of buckwheat flour on chemical and functional properties of tarhana. Food Science and Technology 42: 514-518.

Bilgiçli, N. 2009b. Effect of buckwheat flour on cooking quality and some chemical, antinutritional and sensory properties of erite, Turkish noodle. International Journal of Food Sciences and Nutrition 1-11.

Bilgiçli, N. 2009c. Enrichment of gluten-free tarhana with buckwheat flour. International Journal of Food Sciences and Nutrition. Yayında

Birnbaum, H. 1977. Interactions of surfactans in bread making. Baker Digest, 51:17-2.

Bojnanska, T., Francakova, H., Gazar, R. 2009. Influence of buckwheat addition on technological and nutrition quality of bread. Acta Fytotechnica Et Zootechnica – Mimoriadne Číslo, Nitra, Slovaca Universitas Agriculture Nitriae, 57-63.

Bonafaccia, G., Kreft, I. 1994. Technological and qualitative characteristic of food products made with buckwheat. Fagopyrum 14:35-42.

Bonafaccia, G., Marocchini, M., Kreft, I. 2003. Composition and technological properties of the flour and bran from common and tartary buckwheat. Food Chemistry 80: 9-15.

Borla, O.P., Motta, E.L., Saiz, A.I., Fritz, R. 2004. Quality parameters and baking performance of commercial gluten flours. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie 37: 723-729.

Campbell, C.G. 1997. Buckwheat. *Fagopyrum esculentum* Moench. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 19. International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy.

Carroll, K.K., Kurowska, E.M. 1995. Soy consumption and cholesterol reduction: review of animal and human studies. Journal of Nutrition 125: 594–597.

Chillo, S., Laverse, J., Falcıne, P.M., Protopapa, A., Del Nobile, M.A. 2008. Influence of the addition of buckwheat flour and durum wheat bran on spaghetti quality. Journal of Cereal Science 47:144-152.

Cho, E.J., Kim, W.J., Yang, M.O. 2007. A study on quality properties of steamed cake added with common and tartary buckwheat flour. Journal East Asian Society of Dietary Life 17(2): 219-226 .

Choi, S.N., Chung, N.Y. 2007. The quality characteristics of bread with added buckwheat powder. Korean Journal Food and Cookery Science 23(5): 664-670.

Chung, O.K., Tsen, C.C., Robinson, R.J. 1981. Functional properties of surfactants in breadmaking. III. Effects of surfactants and soy flour on lipid binding in breads. Cereal Chemistry 58: 220-226.

Chung , J.Y., Kim, C.S. 1998a. Development of buckwheat bread : 1. Effect of vital wheat gluten and water-soluble gums on dough rheological properties. Korean Journal Society Food Science 14: 140-147.

Chung, J.Y., Kim, C.S. 1998b. Development of buckwheat bread : 2. Effect of vital wheat gluten and water-soluble gums on baking and sensory properties. Korean Journal Society Food Science 14: 168-176.

Coşkuner, Y., Karababa, E., Ercan, R. 1999. Düz Ekmeklerin Üretim Teknolojisi. Gıda Dergisi. 24(2): 89-97.

Coşkuner, Y. 2003. Çukurova bölgesinde yetiştirilen bazı buğday çeşitlerinin tek ve iki katlı düz ekmek üretimine uygunluğu ile ekşi hamurun kalite üzerine etkisinin araştırılması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.

Coşkuner, Y., Karababa, E. 2005. Studies on the quality of Turkish flat breads based on blends of triticale and wheat flour. International Journal of Food Science and Technology 40: 469-479.

Czuchajowska, Z., Pomeranz, Y. 1993. Gas formation and gas retention. II: Role of vital gluten during baking of bread from low-protein or fiber-enriched flour. Cereal Foods World 38(7): 504-511.

Çelik, S., Sivri, D., Köksel, H. 2000. Effects of various baking additives on the rheological properties of wheat flours. Gıda Dergisi 25(1): 55-60.

Dağlıoğlu, O. 1998. Ekmeğin Önemi ve Beslenmemizdeki Yeri. Un Mamulleri Dünyası Dergisi. 7(2): 38-40.

Dağlıoğlu, O., Tuncel, B. 1999. Macro and micro mineral contents of Turkish bread types. Nahrung 43:61-62.

De Francischi, M.L.P., Salgado, J.M., Leitao, R.F.F. 1994. Chemical, nutritional and echnological characteristics of bucwheat and non-prolamine buckwheat flours in comparison of wheat flour. Plants Foods of Human Nutrition 46(4): 323-329.

Dorrell, G.G. 1971. Fatty acid composition of buckwheat seed. Journal of the American Oil Chemistry Society 48: 693–696.

Duarte, R, P., Mock, C.M., Satterlee, L.D. 1996. Quality of spaghetti containing buckwheat, amaranth, and lupin flours. Cereal Chemistry 73(3):381-387.

Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları. Ankara Üni. Ziraat Fakültesi Yayınları No:295, Ankara.

Edwardson, S.E. 1995. Advancing the utilization of buckwheat. A report on market research for processed buckwheat. CMTR MR-8, March 1995, MINN-DAK Growers Ltd., Grand Forks, ND.

Egli, I., Davidsson, M.A., Juillerant, D. Barclay, D., Hurrell, R. 2003. Phytic acid degradation in complementary foods using phytase naturally occuring in whole grains cereals. Journal Food Science 68: 1855-1859.

Elgün, A. ve Ertugay, Z. 1995. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:718, Erzurum.

Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M., Kotancılar, H.G. 1999. Tahıl Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 335, Erzurum.

Elgün, A., Türker, S., Bilgiçli, N. 2005. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Ders Notları, Konya.

Ercan, R. 1987. Bazı oksidan maddeler ve emülgatör ile birlikte katılan soya ununun hamurun reolojik özellikleri üzerine etkisi. Gıda Dergisi 2: 103-108.

Fabjan, N., Rode, J., Kosir, I.J., Zhang, Z., Kreft, I. 2003. Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) as asource of dietary rutin and qurcetin. Journal of Agricultural and Food Chemistry 51: 6452–6455.

Faridi, H.A. 1988. Flat breads. In : Pomeranz, Y. (editor), Wheat chemistry and technology. St. Paul, MN: AACC. pp 457-506.

Fonteles, M.C., Almeida, M.Q., Larner, J. 2000. Antihyperglycemic effects of 3-O-methyl-D-chiro-inositol and D-chiro-inositol associated with manganese in streptozotocin diabetec rats. Hormone Metabolic Research 32:129-132.

Fornal, L. 1999. Chemizm nasion gryki i kierunki spożywczego wykorzystania. Biuletyn Naukowy 4: 7–17.

Gabroska, D., Fiedlerova, V., Holasova, M., Maskova, E. Smrcinov, H., Rysova, J., Winterova, R., Michalova, A., Hutar, M. 2002. The nutritional evaluation of underutilized cereals and buckwheat. Food and Nutrition Bulletin 23:246-249.

Gan, Z., Ellis, P.R., Vaughan, J.G., Galliard, T. 1989. Some effects of non endosperm componenets of wheat and of added gluten on wholemal bread microstructure. Journal Cereal Science 10:81-91.

Gomez, M., Real, S., Rosell, C.M., Ronda, F., Blanco, C.A., Caballero, P. 2004. Functionality of different emulsifiers on the performance of breadmaking and wheat bread quality. European Food Research and Technology 219:145-150

Gomme, F.R. 1972. Buckwheat. A look at its prospects and problems. USDA economy Research Service, Washington, D.C. 220:9-12.

Gül, H., Özçelik, S. 2000. Ekmeğin İnsan Beslenmesindeki Yeri ve Önemi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 4(1): 78-90.

Haber, T. 1980. Anwendungsversuche von buchweizenmehl für die anreisherung von brot. Przegl. Piekarski cukiern., Warsaw 28(6):113-117.

Halıcı, N. 1981. Ege Bölgesi Yemekleri, Güven Matbaası, Ankara.

Halıcı, N. 1983. Akdeniz Bölgesi Yemekleri, Arı Matbaası, Konya.

Halıcı, N. 1991. Güney Doğu Anadolu Bölgesi Yemekleri, Arı Ofset Matbaacılık, Ankara.

Harland, B.F., Harland, J. 1980. Fermentative reduction of phytate in rye, white and whole wheat breads. Cereal Chemistry 57(3): 226-229.

Hatcher, D.W., You, S., Dexter, J.E., Campbell, C., Izydorczyk, M.S. 2008. Evaluation of the performance of flours from cross- and self-pollinating Canadian common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) cultivars in soba noodles. Food Chemistry 107: 722-731.

He, J., Klag, M.J., Whelton, P.K., Mo, J.P., Chen, J.Y, Quian, M.C., Mo, P.S., He, G.Q. 1995. Oats and buckwheat intakes and cardiovascular disease risk factors in an ethnic minority of China. American Journal of Clinical Nutrition 61:366–72.

Hidvegi, M., Lasztity, R. 2002. Phytic acid content of cereals and legumes and interaction with proteins. Periodica Polytechnica Chemical Engineering 46(1): 59-64.

Holasova, M., Fiedlerova, V., Smrcinova, H., Orsak, M., Lachman, J., Vavreinova, S. 2002. Buckwheat the source of antioxidant activity in functional foods. Food Research International 35(23): 207–21.

Horie, Y., Wahlqvist, M.L., Read, R.S.D., Jones, G.P. 1989. Dietary Fibre contents of some traditional Japanese foods. Asean Food Journal 4(3): 117-119.

Hoseney, R.C. 1994. Principles of Cereal Science and Technology, 2nd ed. St Paul, MN: American Association of Cereal Chemists.

Hui, Y.A. 1994. Bakery special products. Encylopedia of Food Science and Technology 1: 152-153.

Hung, P.V., Tomoko, M., Tsumori, R., Morita, N. 2007. Characteristics of fractionated flours from whole buckwheat grain using a gradual milling system and their application for noodle making. Journal Science Food Agriculture 87: 2823-2829.

Ikeda, S., Matsui, N., Shimizu, T., Murakami, T. 1991. Zinc in cereals. In: Martin, D.J, Wrigley, C.W.(editors) Cereals International. Royal Australian Chem. Inst., Parkville pp 248-250.

Ikeda, K., Kishida, M. 1993. Digestibility of proteins in buckwheat seed. Fagopyrum 13: 21–24.

Ikeda, S., Yamashita, T., Murakami, T. 1995. Minerals in buckwheat. In: Current advances in buckwheat Research. Shinshu, Japan pp. 789–792.

Indrani, D., Rao, G.V. 2003. Influence of surfactans on rheological characteristics of doug and quality of parotta. International Journal of Food Science and Technology 38:47-54.

Jooyandeh, H. 2009. Evaluation of physical and sensory properties of Iranian Lavash flat bread supplemented with precipitated whey protein (PWP). African Journal of Food Science 3(2): 028-0.34.

Joshi, B.D., Rana, R.S. 1995. Buckwheat *(Fagopyrum esculentum).* In: Williams, J.T. (editor), Cereals and Pseudocereals. Published by Chapman and Hall, London pp85-127.

Kang, H., Kim, C.J. 2009. Lactobacillus bulgaricus fermentation characteristics of yogurt with added buckwheat sprout. Korean Journal Food Culture 24(1): 90-95.

Kawa, J.M., Taylor, C.G., Przybylski, R. 2003. Buckwheat concentrate reduces serum glucose in streptozotocin-diabetic rats. Journal Agriculture Food Chemistry 51(25): 7287-91.

Kawakami, A., 1994. Isolation and taste improvement of tartary buckwheat protein by isoelectric precipitation,. Nippon Shiokujin Kokyo Gakkishi 41(7):481–484.

Kawakami, A., Inbe, T., Kayahara, H., Horii, A. 1995. Preparation of enzymatic hydrolysates of buckwheat globulin and their angiotensin I converting enzyme inhibitory activities. In: Matano, T., Ujihara, A. (editors),Current Advances in Buckwheat Research. Shinshu University Press, Ina pp. 927-934.

Kayashita, J. 1997. Consumption of buckwheat protein lowers plasma cholesterol and raise fecal neutral sterols in cholesterol-fed rats because of its low digestibility. Journal of Nutrition 127: 1395–1400.

Keller, R.C.A., Orsek, R., Hamer, R.J. 1997. Competitive Adsorption Behaviour of Wheat Flour Components and Emulsifiers at an Air-Water Interface. Journal of Cereal Science 25(2): 175-183.

Kılıçarslan, Ç., Özdal, S. 1992. Türkiye'de Yöresel Ekmek Çeşitleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü Bitirme Ödevi, Ankara.

Kim, E.H., Maeng, Y.S., Woo, S.I. 1993. Dietary fiber contents in some cereals and pulses. Korean Journal Nutrition 26: 98-106.

Kim, Y.S., Chung, S.H., Suh, H.J., Chung, S.T., Cho, J.S. 1994. Rutin and mineral contents on improved kinds of Korean buckwheat at growing stage. Korean Journal Food Science Technology 26: 759-763.

Kim, Y.H., Choi, K.S., Son, D.H., Kim, J.H. 1996. Rheological properties of dough with whole wheat flour. Journal Korean Society Food Science Nutrition 25(5):817-823.

Kim, S.K. 1997. Overview of Korean Noodle Industry. Foods and Biotechnology 6(3): 125–30.

Kim, C.S., Lee, S.A., Kim, H. 1999. Development of buckwheat bread: 3. Effect of the thermal process of dough making on baking properties. Journal Food Science Nutrition 4(1):6-13.

Kim, B.R., Choi, Y.S., Lee, S.Y. 2000a. Study on bread making quality with mixture of buckwheat wheat flour. Journal Korean Society Food Science Nutrition 29(3) :241-247

Kim, B.R., Choi, Y.S., Lee, S.Y. 2000b. Rheological properties of buckwheat-wheat flour mixture. Journal Korean Society Food Science Nutrition 29(3): 369-374.

Klava, D. 2004. Improvement of nutritive valve of wheat bread. Sumary of promotion work for acquiring doctor's degree. Latvia University of Agriculture Faculty, Jelgava, Latvia.

Koşay, H.Z., Ülkücan, A. 1961. Anadolu Yemekleri ve Türk Mutfağı, Milli Eğitim Basımevi, Ankara.

Kreft, I. 1994. Traditional buckwheat food in Europe. Bulletin of the Research Institute for Food Science 57: 1–8.

Kreft, I. 1995. Ajda (Buckwheat). Ljubljana, Slovenia: CZD Kmecki glas: Ljubljana Slovenia.

Kreft, S., Knapp, M., Kreft. I. 1999. Extraction of rutin from buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) seeds and determination by capillary electrophoresis. Journal of Agricultural and Food Chemistry 47: 4649–4652.

Krkoskova, B., Mrazova, Z. 2005. Prophylactic components of buckwheat. Food Research International 38: 561–568.

Kusano, T., Miyashita, H. 1973. On the nutritive components in buckwheat. Eiyo to Shokuryo 26: 239.

Lai, C.S., Hosoney, R.C., Davis, A.B. 1989. Effects of wheat bran in bread making. Cereal Chemistry 66(3): 217-219.

Lasztity, R., Lasztity, L. 1990. Phytic acid in cereal technology. In : Pomeranz Y. (editor), Advances in cereal science and technology. St. Paul, MN: AACC. pp 309–371.

Lee, M.S., Sohn, K.H. I992. A study on the lipid components of Korean buckwheats. Korean Journal Dietary Culture 7: 303-307.

Lee, L.S., Ra, K.S., Son, H.S. 1995. Extraction and component sugar analysis of polysaccharides from buckwheat. Korean Journal Food Science Technology 27: 860-865.

Liang, W., Ming, M. 2006. Study on processing technology of bitter buckwheat functional biscuit. Food Science and Technology 1: 31-33.

Li, W., Lin, R., Corke, H. 1997. Physochemical properties of common and tartary buckwheat starch. Cereal Chemistry 74: 79–82.

Li, S., Zhang, Q.H. 2001. Advances in the development of functional foods from buckwheat. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition 41(6): 451–464.

Lin, R., Tao, Y., Li, X. 1992. Preliminary division of cultural and ecological regions of Chinese buckwheat. Fagopyrum 12: 48–55.

Lin, R.F. 1994. Buckwheat in China. Chinese Agriculture Press House, Beijing, China.

Lin, L.Y., Liu, HM., Yu, Y.W., Lin, S.D., Mau. J.L. 2009. Quality and antioxidant property of buckwheat enhanced wheat bread. Food Chemistry 112: 987-991.

Lockhart, H.B., Nesheim, R.O. 1978. Nutritional quality of cereal grains. In: Pomeranz, Y. (editor). Better Nutrition for the World's Millions. St. Paul, MN: AACC. pp 201-207.

Maeng, Y.S., Pack, H.K., Kwon, T.B. 1990. Analysis of rutin contents buckwheat and buckwheat food . Korean Journal Food Science Technology 22: 732-737.

Manthey, F.A., Hall, C.A. 2007. Effect of processing and cooking on the content of minerals and protein in pasta containing buckwheat bran flour. Journal of the Science of Food and Agriculture 87:2026-2033.

Marshall, H.G., Pomeranz, Y. 1982. Buckwheat: description, breeding, production, and utilization. Advances in Cereal Science and Technology 5:157-210.

Mazza, G. 1993. Buckwheat. In: R. Macreae, R.K. Robinson, M.K. Sadler (editors). Encyclopedia of food science, Food Technology and Nutrition. Vol. 1, pp 517–521, Academic Press, Toronto.

Mazza, G., Oomah, B.D. 2005. Buckwheat as a food and feed. In: Abdel-Aal, E., Wood, P. (editors), Specialty grains for food and feed. St. Paul, MN: AACC pp. 375–393.

Mc Kenzie-Pamel, J.M., Daviez, N.T. 1986. Destruction of phytic acid during home breadmaking. Food Chemistry 22(3): 181-192.

Menderis, M. 2006. Güneydoğu Anadolu bölgesi koşullarında geliştirilen bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) hatları ile yetiştirilen bazı buğday çeşitlerinin kalite özelliklerinin araştırılması. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.

Nagai, T., Sakai, M., Inoue, R., Inoue, H., Suzuki, N. 2001. Antioxidative activities of some commercial honeys, royal jelly, and propolis. Food Chemistry 75: 237–240.

Nestler, J.E., Jakubowicz, D.J., Reamer, P., Gunn, R.D., Allan, G. 1999. Ovulatory and metabolic effects of D-chiro-inositol in the polycystic ovary syndrome. New England Journal of Medicine 340: 1314-1320.

Noda, T., Takahata, Y., Sato, T. 1998. Relationships between chain length distribution of amylopectin and gelatinization properties within the same botanical origin for sweet potato and buckwheat. Carbohydrate Polymers 37: 153–158.

Oberleas, D., Harland, B.F. 1981. Phytate content of foods: Effect on dietary zinc bioavailability. Journal of the American Dietetic Association 79: 433-436.

Obendorf, R.L., Taylor, D.P., Slawinska, J. 1991. Seed set and cessation of seed growth in buckwheat. Annual report, Dept. of Soil, Crop, and Atmospheric Science, Cornell Univ., Ithaca, NY. Research sponsored in part by MINN-DAK Growers Ltd., Grand Forks, ND.

Oğuz, B. 1976. Türkiye Halkının Kültür Kökenleri I, İstanbul Matbaası, İstanbul.

Onayemi, O., Lorenz, K., 1978. Soy concentrate and soy isolate in bread baking. The Bakers Digest, 52: 18-24.

Ongan, H. 1958. Niğde'de Ekmek ve Kış Ekmeği Faaliyetleri. Türk Etnografya Dergisi. 3: 67- 77.

Oomah, B. D., Mazza, G. 1996. Flavonoids and antioxidative activities in buckwheat. Journal of Agricultural and Food Chemistry 44(5): 1746–1750.

Ortmeyer, H.K., Huang, L.C., Zhang, L., Hansen, B.C., Larner, J. 1993. Chiroinositol deficiency and insu; in resistance. II. Acute effects of D-*chiro*-inositol administration in streptozotocin-diabetic rats, normal rats given a glucose load, and spontaneously insulin-resitant Rhesus monkeys. Endocrynology 132:646-651.

Ögel, B. 1985. Türk Kültür Tarihine Giriş IV. Ankara Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları, Ankara.

Özboy, Ö. 1992. Değişik buğday kepeği içeren unların ekmek verimi ve kalitesini düzeltme imkanları. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.

Özer, M.S. 1998. Kepekli Ekmeklerin Bazı Niteliklerinin İncelenmesi ve Kalitelerinin İyileştirilmesi Olanakları. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.

Özer, Ç., Ünal, S. 1998. Glutamatik 4+2 Sistemi ile Unların Niteliklerinde Değişmelerin Belirlenmesi, Un Mamulleri Dünyası Dergisi. 7(2): 26.

Özkaya, H., Ercan, R. 1985. Gluten Unu İlavesinin Hamurun Reolojik Özellikleri ve Ekmeğin Kalitesine Etkisi. Gıda Dergisi. 10(2): 89-97.

Özkaya, B., Özkaya, H. 1992. Mısır katkılı unların teknolojik özelliklerine vital gluten ve SSL'in (Na-stearoyl-2-lactilata) etkileri. Gıda Dergisi 17(6): 419-426.

Özkaya, H. 1992. Ekmeğin Beslenmedeki Önemi ve Ekmek Türlerinin Sağlık Açısından Farklılıkları. Un Mamulleri Dünyası Dergisi. 1(5): 9-15.

Özkaya, B. 1999. Değirmenin değişik yerlerinden alınan kepek fraksiyonlarının hamur reolojik özellikleri ve ekmek kalitesine etkileri. Gıda Dergisi 4(5):43-48

Özkaya, B. 2000. Tahıldaki fitik asit miktarı üzerine prosesin etkisi. Unlu Mamuller Teknolojisi 9(3): 43-48.

Özkaya, B. Bayrak, H., Gökpınar, F. 2002. Ekmeğin fitik asit miktarına etkili bazı faktörlere grafiksel model ile yaklaşım. Hububat 2002. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi. 3-4 Ekim. 543-548. Gaziantep.

Özkaya, B. 2004. Ekmeğin fitik asit miktarına çeşit ve ekstraksiyonun etkisi. Ankara Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu, Ankara.

Paradkar, M.M., Irudayaraj, J. 2002. Discrimination and classification of beet and cane inverts in honey by FT-Raman spectroscopy. Food Chemistry 76(2):231–239.

Park, C.H., Kim, Y.B., Choi, Y.S., Heo, K., Kim, S.L., Lee, K.C., Chang, K.J., Lee, H.B. 2000. Rutin content in food products processed from groats, leaves and flowers of buckwheat. Fagopyrum 17:63–66.

Penfield, M.P., Campbell, A.M. 1990. Yeast breads, flat breads. Experimental Food Science 3: 438-441.

Pomeranz, Y., Robbins, G. S. 1972. Amino acid composition of buckwheat. Journal of Agricultural and Food Chemistry 20: 270–274.

Pomeranz, Y., Sachs, I.B. 1972. Scanning electron microscopy of buckwheat kernel. Cereal Chemistry 49: 23–25.

Pomeranz, Y., Shogren, M.D., Finney, K.F. 1976. White wheat bran and brewer's spent grains in high-fiber bread. The Baker's Digest 50(12): 35-38.

Pomeranz, Y. 1983. Buckwheat: Structure, composition, and utilization. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition 19(3): 213–258.

Praznik, W., Mundigler, N., Kogler, A., Pelzl, B., Huber, A. 1999. Molecular background of technological properties of selected starches. Starch/Staerke 51: 187–211.

Prestamo, G., Pedrazuela, A., Penas, E., Lasuncion, M.A., Arroyo, G. 2003. Role of buckwheat diet on rats as prebiotic and healthy food. Nutrition Research 23(6): 803–814.

Pyler, E.J. 1988. Baking Science and Technology, 3rd. ed. Sosland Publishing Co., USA.

Qarooni, J. 1996. Flat Bread Technology. Chapman and Hall NY., USA.

Qian, J., Ryas-Duarte, P., Grant, L. 1998. Partial characterization of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) starch. Cereal Chemistry 75:365-373.

Qian, J., Kuhn, M. 1999. Physical properties of buckwheat starches from various origins. Starch/Stärke, 51: 81–85.

Quail, K., McMaster, G., Wootton, M. (1991). Flat bread production. Food Australia 43: 155–157.

Quail, K.J. 1996. Arabic Bread Production. Publ. St. Paul Minesota, USA.

Radovic, S.R., Maksimovic, V.R., Varkonji-Gasic, E.I. 1999. Characterization of buckwheat seed storage proteins. Journal of Agricultural and Food Chemistry 44: 972–974.

Rao, H., Rao, M. 1991. Effect of incorporating wheat bran on the rheological characteristics and bread making quality of flour. Indian Journal of Food Science Technology 28: 92-97.

Ravi, R., Manohar, S., Rao, H. 2000. Influence of additives on the rheological characteristics and baking quality of wheat flours. European Food Research and Technology 210(3): 202-208.

Reddy, N. R., Sahte, S. K. 2002. Food Phytates. Boca Raton CRC Press, London, New York, Washington D.C.

Ribotta, P.D., Perez, G.T., Anon, M.C., Leon, A.E 2008. Optimization of additive combination for improved soy–wheat bread quality. Food and Bioprocess Technology 1935: 5130.

Rickard, E.S., Thompson, L.U. 1997. Interactions and effects of phytic acid. In: Shahidi F. (editor). Antinutrients and phytochemicals in foods. Washington DC: American Chemical Society. pp. 294-312.

Schober, T.J., O'Brien, C.M., McCarthy , D., Darnedde, A., Arendt, E.K. 2003. Influence of gluten-free flour mixes and fat powders on quality of gluten-free biscuits. Europe Food Research Technology 216: 369-376.

Shim, T.H., Lee, H.H., Lee, S.Y., Choi, Y.S. 1998: Composition of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) cultivars from Korea. Korean Journal Food Science Technology 30(6):1259-1266.

Shogren, M.D., Pomeranz, Y., Finney, K.F. 1981. Counteracting the deleterious effects of fiber in bread making. Cereal Chemistry 58 (2): 142-144.

Sidhu, J.S., Al-Hoot, S.N., Al-Saqer, J.N., Al-Othman, A. 2001. Studies on the development of pan bread using raw wheat germ. Journal of Food Quality 24:235-247.

Silaula, S.M., Lorimer, N.L., Zabik, M.E., Uebersax, M.A. 1989. Rheological and sensory characteristics of bread flour and whole wheat dougs and breads containg dry roasted air classified pinto and navy bean high protein fractions. Cereal Chem. 66(6):486-490.

Singh, M., Mohamed, A. 2007. Influence of gluten-soy protein blends on the quality of reduced carbohydrates cookies. Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie 40: 353-360.

Skrabanja, V., Kreft, I. 1998. Resistant starch formation following autoclaving of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) groats. An in vitro Study. Journal Agriculture Food Chemistry 46:2020-2023.

Skrabanja, V., Laerke, H.N., Kreft, I. 1998. Effects of hydrothermal processing of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) groats on starch enzymatic availability in vitro and in vivo in rats. Journal of Cereal Science 28: 209–214.

Skrabanja, V., Elmstahl, H.G.M.L., Kreft, I., Björck, I.M.E. 2001. Nutritional properties of starch in buckwheat products: Studies in Vitro And in Vivo. Journal of Agricultural Food Chemistry 49: 490-496.

Skrabanja, V., Kreft, I., Golob, T., Modic, M., Ikeda, S., Ikeda, K., Kreft, S., Bonafaccia, G., Knapp, M., Kosmelj, K. 2004. Nutrient content in buckwheat Milling Fractions. Cereal Chemistry 81:172-176.

Skujins, S. 1998. Handbook for ICP – AES (Vartian-Vista). A Short Guide to Vista Series ICP – AES Operation. Variant Int. AG, Zug, version 1.0, Switzerland.

Sosulski, F.W., Wu, K.K. 1988. High-fiber breads containing field pea hulls, wheat, corn, and wild oat brans. Cereal Chemistry 65: 186-191.

Stauffer, C.E. 1990. Functional Additives for Bakery Foods. Van Nostrand Reinhold, 115 Fifth Avenue, New York 10003, USA.

Steadman, K.J., Burgoon, M.S., Lewis, B.A., Edwardson, S.E., Obendorf, R.L. 2001a. Buckwheat seed milling fraction: description, macronutrient composition and dietary fibre. Journal of Cereal Science 33: 271–278.

Steadman, K.J., Burgoon, M.S., Lewis, B.A., Edwardson, S.E., Obendorf, R.L. 2001b Minerals, phytic acid, tannin and rutin in buckwheat seed milling fractions. Journal Science Food Agriculture (81):1094-1100.

Stempinska, K., Soral-Smietana, M. 2006. Składniki chemiczne i ocena fizykochemiczna ziarniakow gryki–porownanie trzech polskich odmian. Żywnosc Nauka Technologia Jakosc 13: 348–357.

Storebakken, T., Shearer, K.D, Beaverfjord, G., Neilsen, B.G., Asgard, T., Scott, T., De Laporte, A. 2000. Digestibility of macronutrientes, energy and amino acids, absorption of elements and absence of intestinal enteritis in Atlantic salmon, *Salmo salar*, fed diets with wheat gluten. Aquaculture 184: 115-132.

Taira, H. 1974. Buckwheat. A. H. Johnson and M. J. Peterson, (eds). Encyclopedia of Food Technology. Avi Publ. Co.: Westpoint, CT.

Talay, M. 1997. Ekmek Bilimi ve Teknolojisi. Ekin Yayıncılık ve Pazarlama, İstanbul.

Tangkongchıtr, U., Seib, P.A., Hoseney, R.C. 1981. Phytic acid II. It's fate during breadmaking. Cereal Chemistry 58(3): 229-234.

Taşdemir, B. 2005. Değişik un pasajlarının bazı geleneksel ekmek çeşitlerine uygunluğunun belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Tekeli, S.T. 1970. Türkiye'de Köy Ekmekleri ve Tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınlar No: 402, Ankara.

Udesky, J. 1988. The Book of Soba. Kodansha International 99 Ltd., Tokyo Japan.

Ünal, S. 1991. Hububat Teknolojisi, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, Yayın No: 29.

Ünal, S.S. 2003. Buğday ve un kalitesinin belirlenmesinde uygulanan yöntemler, Nevşehir Ekonomisinin Sorunları ve Çözüm önerileri. Un Sanayi Örneği. 27–28 Haziran 2003. Nevşehir. pp. 15-30.

Vomberger, B., Gostencnik, D. 2005. Production of buckwheat biscuit for nutritional studies. Acta-Agriculturea-Slovenica 85(2): 397-409.

Wadhawan, C.K., Bushuk, W. 1989. Studies on vitality of commercial gluten. I. Physical, chemical and technological characteristics. Cereal Chemistry 66(6): 456-461.

Wei, Y., Zhang, G., Li, Z. 1992. Study on physico-chemical properties of buckwheat flour.

In : Proceedings of the 5th Internatinol Symposium on Buckwheat. Taiyuan China, pp 502-510.

Wei, Y., Hu, X., Zhang, G., Ouyang, S. 2003: Studies on the amino acid and mineral content of buckwheat protein fractions. Nahrung/Food 47: 114–116.

Wieser, H., Antes, S., Seilmeier, W. 1998. Quantitative determination of gluten protein types in wheat flour by reversed-phase high-performance liquid chromatography. Cereal Chemistry 75(5): 644-650.

Wijngaard, H.H., Arendt, E. K. 2006. Buckwheat. Cereal Chemistry 83(4): 391–401.

Wrigley, C.W., Bietz, J.A. 1988. Proteins and amino acids. In: Pomeranz, Y. (editor). Wheat: Chemistry and Technology, 3rd ed, vol. 1. St. Paul, MN: AACC. pp. 159-275.

Yoshimoto, Y., Egashira, T., Hanashiro, I., Ohinata, H., Takase, Y., Takeda Y. 2004. Molecular structure and some physochemical properties of buckwheat starchers. Cereal Chemistry 81:515-520.

Zheng, G.H., Sosulski, F.W. 1998. Determination of water separation from cooked starch pastes after refrigeration and freeze-thaw. Journal Food Science 63: 134–139.

Zheng, G.H., Sosulski, F.W., Tyler, R. 1998. Wet-milling, composition and functional properties of starch and protein isolated from buckwheat groats. Food Research International 30: 493-502.

Zorba, M. 2001. Emülgatörler. Altuğ T. (editör). Gıda Katkı Maddeleri. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir pp.55-78.

ÖZGEÇMİŞ

23.02.1984 tarihinde Ankara'da doğdu. 1990-2002 yılları arasında ilköğrenimini Hüseyin Güllüoğlu İlköğretim Okulu'nda ve lise eğitimini Çağrıbey Anadolu Lisesi'nde tamamladıktan sonra, 2002 yılında Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nü kazandı. 2006 yılında Gıda Mühendisi ünvanını aldıktan sonra, aynı yıl Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği A.B.D'da Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2006-2007 yılları arasında Konya'da bir ekmek fırınında Sorumlu Yönetici, 2007-2008 yılları arasında Konya ve Ankara'da Sodexho Toplu Yemek Servis A.Ş.'de İşletme Müdürü olarak görev yaptı. Şu an itibariyle Yüksek Lisans öğrenimine devam etmektedir.