Makarnalık ve Ekmeklik Buğday Bulgurlarının Çiğ Köfte Üretiminde Kullanım Olanaklarının Araştırılması

Şeyma Topçu

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Nisan 2025

Investigation of the Usage Possibilities of Durum and Bread Wheat Bulgurs in Çiğ Köfte Production

Şeyma Topçu

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Food Engineering

April 2025

Makarnalık ve Ekmeklik Buğday Bulgurlarının Çiğ Köfte Üretiminde Kullanım Olanaklarının Araştırılması

Şeyma Topçu

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği Uyarınca
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak hazırlanmıştır.

Danışman: Yaşar KARADUMAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Tarafından FYL-2023-2934 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

Nisan 2025

ONAY

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı YÜKSEK LİSANS öğrencisi Şeyma TOPÇU'nun YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "Makarnalık ve Ekmeklik Buğday Bulgurlarının Çiğ Köfte Üretiminde Kullanım Olanaklarının Araştırılması" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek oybirliği ile kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Yaşar KARADUMAN

İkinci Danışman :

Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:

Üye: Doç. Dr. Yaşar KARADUMAN

Üye: Doç. Dr. İlyas ATALAR

Üye: Doç. Dr. Kevser KAHRAMAN

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ……..…….. tarih ve ……..…….sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. .....

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Yaşar KARADUMAN danışmanlığında hazırlamış olduğum "Makarnalık ve Ekmeklik Buğday Bulgurlarının Çiğ Köfte Üretiminde Kullanım Olanaklarının Araştırılması" başlıklı Yüksek Lisans tezimin özgün bir çalışma olduğunu; tez çalışmamın tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallarına uygun davrandığımı; tezimde verdiğim bilgileri, verileri akademik ve bilimsel ilke ve kurallara uygun olarak elde ettiğimi; tez çalışmamda yararlandığım eserlerin tümüne atıf yaptığımı ve kaynak gösterdiğimi ve bilgi, belge ve sonuçları bilimsel etik ilke ve kurallara göre sunduğumu beyan ederim. 21/04/2025

Şeyma Topçu
İmza

ÖZET

Bu yüksek lisans çalışmasında, Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen kırmızı ekmeklik (Altuğ) ve kırmızı makarnalık (Altınsa) buğday çeşitlerinden elde edilen bulgurların bazı fizikokimyasal özellikleri ve bu bulgurların çiğ köfte üretimindeki kullanılabilirliği araştırılmıştır. Her iki buğday çeşidinden, iki farklı partikül boyutunda (0,5 mm ve 1,6 mm) bulgurlar üretilmiş; elde edilen örnekler, farklı karıştırma hızlarında (1 devir/dk ve 3 devir/dk) çiğ köfte üretiminde kullanılarak, ticari bir çiğ köftelik bulgur örneği ile karşılaştırılmıştır. Analizler sonucunda, ekmeklik buğday bulgurlarının protein, su aktivitesi, mineral madde (N, Mg, Cu, Zn, Mn), diyet lifi ve β-karoten içerikleri bakımından daha yüksek değerlere sahip olduğu; makarnalık buğday bulgurlarının ise kül, renk (L* ve b*) ve bazı mineraller (P, K, Ca, Fe) açısından üstün olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, partikül boyutunun küçülmesiyle protein, nem, kül, mineral madde, antioksidan aktivite, β-karoten ve tekstürel parametrelerde anlamlı artışlar gözlemlenmiştir. Karıştırma hızındaki artışın da özellikle nem, çözünür diyet lifi, antioksidan aktivite ve fenolik bileşikler üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçları, ekmeklik buğdaydan elde edilen çiğ köfte örneklerinin tat, macunumsuluk ve genel beğeni açısından daha olumlu değerlendirildiğini; makarnalık buğday örneklerinin ise tane iriliği ve ele yapışma gibi fiziksel özellikler bakımından daha yüksek puan aldığını göstermiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda, 0,5 mm partikül boyutuna sahip makarnalık buğday bulgurlarının besin değeri, tekstürel özellikleri ve üretim kalitesi bakımından çiğ köfte üretiminde endüstriyel anlamda değerlendirilebilir potansiyele sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bulgur, buğday bulgurluk kalitesi, çiğ köfte, beslenme, geleneksel gıda

SUMMARY

This master's thesis investigates the physicochemical properties of bulgur produced from red bread wheat (Altuğ) and red durum wheat (Altınsa), both developed by the Sakarya Maize Research Institute, and evaluates their applicability in the production of *çiğ köfte* (a traditional Turkish raw meatball). Bulgur samples were prepared in two particle sizes (0.5 mm and 1.6 mm) and used in *çiğ köfte* formulations under two mixing speeds (1 rpm and 3 rpm). A commercial bulgur sample was used as a reference. Analyses showed that bulgur from bread wheat exhibited higher levels of crude protein, water activity, essential minerals (N, Mg, Cu, Zn, Mn), dietary fiber, and β-carotene. In contrast, durum wheat bulgur had higher ash content, color values (L*, b*), and greater amounts of phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), and iron (Fe). Finer particle size led to significant increases in protein content, moisture, ash, minerals, antioxidant capacity, β-carotene levels, and texture-related parameters. Additionally, increased mixing speed positively influenced moisture distribution, soluble dietary fiber content, antioxidant activity, and total phenolic compounds. Sensory evaluations indicated that *çiğ köfte* made with bread wheat bulgur was preferred in terms of taste, cohesiveness, and overall acceptability. On the other hand, samples made from durum wheat bulgur were rated higher in terms of grain integrity and tactile stickiness. In conclusion, red durum wheat bulgur with a 0.5 mm particle size demonstrates strong potential for industrial *çiğ köfte* production, offering favorable nutritional properties, desirable texture, and acceptable product quality.

Keywords: Bulgur, Bulgur wheat, bulgur-making quality, çiğ köfte, nutrition, traditional food

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince çalışmalarımın düzenlenmesi, gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesinde, görüş ve katkılarıyla beni yönlendiren, destekleyen, motive eden, değerli bilgi ve tecrübelerini paylaşan, araştırma bulgularının yorumlanması ve tezin yazılmasında desteğini esirgemeyen, çalışmalarımın her aşamasında sabırla anlayış gösteren ve üzerimde büyük emeği olan saygıdeğer danışman hocam Doç. Dr. Yaşar KARADUMAN' a, teşekkürlerimi sunarım.

FYL-2023-2934 numaralı projeyi destekleyen Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi' ne

Analizlerimde laboratuvar olanaklarından yararlanmamı sağlayan Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden Dr. Lütfü DEMİR ve kalite personellerine, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Bitkisel Araştırma Merkezi personellerine Dr. Buket ÇETİNER ve Dr. Oğuz ACAR'a,

Eğitim ve öğrenim hayatım boyunca desteğini esirgemeyen annem Hatice BAŞ'a ve her zaman ileriye bakmamı sağlayan ablam Fatma ŞAHİN'e teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET ..... **vi**
SUMMARY ..... **vii**
TEŞEKKÜR ..... **viii**
İÇİNDEKİLER ..... **ix**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **xiii**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **xv**
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ..... **xxi**
1. GİRİŞ VE AMAÇ **1**
2.LİTERATÜR ARAŞTIRMASI **3**
3.MATERYAL VE YÖNTEM **12**
3.1. Materyal 12
3.2. Yöntem 13
3.2.1. Tane Fiziksel Analizleri 13
3.2.1.1. Bin tane ağırlığı 13
3.2.1.2. Hektolitre ağırlığı 13
3.2.1.3. Tane iriliği 13
3.2.1.4. Tane kesit görünüşü 13
3.2.1.5 Soyma sayısı 14
3.1.2.6. Sertlik değeri 14
3.2.2. Tane Kimyasal ve Teknolojik Analizleri 14
3.2.2.1. Nem miktarı 14
3.2.2.2. Kül miktarı 14
3.2.2.3. Protein miktarı 15
3.2.2.4. SDS sedimentasyon değeri 15
3.2.2.5. Gluten reolojik özellikleri 15
3.2.2.6. Renk değerleri 16
3.2.2.7. Mineral madde miktarı 16
3.2.2.8. Pişmiş buğdayda renk 16
3.2.2.9. Pişmiş buğdayda nem miktarı 16
3.2.3. Bulgur Analizleri 16

İÇİNDEKİLER

Sayfa

3.2.3.1. Bulgur eldesi 16
3.2.3.2. Nem miktarı....21
3.2.3.3. Kül miktarı 21
3.2.3.4.Protein miktarı....21
3.2.3.5.Renk değerleri 21
3.2.3.6. Su aktivitesi değeri....21
3.2.3.7. Su absorpsiyonu 21
3.2.3.8. Mineral madde miktarı 22
3.2.3.9. Antioksidan aktivite değeri 22
3.2.3.10. Toplam fenolik madde miktarı....22
3.2.3.11. Diyet lifi miktarı 22
3.2.3.12. β-karoten miktarı tayini 23
3.2.3.13. Pişme süresi tayini 24
3.2.4. Çiğ Köfte Analizleri....24
3.2.4.1. Çiğ köfte üretimi 24
3.2.4.2. Nem miktarı....26
3.2.4.3. Kül miktarı 26
3.2.4.4. Protein miktarı....27
3.2.4.5.Renk tayini 27
3.2.4.6. Su aktivitesi değeri....27
3.2.4.7. Mineral madde miktarı 27
3.2.4.8. Diyet lifi miktarı....27
3.2.4.9. Antioksidan aktivite değeri 27
3.2.4.10. Toplam fenolik madde miktarı....28
3.1.4.11. β-karoten miktarı....28
3.2.4.12. Tekstür profil analizi....28
3.2.4.13. Duyusal değerlendirme ……29
3.2.5. İstatistiki Analizler....29
4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR 30
4.1. Tane Fiziksel Analizleri 30

İÇİNDEKİLER

Sayfa

4.1.1. Bin tane ağırlığı 32
4.1.2. Hektolitre ağırlığı 32
4.1.3. Tane iriliği 33
4.1.4. Camsılık değerleri 36
4.1.5. Soyma sayısı 38
4.1.6. Sertlik değeri 38
4.2. Tam Tane Unu Fizikokimyasal Özellikleri 40
4.2.1. Nem miktarı 40
4.2.2. Kül miktarı 41
4.2.3. Protein oranı 42
4.2.4. Sedimentasyon değeri 43
4.2.5. Gluten reolojik özellikleri 44
4.2.6. Renk özellikleri 45
4.2.7. Mineral madde miktarı 45
4.2.8. Pişmiş buğdayda renk özelikleri 49
4.2.9. Pişmiş buğdayda nem miktarı 50
4.3. Bulgur Üretimi 51
4.4. Bulgur Analizleri 53
4.4.1. Nem miktarı 53
4.4.2. Kül miktarı 54
4.4.3. Protein oranı 54
4.4.4. Renk özellikleri 56
4.4.5. Mineral madde miktarı 58
4.4.6. Su aktivitesi değeri 62
4.4.7. Su absorpsiyonu 63
4.4.8. Antioksidan aktivite değeri 64
4.4.9. Toplam fenolik madde miktarı 66
4.4.10. Diyet lifi miktarı 68
4.4.11. β-karoten miktarı 71
4.4.12. Pişme Süresi 72

İÇİNDEKİLER

Sayfa

4.5. Çiğ Köfte Analizleri 73
4.5.1. Nem miktarı 73
4.5.2. Kül miktarı 77
4.5.3. Protein oranı 78
4.5.4. Renk değeri 78
4.5.5. Su aktivitesi değeri 82
4.5.6. Mineral madde miktarı 85
4.5.7. Diyet lifi miktarı 97
4.5.8. Antioksidan aktivite değeri, Toplam fenolik madde miktarı, β- karoten miktarı 102
4.5.9.Tekstür profil analizi 107
4.5.10. Duyusal değerlendirme 114
5.SONUÇ VE ÖNERİLER 120
KAYNAKLAR DİZİNİ 127
EK AÇIKLAMALAR 138
Ek açıklamalar - A: Resimler 138

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil **Sayfa**

3.1. Kırmızı ekmeklik (Altuğ) ve kırmızı makarnalık (Altınsa) buğday çeşitleri 12
3.2. Buğday ıslatma ve kaynatma işlemi 17
3.3. Buğday kaynama aşamaları 17
3.4. Pişmiş buğday dinlendirme ve kurutma aşaması 18
3.5. Pişmiş buğday tavlama 19
3.6. Kabuk soyma cihazı ve kabukları soyulmuş pişmiş buğday 19
3.7. Buğday kırma makinası 20
3.8. Bulgur sınıflandırılması ve bulgur eldesi 20
3.9. Çiğ köfte üretimi 26
3.10. Tekstür profil analizi 28
4.2. Ekmeklik buğday bulguru ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinde N ve K miktarı üzerinde *partikül boyutu (PB) x karıştıma hızı (KH) interaksiyonu* 90
4.3. Ekmeklik buğday bulguru ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinde Fe miktarı üzerinde etkili *partikül boyutu (PB) x karıştırma hızı (KH) interaksiyonu* 92
4.4. Ekmeklik buğday bulguru ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinde Cu miktarı üzerinde etkili *partikül boyutu (PB) x karıştırma hızı (KH) interaksiyonu* 95
4.5. Ekmeklik buğday bulguru ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinde Toplam diyet lifi ve Çözünmez diyet lifi üzerinde etkili *partikül boyutu (PB) x karıştırma hızı (KH) interaksiyonu* 101
4.6. Ekmeklik buğday bulguru ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinde Antioksidan aktivite değer ve Toplam Fenolik madde miktarı üzerinde etkili *partikül boyutu (PB) x karıştırma hızı (KH) interaksiyonu* 106

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil **Sayfa**

4.7 Ekmeklik buğday bulguru ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin elasitikiyet ve koheziflik üzerine *partikül boyutu (PB) x karıştırma hızı (KH) interaksiyonu* 113

4.8. Ekmeklik buğday bulguru ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin çiğnenebilirlik ve esneklik üzerine *partikül boyutu (PB) x karıştırma hızı (KH) interaksiyonu* 114

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge **Sayfa**

3.1. Adıyaman etsiz çiğ köfte reçetesi 25
4.1. Çeşitlerin tane fiziksel özelliklerine ait varyans analiz sonuçları 31
4.2.Çeşitlerin tane fiziksel özelliklerine ait ikili örneklem t testi sonuçları 35
4.3.Çeşitlerin camsılık, soyma sayısı ve sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları ... 37
4.4. Çeşitlerin camsılık, soyma sayısı ve sertlik değerlerine ait ikili örneklem t testi sonuçları 39
4.5 Çeşitlerin tam tane unu nem miktarına ait varyans analiz sonuçları 40
4.6. Çeşitlerin tam tane unu nem miktarına ait ortalamaların ikili örneklem t testi sonuçları 40
4.7. Çeşitlerin tam tane unu kül miktarına ait varyans analiz sonuçları 41
4.8. Çeşitlerin tam tane unu kül miktarı ortalamalarına ait ikili örneklem t testi sonuçları 41
4.9. Çeşitlerin tam tane unu protein oranına ait varyans analiz sonuçları 42
4.10. Çeşitlerin tam tane unu protein oranınına ait ortalamalarının ikili örneklem t testi sonuçları 43
4.11. Çeşitlerin tam tane unu sedimentasyon değerine ait varyans analiz sonuçları 43
4.12. Çeşitlerin tam tane unu sedimentasyon değerine ait ortalamaların ikili örneklem t testi sonuçları 44
4.13. Çeşitlerin tam tane unu gluten reolojik özelliklerine ait varyans analiz sonuçları 44
4.14. Çeşitlerin tam tane unu gluten reolojik özelliklerine ait ortalamaların ikili örneklem t testi sonuçları 45
4.15. Çeşitlerin renk özelliklerine ait varyans analiz sonuçları..... 45
4.16. Çeşitlerin renk özelliklerine ait ortalamaların ikili örneklem t testi sonuçları..... 45
4.17. Çeşitlerin tam tane unu mineral madde miktarına ait varyans analiz sonuçları 47
4.18. Çeşitlerin tam tane unu mineral madde miktarına ait ortalamalarının ikili örneklem t testi sonuçları 49
4.19. Pişmiş buğday örneklerinde renk değerine ait varyans analiz sonuçları 49
4.20. Pişmiş buğday örneklerinde renk değeri ortalamalarının ikili örneklem t testi sonuçları 50
4.21. Pişmiş buğday örneklerinde nem miktarı varyans analiz sonuçları..... 50

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge **Sayfa**

4.22. Pişmiş buğday örneklerinde nem miktarı ortalamalarının ikili örneklem t testi sonuçları 50
4.23. Çeşitlerin bulgur üretimine ait varyans analiz sonuçları 52
4.24. Çeşitlerin bulgur üretimine ait analiz sonuçlarının çoklu karşılaştırma test sonuçları 52
4.25. Bulgur örneklerinin nem miktarı, kül miktarı ve protein oranına ait varyans analiz sonuçları 53
4.26. Bulgur örneklerinin nem miktarı, kül miktarı ve protein oranına ait çoklu karşılaştırma test sonuçları 55
4.27. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre renk değerlerinin varyans analiz sonuçları 56
4.28. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre renk değerlerine ait ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları 57
4.29. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre mineral madde miktarlarına ait varyans analiz sonuçları 59
4.30. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre mineral madde miktarlarına ait ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları 61
4.31. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre su aktivitesine değerine ait varyans analiz sonuçları 62
4.32. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre su aktivitesi miktarına ait ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları 63
4.33. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre su absorpsiyonuna ait varyans analiz sonuçları 64
4.34. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre su absorpsiyonuna ait ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları 64
4.35. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre antioksidan aktivite miktarına ait varyans analiz sonuçları 65
4.36. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre antioksidan aktivite miktarına ait ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları 66

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge **Sayfa**

4.37. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre toplam fenolik madde miktarına ait varyans analiz sonuçları 67
4.38. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre toplam fenolik madde miktarına ait ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları 68
4.39. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre diyet lifi miktarına ait varyans analiz sonuçları 69
4.40. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre diyet lifi miktarına ait ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları 70
4.41. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre β-karoten miktarına ait varyans analiz sonuçları 71
4.42. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre β-karoten miktarına ait ortalamlarının çoklu karşılaştırma test sonuçları 72
4.43. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin nem miktarı, kül miktarı, protein oranına ait varyans analiz sonuçları 74
4.44. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin nem miktarı, kül miktarı, protein oranlarına ait çoklu karşılaştırma test sonuçları 75
4.45. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarından elde edilen çiğ köfte örneklerinde partikül boyutu ve karıştırma hızına ait nem miktarı, kül miktarı, protein oranlarına ait çoklu karşılaştırma test sonuçları 76
4.46. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları 80
4.47. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin renk değerlerine ait çoklu karşılaştırma test sonuçları 81
4.48. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarından elde edilen çiğ köfte örneklerinde partikül boyutu ve karıştırma hızına ait renk değerlerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları 82
4.49 Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin su aktivitesi değerine ait varyans analiz sonuçları 83

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge **Sayfa**

4.50. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin su aktivitesi değerine ait çoklu karşılaştırma test sonuçları 84
4.51. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarından elde edilen çiğ köfte örneklerinde partikül boyutu ve karıştırma hızına ait su aktivite değerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları 84
4.52. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin mineral madde miktarına (N, P, K, Ca, Mg, Fe) ait varyans analiz sonuçları 86
4.53. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin mineral madde miktarına (Cu, Zn, Mn) ait varyans analiz sonuçları 87
4.54. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin N (%), P (%), K (%) değerlerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları 89
4.55. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarından elde edilen çiğ köfte örneklerinde partikül boyutu ve karıştırma hızına ait N (%), P (%), K (%) değerlerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları 89
4.56. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin Ca (%), Mg (%), Fe (mg/kg) değerlerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları 91
4.57. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarından elde edilen çiğ köfte örneklerinde partikül boyutu ve karıştırma hızına ait Ca (%), Mg (%), Fe (mg/kg) değerlerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları 92
4.58. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin Cu (mg/kg), Zn (mg/kg), Mn (mg/kg) değerlerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları 94
4.59. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarından elde edilen çiğ köfte örneklerinde partikül boyutu ve karıştırma hızına ait Cu (mg/kg), Zn (mg/kg), Mn (mg/kg) değerlerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları 95
4.60. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin toplam diyet lifi, çözünür ve çözünmez diyet lifi varyans analiz sonuçları 98
4.61. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin toplam diyet lifi, çözünür ve çözünmez diyet lifi miktarlarına ait çoklu karşılaştırma test sonuçları 100

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge **Sayfa**

4.62. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarından elde edilen çiğ köfte örneklerinde partikül boyutu ve karıştırma hızına ait toplam diyet lifi, çözünür ve çözünmez diyet lifi miktarlarının çoklu karşılaştırma test sonuçları 101
4.63. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde, beta karoten miktarına ait varyans analiz sonuçları 103
4.64. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde, β- karoten miktarına ait çoklu karşılaştırma test sonuçları 105
4.65. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarından elde edilen çiğ köfte örneklerinde partikül boyutu ve karıştırma hızına ait toplam diyet lifi, çözünür ve çözünmez diyet lifi miktarlarının çoklu karşılaştırma test sonuçları 105
4.66. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin tekstür profil analizine ait (Sertlik, Yapışkanlık, Elastikiyet, Koheziflik, Sakızımsılık, Çiğnenebilirlik) varyans analiz sonuçları 108
4.67. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin tekstür profil analizine ait (Esneklik) varyans analiz sonuçları 109
4.68. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin sertlik, yapışkanlık, elastikiyet özelliklerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları 111
4.69. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin koheziflik, sakızımsılık, çiğnenebilirlik ve esneklik özelliklerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları 112
4.70. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarından elde edilen çiğ köfte örneklerinde partikül boyutu ve karıştırma hızına ait sertlik, yapışkanlık, elastikiyet özelliklerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları 112
4.71. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarından elde edilen çiğ köfte örneklerinde partikül boyutu ve karıştırma hızına ait koheziflik, sakızımsılık, çiğnenebilirlik ve esneklik özelliklerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları 113
4.72. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin duyusal değerlendirmevaryans analiz sonuçları 1

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge **Sayfa**

4.73 Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin duyusal değerlendirme özelliklerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları 1
4.74. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarından elde edilen çiğ köfte örneklerinde partikül boyutu ve karıştırma hızına ait duyusal değerlendirme özelliklerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları 1

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar	Açıklama
VK	Varyasyon kaynağı
SD	Serbestlik derecesi
KT	Kareler toplamı
KO	Kareler ortalaması
Bkz	Bakınız
gr	Gram
mm	Milimetre
vd.	Ve diğerleri
ml	Mililitre
mg	Miligram
kg	Kilogram
inh.	İnhibisyon
GAE	Gallik asit eşdeğeri
a_w	Su aktivitesi
BÇ	Bulgur çeşidi
BUÇ	Bulgur çeşidi
PB	Partikül boyutu
KH	Karıştırma hızı
Lt	Litre
BM	Maksimum torktan 15 s önceki tork
PM	Maksimum torktan 15 s sonraki tork
PMT	Pik maksimum zaman
BEM	Maksimum tork
AGGEN	Agregasyon enerji değeri

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Buğday insanların geçmişten günümüze kadar kullandığı en eski besin kaynaklarından biridir. İnsan beslenmesinde gerekli olan protein, vitamin mineral içeriğine sahip olması, kolay taşınabilir ve depolanabilir olması, üretim, muhafaza ve kullanım kolaylıkları nedeni ile üretimi en çok yapılan ürünler arasında yer almasını sağlamıştır. Buğdayın insanoğlu tarafından kullanımı toplayıcılık ile başlamış günümüze gelene kadar çeşitli metodlar kullanılarak tüketilmesi sağlanmıştır. Günümüzde tüketime hazır farklı fırıncılık ürünleri, kahvaltılık tahıl şeklinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Dünyada ilk işlenmiş gıda ürünlerinden biri olan bulgur şeklinde değerlendirilmesi ise son yıllarda pirince alternatif olması, ucuz ve kolay prosesler ile üretilmesi yanında glisemik indeksi düşük tahıl ürünü olmasından kaynaklı daha çok tercih edilir bir hale gelmiştir. (Çakmak, 2016; Bayram vd., 2004; Elgün, 2021; Kemahlıoğlu ve Demirağ, 2010).

Göçebe yaşamdan yerleşik yaşama geçen avcı-toplayıcı insanlar üreten konuma geçmişlerdir. Artan tüketim ihtiyaçları insanları gıda arayışına yönlendirmiş ve yabani bitkileri kontrol altına almışlardır. Kültürel ve ekonomik gelişim ile beraber buğdayda dadeğişim ve dönüşüm görülmüştür. Bulgur tarihsel olarak buğday ile yakın dönemlerde bulunmuştur. Farklı kültürlerde, farklı ülkelerde tüketilen bulgur çeşitli adlarla anılmıştır; Arapçada “burğul”, Farsçada “pligouri”, Eski Yunancada “plegouri” gibi isimler almıştır. Farklı mutfaklarda farklı yemeklerde değerlendirilebilen bulgur önceleri kaynatılmış ve kurutulmuş bir buğday olarak kullanılırken MÖ 1000-900’lü yıllardan sonra yavaş yavaş günümüzde kullandığımız şeklini almaya başlamıştır (Kenar, 2012).

Bulgur üretiminde sert makarnalık buğday (Triticum Durum) türleri tercih edilmektedir. Ancak Ekmeklik buğdaylardan, arpa ve mısırdan da yapılabilmektedir. Önceleri sadece aile ihtiyaçlarını karşılaması amacıyla küçük ölçeklerde ve geleneksel yöntemlerle üretilen bulgur üretimi zaman içerisinde gelişmiş ve bir sanayi dalı haline gelmiştir (Kemahlıoğlu ve Demirağ, 2010; Koca ve Anıl, 1996; Türksoy ve Özkaya, 2004).

Buğdayın pişirilmesi, kurutulması, kabuğu soyularak kırılması ile elde edilen bulgurun ülkemizde ve Asya, Ortadoğu ve Balkan mutfaklarında tüketimi oldukça fazladır.

Tahıl Konseyi tarafından "Tam Tahıl" olarak tanınması ile beraber bulgurun Avrupa ve Amerika ülkelerinde de tüketimi artmıştır. Bulgur, besin değeri yüksek ve kolay hazırlanabilen bir yarı mamul olup; depolama kolaylığı, üretim prosesinde herhangi bir katkı kullanılmaması, yüksek lif içeriği ve uygun fiyatı ile tercih edilen bir gıda maddesidir. Ayrıca düşük glisemik indeksinden dolayı pirince ikame bir ürün olarak dünya pazarında yer edinmiştir (Erbaş vd., 2016; Kemahlıoğlu ve Demirağ, 2010).

Çiğ köfte; ülkemizde coğrafi işaret almış geleneksel bir gıda maddesidir. Yöreye ve tercihe göre değişiklik gösterse de temel olarak çiğ köfte; ince öğütülmüş köftelik bulgur, yağ, dana veya kuzu kıyma, soğan, sarımsak, domates salçası, kırmızı biber salçası, tuz, kırmızı biber, isot, karabiber, yenibahar, kimyon gibi çok çeşitli baharatlarla su veya buz, limonsuyu ile bulgurun yumuşayıncaya kadar yoğurulması ile elde edilir (Öcal, 1997). Hızlı tüketimi, doyurucu etkisi, kullanılan çeşni ve baharatlardan kaynaklı lezzeti olan çiğ köfte önceleri geleneksel yollarla evlerde üretilirken günümüzde hızlı tüketim gıdalarından biri olarak değerlendirildiğinden tüketici taleplerini karşılayabilmek için endüstriyel olarak daüretimi oldukça yaygınlaşmıştır.

Bu çalışmada Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsü tarafından son yıllarda geliştirilen ekmeklik (Altuğ) ve makarnalık (Altınsa) buğday çeşitlerinin bulgurluk kalite özellikleri yanında çiğ köfte üretiminde kullanılabilirlikleri araştırılmıştır. Çalışmada ayrıca bulgur iriliğinin çiğ köfte yapımına uygunluğu da incelenmiştir. Buğdaydan bulgura işleme sırasında iki farklı partikül iriliğinde bulgur üretimi yapılmış, elde edilen bulgurlar ve kontrol bulgur ile iki farklı karıştırma hızında çiğ köfteler elde edilmiştir. Çalışmada i) makarnalık ve ekmeklik buğday çeşitlerinin bulgur yapım özellikleri, ii)çiğ köfte yapımı için en uygun partikül iriliği ile üretim kalitesini arttırabilmek için yoğurma koşulu, iii)elde edilen bulgur ve çiğ köftelerin fizikokimyasal ve beslenme özellikleri değerlendirilmiştir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Tahıl taneleri, insan beslenmesinin önemli bir kaynağıdır ve nüfusun artan taleplerini karşılamak amacıyla son yıllarda üretimleri giderek artmıştır. Tam buğdaylı gıda ürünlerinin sağlık avantajları diyet lifi ve biyoaktif bileşenlerine bağlanmaktadır. Bulgur, çoğunlukla *Triticum durum* buğday çeşidinden elde edilen ham buğdaydan yapılan kendine özgü bir üründür. Türk ve Orta Doğu mutfağına birçok ürün katkısı yapmıştır. Bu ürünler arasında ana yemekler, yan yemekler yer alır. Salatalarda, çorbalarda, fırınlanmış ürünlerde, dolmalarda, güveçlerde ve vejetaryen tariflerde et yerine geçen çok amaçlı bir yiyecektir. Bulgurun vitaminler, mineraller, diyet lifi, esansiyel yağ asitleri ve folat gibi besinler açısından zengin olması genel olarak besleyici bir yiyecek olarak kabul edilmesini sağlamıştır. Ön pişirme ve kurutma yapıldığından dolayı suya geçen besin maddelerinin kaybının engellenmesi de yine besleyici değer açısından önemli bir avantaj olmuştur (Shah, vd., 2022). Yarı pişmiş hızlı hazırlanabilir bir gıda olması, uzun raf ömrüne sahip olması, kolay ulaşılabilir olması, kolay depolanabilir ve böcek, haşerelere karşı dayanıklı olması ve içerdiği besin öğeleri açısından tercih edilebilir bir gıda ürünü olarak karşımıza çıkmıştır. Bulgurun fiziksel, besleyici ve diyetetik özellikleri nedeniyle üretimi ve tüketimi gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde de artmaktadır. Dünya Tahıl Konseyi tarafından tam tahıl olarak tanınmasından beri ABD ve Avrupa ülkelerinde daha yaygın olarak tüketilmeye başlamıştır (Erbaş vd., 2016). Türkiye'de 30-40 yıl öncesinde 500 bulgur işleme tesisi tarafından yılda yaklaşık bir milyon ton bulgur üretilirken son yıllarda fabrika/işletme sayısı 100 civarına düşmüştür. Ancak; üretim 1,5 milyon ton civarına yükselmiştir. Türkiye haricinde Suriye, Lübnan, Irak, İsveç, Fransa, Yunanistan, ABD'de de bulgur üretim fabrikaları bulunmaktadır (Bayram, 2021).

Bulgur, dünyada ilk işlenmiş gıda ürünlerinden biri olarak eski çağlardan beri farklı kültürler tarafından tüketilmiştir. Ülkemizde özellikle kırsal bölgelerde ekmekten sonra önemli bir yere sahiptir. Üretim sürecinden kaynaklanan özellikleri bulguru özel bir hububat ürünü haline getirmektedir. Üretimi sırasında pişirildiği için tüketim aşamasında uzun süre pişirilmesine gerek olmayan bulgur, bu özelliği ile nadir rastlanan yarı mamul gıda ürünleri arasında yerini alır. Genellikle kehribar sarısı renkteki sert makarnalık durum buğdayından yapılmakla beraber, ekmeklik buğdaylardan, arpadan ve özellikle Karadeniz'in bazı

bölgelerinde mısırdan da yapılabilmektedir. Ayrıca soya fasulyesi, çavdar gibi farklı hububat ve bakliyat türlerinden de üretilebilir. Bulgur birçok yemekte kullanılmasının yanı sıra doğrudan öğün olarak da tüketilebilmektedir (Bayram, 2021; Kemahlıoğlu ve Demirağ 2010).

Günümüzde insanların sağlıklı ve doğal gıdalara yönelmesi, bulgurun doğal yapısı, içerdiği besin öğeleri ve uygun fiyat özellikleri nedeniyle beslenme alışkanlıklarındaki yerini kuvvetlendirmektedir. Bu doğrultuda bulgur besin değeri yüksek, fiyatı düşük, depolama ve dayanıklılığı yüksek, kolay hazırlanabilen, sıcağa, neme, böcek ve haşerelere dayanıklı, içerdiği lif nedeniyle fonksiyonel bir gıda olma özelliğine sahiptir. Ayrıca pişirilme sırasında pişme suyuna çözülen vitamin ve diğer besin maddelerinin yeniden buğday tanesinin içine emilmesiyle besin kaybı kısmi olarak engellemektedir. Bulgurun fitik asit içeriği, pişirme, kurutma ve soyma aşamalarıyla azalır. Yine pişirme ile beraber tanenin biyolojik, mikrobiyolojik ve enzimatik aktivitesi son bulur ve böylelikle saklanması kolay, ekonomik, raf ömrü uzun ve besin yönünden zengin bir gıda haline gelir (Bayram, 2021; Kemahlıoğlu ve Demirağ, 2010).

Bulgur üretiminin evrensel bir yöntemi yoktur. Temelde bulgur üretimi; temizleme, pişirme + kurutma ve değirmen aşamalarından oluşmaktadır. Geleneksel bir ürün olmasına rağmen endüstriyel olarak hububat sektörü için üretim teknolojisi zor ve karmaşıktır. Üretim aşamalarında sıcaklık ve rutubetin yükselme ve azalmaları ürün bütünlüğü ve kalitesi için önemli parametreler haline gelmesini sağlamıştır. Bulgur üretim teknolojisi genel olarak iki üretim şekli ile sınıflandırılmaktadır. Antep ve Karaman/Mut tipi üretim tipleridir. Her iki sistemde temizleme ve pişirme + kurutma aşamaları hemen hemen aynıdır. Bu iki sistemi birbirinden ayıran kısım tavlama ve öğütme sistemidir (Tağar, 2021; Bayram, 2021).

Yapım tekniğinin bir sonucu olarak bulgur, tanenin iç kısımlarına taşınan suda eriyebilir besin öğelerini daha etkili şekilde muhafaza ederken, jelatinize nişasta ve koagüle proteinden oluşan sert-camsı tane yapısı, biyolojik ve biyokimyasal aktivitenin yok edilmesi uzun süre depolamaya ve haşerelere karşı dayanıklılığı arttırmaktadır (Elgün vd., 1986). Bulgur hangi yöntemle üretilirse üretilsin bu işleme aşamaları sırasında uygulanan tekniğe bağlı olarak, buğdayın fiziksel, kimyasal ve besinsel özelliklerinde bazı önemli değişmeler meydana gelmektedir. Pişirme işlemi ile canlı olan buğday tanesi bu özelliğini kaybetmekte,

tanenin enzimleri inaktive olmakta, tanenin mikroflorası tahrip edilmekte, nişasta molekülleri su alarak jelatinize olmakta, çift kırınım (birefringence) özelliğini yitirmekte, proteinler ise denatüre olmaktadır. Bütün bu değişimlerin sonucunda tane, protein ve nişasta jelinin birbiri ile kaynaşması ile camsı ve oldukça sert bir yapı kazanmaktadır. Tane yapısındaki bu sertleşme kurutma ile daha da artmakta, böylece bulgur dış etkenlere karşı buğdaya göre daha dayanıklı bir özellik kazanarak raf ömrü uzamaktadır. Kurutma aşamasında tanenin nem içeriği istenilen düzeye düşürülürken; bunun yanı sıra ürün, kendine özgü aroma, renk, yapı gibi özellikler kazanmaktadır (Elgün vd. 1990; Özkaya ve Kahveci 1989; Koca ve Anıl, 1996; Savaş 2010).

Bulgur üretiminde kurutma aşamasında solar kurutma ve mikrodalga kurutma yöntemleri çalışılarak bulgur örneklerinin kalitesine etkisi araştırılmıştır. Kurutma işleminin hacim yoğunluğu üzerine önemli bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Pilavlık bulgur verimi en yüksek solar kurutma sisteminde bulunurken bunu sırasıyla mikro dalga, tepside kurutma ve güneşte kurutma yöntemleri takip etmiştir. Kurutma yönteminin bulgurun protein çözünürlüğü, su ve yağ emme değerlerini etkilediği görülmüştür. Kurutma yöntemlerinin bulgur örneklerinde lezzet, ağız tadı ve görünüş üzerine önemli bir etkisi olmadığı görülmüştür (Hayta, 2001).

Homojen olmayan ve yabancı, kırmızı tohumlardan arındırılmış sert buğdayın bulunmadığından dolayı gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki ekonomik kayıpların önlenmesi amacıyla bulgur üretim hattında modifiye bir renk ayırma sistemi kullanılmıştır. Modifiye edilmiş renk ayırma sisteminin ön temizlenmiş ham malzeme (buğday), pişirilmiş ve kurutulmuş buğday, kabuklu bütün bulgur, öğütülmüş sınıflandırılmamış bulgur ve ince bulgur üzerinde uygulanmış ve renk değerleri (L, a,b ve YI değerleri), saflık yüzdesi ölçülerek sınıflandırma giriş çıkışlarında etkinliği incelenmiştir. Buğday ve pişirilmiş ve kurutulmuş buğdayın yüzey özellikleri ve belirgin renk farkları olmadığından dolayı renk ayırma sisteminin uygulanması için uygun olmadığı tespit edilmiştir. Kabuklu bütün bulgur ve öğütülmüş sınıflandırılmamış bulgurun L ve b değerleri, renk ayırma sistemi sonrası azalmış, a ve YI değerleri kahverengi bulgur veya yabancı malzemelerin çıkarılması nedeniyle artmıştır. Çalışmada her renk değeri için renk ayırma sisteminin bulgurun renk kalitesini arttırdığını göstermiş, bulgurun partikül boyutu arttıkça renk ayırma sisteminin verimliliğinin %99,10'a kadar arttığı görülmüştür (Bayram ve Öner, 2006).

Üçlü döner değirmenin (dört rulo ve üç boşluk) bulgurun kalite parametreleri üzerinde etkileri araştırılmıştır. Partikül boyutu, renk, kül içeriği, hektolitre ağırlığı, bulgur verimi ve kayıp değerlendirilmiştir. Döner değirmenin her rulo arası boşluğu optimum parametreleri belirlemek üzere düzenlenmiştir. Elde edilen ürünler; iri, pilav, orta, ince ve alt boyutlu olarak sınıflandırılmış ve elde edilen ince bulgurun iri olan bulgurdan daha parlak sarı renge sahip olduğu görülmüştür. Verim değerleri farklı boşluk ayarlamalarında %87.86 ile %99.75 arasında olmuştur. Partikül boyutu azaldıkça kül yüzdesinde de azalış gözlenmiştir. Üçlü döner değirmen ile yüksek üretim verimi ve kapasitesi, düşük enerji tüketimi sağlayarak aynı anda iri, pilav, orta ve ince bulgur üretilebilmiştir (Yıldırım vd., 2008).

5 farklı bulgur örneği kullanılarak yapılan bir araştırmada toplam dirençli nişasta, toplam diyet lifi, sindirilebilirlik, glisemik indeks değeri ve toplam fenolik madde miktarları çalışılmış, dirençli nişasta, diyet lifi ve bileşimdeki antioksidan maddeler ile beraber değerlendirildiğinde bulgur ürününün fonksiyonel bir hububat ürünü olarak ifade edilebileceği görülmüştür (Tacer,2008).

2 farklı bölgede yetiştirilen 9 farklı buğday çeşidinden buharlı pişirici ve otoklav kullanarak 2 farklı pişirme yöntemiyle pilavlık ve köftelik bulgur elde edilmiştir. Fiziksel, kimyasal ve kalite özellikleri araştırılarak uygun yöntem belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda kalite parametrelerindeki değişikliklerin genotip ve çevre koşullarından etkilendiği görülmüştür. Bulgurda belirlenen kalite parametreleri yönünden incelendiğinde pişirme yöntemi ve bulgur tipleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Kızıltan-91, Eminbey, Kunduru-1149 buğdaylarından elde edilen bulgurların daha kaliteli olduğu, buharlı pişirme yöntemi kullanılarak köftelik bulgur üretilmesinin yüksek proteinoranı, mineral maddemiktarı ve besinsel lif içeriği ile beslenme özellikleri açısından ön planda olduğu ifade edilmiştir (Evlice, 2016).

Bir çalışmada bulgurun (antep tipi üretim- durum buğdayı) uçucu aroma bileşiklerini belirlemek amaçlanmıştır. Headspace Solid Phase Microextraction (HS-SPME) ve Gaz Kromatografi-Kütle Spektroskopisi (GC-MS) yöntemleri kullanılarak durum buğdayı için 47 ve bulgur için 37 önemli uçucu bileşik belirlenmiştir. Durum buğdayı ve Antep tipi üretim

yöntemi kullanılarak üretilen bulgurda büyük bir uçucu bileşen çeşitliliği olduğu belirlenmiştir (Yousif vd., 2018).

Bulgur kepeğinin kurabiye üretiminde lif kaynağı olarak kullanımı üzerine yapılan bir araştırmada; farklı oranlarda bulgur kepeği(%0, %5, %10, %15, %20) farklı parçacık boyutlarında una karıştırılmıştır. Karışımlarda diyet lifi ve fitik asit içeriği incelenmiştir. Ayrıca bulgur kepeğinin hamurun reolojik özellikleri ile bisküvilerin fiziksel, yapısal ve duyusal özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Bulgur kepeği eklenme oranına bağlı olarak bisküvilerdediyet lifi önemli ölçüde artmıştır. Fitik asit içeriğinde de artış olmuştur. Bulgur kepeği ikame oranı artışı ve parçacık boyutu büyümesi ile su absorplama, hamur gelişme süresi ve stabilitesi farinografta artmıştır. Parçacık boyutu ve kepek miktarı arttıkçabisküvi kalınlığı artmış, yayılma oranı azalmıştır. Bisküviler daha koyu renkli olurken; kırılmaya karşı dayanıklılığı artmıştır. Duyusal değerlendirmelerde katılan kepeğin parçacık boyutu büyüdükçe tüketici beğenisinin azaldığı görülmüştür. Kabul edilebilir bisküvilerin %10'dan daha düşük oranlarda bulgur kepeği eklenerek elde edilebileceğini sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak bulgur kepeğinin yüksek miktarda diyet lifi içerdiği ancak düşük miktarda fitik asit içerdiği tespit edilmiş, hem işlevsellik hemde insan sağlığı açısından diğer tahıl kepeklerine alternatif olarak kullanılabileceğini sonucuna varılmıştır (Saka vd. 2020).

Uzun pişme süresi, sert dokusu ve koyu rengi nedeniyle tüketiciler tarafından tercih edilmeyen kahverengi pirinçten buğday bulguru üretim yöntemi kullanılarakkahverengi/esmer pirinç bulguru üretilmesi amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Üretimde kaynatma ve buharda pişirme yöntemleri kullanılmıştır. Üretilen esmer pirinç bulgurunun ham esmer pirince göre pişme süresinin kısaldığı (30dakikadan 9dakikaya). Kaynatma ve buharda pişirme yapılanörneklerinin her ikisinin de fitik asit içeriğinde azalma ve enzime dirençli nişasta içeriğinde artış olduğu görülmüştür. Gluten intoleransı ve çölyak gibi hassasiyetlere sahip bireyler için kahverengi pirinç bulguru kahverengi pirinç, beyaz pirinç ve buğday bulguru ile karşılaştırıldığında kısa pişirme süresi, düşük glisemik indeksi ve gluten içermemesi ile daha üstün olduğu değerlendirilmiştir. Ayrıca buurün, yüksek sıcaklıkla uygulanan termal işlem ve kurutma işlemi nedeniyle küf ve böcek aktivitesine karşı dayanıklılık gibi buğday bulgurunun avantajlarına sahip olurken; kahverengi pirincin uzun pişirme süresi gibi dezavantajını da içermemesi nedeni ile gıda endüstrisinde çeşitlendirilebilecek yeni bir ürün olarak değerlendirilmiştir (Candal-Uslu vd., 2020).

Bir araştırmada farklı kavuzlu buğday türlerinden üretilen bulgur örneklerinin biyoaktif bileşikler ve antioksidan aktivite üzerinde pişirme yöntemlerinin etkileri araştırılmıştır. Pişirme yöntemlerine bakılmaksızın Emmer buğdaylarından elde edilen bulgur örneklerinde toplam karotenoid içeriği ve antioksidan aktivite daha yüksek bulunurken, Einkorn buğdaylarından elde edilen bulgur örnekleri toplam fenolik madde ve ferulik asit içeriği bakımından daha zengin bulunmuştur. Çalışma sonucunda mikrodalga ile pişirme uygulanması bulgurun besinsel kalitesi yönünden olumlu sonuçlar vermiştir. Buğday türlerine ait bulgurların genotip ve her parametre için pişirme yöntemine bağlı olarak değişmekle birlikte besinsel özellikleriyle endüstriyel bulgur üretiminde durum buğdayı ile rekabet etme potansiyeline sahip olduğu düşünülmüştür (Tekin vd., 2021).

İki farklı kurutucu tipinin (sıcak hava fırını ve vakum kurutucu) bulgurun kurutma süreci ve fitokimyasal içeriği üzerindeki etkisi incelendiği bir çalışmada vakum kurutucunun sıcak hava fırınından daha hızlı ve daha etkili bir kurutma sağladığı sonucuna varılmıştır. Toplam polifenol ve flavonoid içeriği yönünden de vakum kurutucu pozitif yönde artış olduğu sonucuna varılmıştır (Dorra vd., 2022).

Keskin vd. (2018) yaptığı çalışmada raf ömrü kısa olan ve mikrobiyal yük açısından riskli bulunan çiğ köfteye çeşitli baharat ekstraktları ilave etmişlerdir. %0,5 ve %1 oranında yeşilçay, hibiskus, tarhun, ceviz kabuğu, limon kabuğu yağı ve portakal kabuğu yağı ilave ederek $+4^0$C'de 21 gün süreyle depolayarak mikrobiyal gelişimi ve raf ömrü üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmanın 0,7, 14 ve 21. günlerinde mikroorganizma varlığı ve depolama sırasında çiğ köfte rengine etkisi incelenmiştir. Depolama süresince numunelerin L*, a* ve b değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Yapılan mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre ise numunelerin hepsinde maya-küf sayısı, *Pseudomonas* cinsi bakteri sayısı, laktik asit bakteri sayısı ve *Lactococcus* cinsi bakteri sayılarında azalma görülürken; toplam aerobik mezofilik bakteri sayısında kullanılan ekstrakta göre farklılık gözlemlenmiş, patojen mikroorganizma ve *Staphylococcus aureus* cinsi bakterilerin üreme göstermediği tespit edilmiştir. Yapılan analizlerde %1 oranında yeşil çay ekstraktının, *Lactococcus spp*. cinsi bakteriler üzerinde en etkili ekstrakt olduğu; %0,5 oranında ilavesinin ise çalışmada kullanılan diğer ekstraktlara göre, toplam aerobik mezofilik bakteri sayısında en etkili bitki ekstraktı olduğu tespit edilmiştir.

Doğan vd. (2014) çiğ köfteyi geleneksel bir ürün olarak pişirilmeden yapılan ve genellikle marul ve limon suyu ile tüketilen ve genellikle hazırlanmasının ardından kısa bir süre sonra tüketilen bir gıda ürün olarak tarif etmişlerdir. Çiğ köftenin mikrobiyal riskini azaltmak ve bazı fizikokimyasal özelliklerini geliştirmek için üretimi esnasında kullanılan içme suyu yerine yoğurt ve yoğurt serumu eklemişlerdir. Yapılan çiğ köfte örnekleri +4 ^{0}C'de 24 saat süreyle saklanmıştır. 1., 3., 6., 10., 18., ve 24. saatlerde mikrobiyal analizleri yapılmıştır. Örneklerin a_w (su aktivitesi) değerleri ve nem içeriği sırasıyla 0.88-0.94 ve %46.25-49.72 arasında değişmiştir. Örneklerin pH değerleri, 24 saatlik depolama süresi boyunca çok az değişmiş, kontrol örneklerinde ise depolama sırasında herhangi bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Sonuçlara göre, hiçbir örnekte *Escherichia coli* ve *Listeria monocytogenes* tespit edilmemiştir. Yoğurt ve YS eklenmesiyle laktik asit bakterisi sayısı artarken, toplam aerobik mezofilik bakterileridışında diğer mikroorganizmaların sayısı azalmıştır. Çiğ köfte hazırlanırken içme suyu yerine yoğurt veya yoğurt serumu kullanmanın mikrobiyal güvenliği sağlayabileceği, besin değerini artırabileceği ve lezzet veya aromasını iyileştirebileceği ifade edilmiştir.

Çiğ köftenin mikrobiyal yükü ve raf ömrü üzerine etkisini araştıran bir çalışmada; çiğ köfteye doğal antimikrobiyal maddeler (nisin, lisozim, kitosan) katılmıştır. Numuneler; kontrol, 25 µg nisin/g, 50 µg nisin/g, 100 µg nisin/g, 200 µg lisozim/g, 300 µg lisozim/g, 100 µg nisin /g +300 µg lisozim/g, %0.05 kitosan, %0.1 kitosan, %0.5 kitosan, 100 µg nisin/g +300 µg lisozim/g +%0.5 kitosan ölçülerinde 11 gruba bölünmüştür. Ayarlanan miktarlar ile çiğ köfteler 2 dakika süre ile yoğurulmuş ve mikrobiyal ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Bu analizler 24, 36, 48 ve 72. saatte yapılarak tekrarlanmıştır. Total aerob mezofil bakteri, *E. coli,* Coliform, *Enterobacteriaceae, Enterococcus* spp., maya ve küf, Sülfit indirgeyen bakteri, *Staphylococcus-micrococcus*, *Staphylococcus aureus* (S. *aureus*) ve *Pseudomonas* spp. sayısında önemli düzeyde azalma olduğu görülmüştür. Sonuçlara göre çiğ köfteye nisin, lisozim ve kitosanın katılması hijyenik stabiliteyi sağlamada etkili olduğunu göstermiştir (Elmalı, 2014).

Çiğ köfte gibi acılı yiyeceklerin kişilik özellikleri ve yeme alışkanlıkları üzerine etkisini araştıran bir çalışmada; demografik değişkenler (cinsiyet ve yaşanılan farklı bölgeler), çiğ köftedeki kapsaisin yoğunluğu (50,75,100,150µM) ile yıllık çiğ köfte tüketim sıklığı ve acılı yemeklere olan beğeni arasındaki ilişki incelenmiştir. Çeşitli bölgelerden

katılan 316 katılımcı (%47'si kadın, %53'ü erkek) bölge ve kişilik özelliklerine göre; duyusal arayış, ödüle duyarlılık ve cezaya duyarlılık şeklinde sınıflandırılmışlardır. Çalışmada; acılı yemek beğenisi ile yıllık çiğ köfte tüketim sıklığı arasında anlamlı bir pozitif ilişki bulunmuştur. Her bir kapsaisin yoğunluğu ile acılı yemek beğenisi arasında anlamlı bir negatif ilişki gözlemlenmiş, ancak çiğ köfte tüketim sıklığı ile kapsaisin yoğunluğu arasında bir ilişki bulunmamıştır. Acılı yemek beğenisi yalnızca bir kişilik özelliği olan duyusal arayış ile ilişkili bulunurken, yıllık çiğ köfte tüketim sıklığı ise duyusal arayış ve ödüle duyarlılık kişilik özellikleriyle ilişkili olmuştur. Ayrıca, yıllık çiğ köfte tüketim sıklığı, acılı yemek beğenisi, kişilik özellikleri ve farklı kapsaisin yoğunlukları arasındaki ilişkiler hem cinsiyet hem de bölge tarafından etkilenmiştir. Çiğ köftedeki beğeni ve algılanan yoğunluk arasında belirgin bir ilişki gözlemlenmemiştir (Boran vd., 2022).

Bek (2024) kısmi ısıl işlem görmüş hammadde kullanarak endüstriyel etsiz çiğ köfte yapmış ve raf ömrünü arttırmayı amaçlamıştır. Kısmi ısıl işlem (90°C'de 10 dakika) bulgur ve baharatlara uygulanmış olup etsiz çiğ köfteler vakumlu ve vakumsuz olarak depolanmıştır. Depolamanın (+4°C) 0, 7, 14, 21 ve 28. günlerinde fizikokimyasal, tekstür profil, duyusal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Sonuçlara göre fizikokimyasal değerlerde istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamış, tekstür profil analizi ve duyusal sonuçlarda ise yapı açısından önemli farklılıklar görülmüştür. Mikrobiyolojik analizlerde vakumlu vakumsuz ambalajlı etsiz çiğ köftelerde depolama günlerinde E.coli tespit edilmemiş ancak koliform sayısında önemli farklar bulunmuştur.

Gündüzgiden (2023) karabuğday ve siyez bulguru kullanarak çiğ köfte üretimi sağlamıştır. Tüm örneklerde fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Geleneksel çiğ köfte üretimine alternatif olarak üretilen bu ürünlerde karabuğday ile yapılan çiğ köfte glutensiz gıdalarda alternatif olabileceği ancak duyusal olarak geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Siyez bulgurundan elde edilen çiğ köftelerde ise protein oranının yüksek olduğu tespit edilmiş ve duyusal olarak karabuğdaydan daha üstün olduğu belirlenmiştir.

Altuntaş (2015) hazır etsiz toz çiğ köfte formülasyonlarına son üründe oranı %3 olacak şekilde 2 farklı prebiyotik (inülin ve inülin/oligofruktoz lifleri) ve 3 farklı lif (limon, bezelye ve havuç lifi) ekleyerek fonksiyonel bir ürün elde etmeyi amaçlamıştır. Çalışmada

eklenen liflerin toz akış özelliklerini değiştirmediği, tekstür profil analizi (TPA) sonucuna göre en yüksek sertlik, kohezyon, sakızımsılık, çiğnenebilirlik değerlerine sahip olan ürünün havuç lifi ilave edilen etsiz toz çiğ köfte olduğunu, duyusal analiz sonucunda da genel beğeni bakımından diyet lif eklenen gruplarda en fazla beğenilen örneklerin inülin ve inülin/oligofruktoz içeren gruplar olduğunu belirtmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada kullanılan buğday çeşitlerine ait tane örnekleri Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (SMAEM)'nden temin edilmiştir. Çalışmada Kurum tarafından son yıllarda tescil ettirilmiş kırmızı makarnalık (Altınsa) ve kırmızı ekmeklik (Altuğ) buğday çeşitleri kullanılmıştır (Şekil 3.1). Çalışmada kullanılan buğday çeşitlerinin tane örnekleri SMAEM'e ait numune temizleyicide kırık, yabancı tane, yabancı ot, kavuz ve kabuk parçaları, cılız ve buruşuk taneler temizlendikten sonra tane analizleri gerçekleştirilmiştir. Tane örnekleri bulgur eldesine kadar plastik kapaklı polietilen kaplarda serin bir ortamda (+15 ℃ civarında) muhafaza edilmiştir. Örneklere ait bulgurların eldesi Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü (TARMAEM)'nde gerçekleştirilmiştir. Çiğ köfte eldesi ve analizleri Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği'nde yapılmıştır. Ayrıca çalışmada kontrol olarak ulusal marketlerde yaygın olarak satılan çiğ köftelik bulgur ürünü kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Kırmızı ekmeklik (Altuğ) ve kırmızı makarnalık (Altınsa) buğday çeşitleri

3.2. Yöntem

3.2.1. Tane Fiziksel Analizleri

3.2.1.1. Bin tane ağırlığı

Bin tane ağırlığı, yabancı maddelerinden temizlenmiş örneğin elektronik tane sayıcısı (Tripette & Renaud Numigral II, Fransa) kullanılarak sayılması ile belirlenmiş ve sonuçlar kuru madde üzerinden gram olarak verilmiş (Özkaya ve Özkaya, 2005) ve analizler üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.1.2. Hektolitre ağırlığı

1 litrelik hektolitre terazisi kullanılarak Özkaya ve Özkaya (2005)'ya göre belirlenmiştir. Değerler hektolitre okuma cetveline göre kg/hl olarak verilmiş ve analizler üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.1.3. Tane iriliği

Delik aralıkları 2,2 mm, 2,5 mm ve 2,8 mm olan elek takımı kullanılarak, 100 g örnek üzerinden belirlenmiş (Sortimat Pfueffer-Mess und Prüfgerate, Almanya) ve her elek üzerinde kalan miktar % olarak hesaplanmış (Özkaya ve Özkaya, 2005) ve analizler üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.1.4. Tane kesit görünüşü

Grobecker kesit aleti ile yapılmış ve sonuçlar % olarak verilmiş (Özkaya ve Özkaya, 2005) ve analizler üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.1.5 Soyma sayısı

20 g buğday örneği, 1 dakika süre ile kabuk soyma cihazında (Strong Scott, ABD) soyulmuştur. Süre sonunda soyulmuş taneler elenerek ayrılmış ve tartılmıştır. Soyma sayısı değeri aşağıdaki denkleme göre hesaplanmış (Köksel vd. 2000) ve analizler üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

$$\text{Soyma sayısı} = (20\text{-soyulmuş tane ağırlığı}) \times 5$$

3.1.2.6. Sertlik değeri

Buğday örneklerinin tane sertlik değeri Tek Tane Karakterizasyon Sistemi (SKCS Perten 4100) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Toplam 300 adet tane üzerinden değerlendirme yapılmış ve analizler üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.2. Tane Kimyasal ve Teknolojik Analizleri

Taneler Retsch ZM 200 Ultra Santrifüj Değirmeninde (Retsch Haan, Almanya) 0,5 mm parçacık boyutuna kadar tam buğday ununa öğütülmüştür. Tam tane ununda aşağıdaki analizler gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.1. Nem miktarı

Kurutularak (135℃) sabit ağırlığa getirilmiş ve desikatörde darası alınmış kurutma kaplarına 5 gram örnek tartılmıştır. Etüvde 135℃'de kapakları açık olarak yaklaşık 2 saat kurutulmuştur. Süre sonunda kapakları kapalı olacak şekilde desikatörde soğutulmuş ve tartımı yapılmış (AACCI, 2010) ve analizler üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.2.2. Kül miktarı

Kül miktarı tayini AACCI Metot No:08.01'e (AACCI, 2010)' e göre belirlenmiştir. Yüksek sıcaklık değerlerine dayanabilen kül fırını (Labcompanion) ile yakma işlemi

gerçekleştirilmiştir. Sabit ağırılığa getirilip darası alınan yakma krozelerine 0,1 hassasiyetle 5 gr örnek tartılmış ve örneklere 1-2 ml etil alkol ilave edilerek ön yakma işlemi yapılmıştır. Ön yakma işleminin ardından krozeler fırına yerleştirilmiştir. Külün rengi açık gri renk alanıa kadar (yaklaşık 16-20 saat) yakma işlemi devam etmiştir. Kül miktarı kuru madde üzerinden aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

%Kül= 100 *x* ((kül + kroze Ağırlığı, g) – kroze ağırlığı, g)) *x* 100 / örnek miktarı *x* (100-örnek rutubeti,%)

3.2.2.3. Protein miktarı

Protein miktarı, Dumas azot analiz cihazı ile (Velp Scientifica NDA-701, İtalya) AACC Standart Metot No: 46-30 (AACCI, 2010)'a göre ölçülmüş ve 5,7 faktörü ile hsaplanmıştır. Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiş ve analizler üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.2.4. SDS sedimentasyon değeri

Sodyum dodesil sülfat (SDS) sedimentasyon analizi Williams vd. (1988)'de belirtilen yönteme göre 100 ml'lik test tüpleri kullanılarakbyapılmıştır. Ancak tüpler mekanik olarak çalkalanmış ve analizler üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.2.5. Gluten reolojik özellikleri

Brabender GlutoPeak Cihazı kullanılanılarak (Brabender GmbH and Co KG, Duisburg, Germany) 8,5 g kırma ve 9,5 g 0,5 M $CaCl_2$ ile analiz 34 ℃ sabit sıcaklık ve 900 rpm sabit karıştırma hızında 3 dakikada tamamlanmıştır. Peak maksimum time (PMT), maximum torque (BEM), Torque 15 s before BEM (AM), Torque 15 s after BEM (PM), agregasyon enerji değeri (AGGEN) elde edilmiştir (Karaduman vd., 2020). Analizi iki tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.2.6. Renk değerleri

Örneklerinin renk analizleri Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsünde, Hunter kolorimetre (Hunterlab MiniScan, XE Plus, ABD) ile D 65/10° ayarında (L*-parlaklık, a*-+kırmızı/-yeşil, b*-+sarı/-mavi) belirlenmiş ve analizler üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.2.7. Mineral madde miktarı

Örnekler öğütülmüş, ardından mikrodalga fırında (Mars 6, CEM Corporation, ABD) yaş yakma metodu ile yakılmıştır (Kacar ve İnan 2008). Örneklerin mineral madde içerikleri ICP-OES (indüktif eşleşmiş plazma-optik emisyon spektrometresi, PerkinElmer 8000 USA) ile belirlenmiştir. Analiz iki tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır.

3.2.2.8. Pişmiş buğdayda renk

3.2.2.6.'da verildiği şekilde yapılmıştır. Analiz üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.2.9. Pişmiş buğdayda nem miktarı

Nem miktar tayini Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsünde AACC Standart Metot No: 44-15.02'ye göre kalibre edilmiş (AACCI., 2010) Near Infrared (Foss, NIRS 6500, ABD) cihazı ile ölçülmüş ve analizler üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.3. Bulgur Analizleri

3.2.3.1. Bulgur eldesi

Bulgur eldesi için geleneksel yöntemle açıkta pişirme yöntemi uygulanmıştır. Kaplan Evlice (2016) örneğindeki gibi 1 kg buğdaya 1,5 lt su ilave edilmiştir. Buğdaylar tencereye alınmış ve üzerlerine önceden kaynatılmış su ilave edilerek yüksek ısıda kaynaması sağlanmıştır. Kaynama başlayınca ısı derecesi orta seviyeye alınmıştır. Pişirme sırasında tane sertliği kontrol edilmiş ve işlem tencere dibinde su kalmayana dek devam etmiştir.

Pişirme süresi 1 saat ile 1 saat 15 dakika arasında değişiklik göstermiştir (Şekil 3.2 ve Şekil 3.3).



Şekil 3.2. Buğday ıslatma ve kaynatma işlemi





Şekil 3.3. Buğday kaynama aşamaları

Pişmiş buğdaylar 20 dakika boyunca dinlendirilmiş ve nem değerleri %9/10 civarına gelene kadar 60±2 ℃'lik etüvde 18-20 saat süreyle kurutmaya bırakılmıştır (Şekil 3.3). Kurutma sonunda %10 nem değerine gelen çeşitlerin ilk nem değerlerine göre olması gereken kuru madde miktarları hesaplanmıştır. Tavlama işlemi için su ilave edilmiş (%10 nem değerinin düzeltmesi yapılarak), 30 dakika boyunca karıştırıcıda karışması sağlanmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Pişmiş buğday dinlendirme ve kurutma aşaması



Şekil 3.5. Pişmiş buğday tavlama

Tavlama işlemi tamamlanan buğdaylar Evlice (2016)'nin metoduna göre önce 6 dakika boyunca kabuk soyucuda kabukları ayrılmış (Poyraz Kabuk Soyma Makinası, Konya), ardından kırma değirmeninde (Duru Değirmen Makinaları, Karaman) kırılmışlardır (Şekil 3.5 ve Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Kabuk soyma cihazı ve kabukları soyulmuş pişmiş buğday



Şekil 3.7. Buğday kırma makinası

Kırılan bulgurlar öncelikle bulgur veriminin hesaplanabilmesi için 3,50, 3,15, 2,80, 2,5, 2,0, 1,60, 0,5 mm'lik delikli elekler kullanılarak 5 dakika süre ile elek sallayıcıda (Retsch AS 200, Almanya) elenmiş, sonuçlar % olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre köftelik ve pilavlık bulgur verimi hesaplanmıştır (Anonim, 2009). Bulgur veriminin hesaplanmasının ardından 2,00 mm elek üstü bulgur örnekleri çalışmada kullanılacak partikül boyutlarına indirilmek üzere 1 tekrar kırma işleminden geçirilerek 1,60 mm ve 0,50 mm elek üstü iki farklı partikül iki farklı tür olacak 4 çeşit çalışma numunesi elde edilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.8. Bulgur sınıflandırılması ve bulgur eldesi

3.2.3.2. Nem miktarı

Nem miktar tayini Eskişehir Osmangazi Üniversitesi'nde AACC Standart Metot No: 44-15A'ya göre Pfeuffer nem cihazı ile belirlenmiştir. Analiz üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.3.3. Kül miktarı

Kül miktarı 3.2.2.2'e göre belirlenmiştir. Analiz üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.3.4.Protein miktarı

Dumas azot analiz cihazı (LECO FP628) ile AACC Metot 46-30 (AACCI, 2010)'a uygun olarak işlem yapılmış ve değerler N x 5,7 faktörü kullanılarak hesaplanan değerlere göre kalibre edilen FOSS NIRS 6500 cihazı ile belirlenmiştir. Sonuçlar kuru madde üzerinden düzeltilerek verilmiştir. Analiz üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.3.5.Renk değerleri

3.2.2.6.'da verildiği şekilde yapılmıştır. Analiz üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.3.6. Su aktivitesi değeri

Su aktivitesi değeri WaterLab (Steroglass S.r.l., Perugia, İtalya) cihazı ile 25 ºC sıcaklıkta (+/-1 ˚C) belirlenmiştir. Analiz üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.3.7. Su absorpsiyonu

Bulgur örnekleri tartılmış ve ağırlığı kaydedilmiş (G1), pişmiş ve suyu süzülmüş bulgur örnekleri de tartılmış ve ağırlıkları (G2) kaydedilmiştir. Su absorpsiyonu değeri Kaplan Evlice (2016)'de verilen yönteme göre aşağıdaki formülle hesaplanmıştır. Analiz üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

Su absorpsiyon miktarı (%) = 100 × (G2-G1) / G1

3.2.3.8. Mineral madde miktarı

Mineral madde miktarı 3.2.2.7'e göre belirlenmiştir. Analiz iki tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.3.9. Antioksidan aktivite değeri

Antioksidan aktivite değeri (Molyneux, 2004) 1,1-difenil-2-pikril hidrazil (DPPH) metoduna göre belirlenmiştir. 0,1 mL ekstrakt üzerine 4,9 mL etanollü DPPH çözeltisi ilave edilerek 20 dakika süreyle oda sıcaklığında ve karanlık bir ortamda gerçekleşen inkübasyondan sonra, karışımın absorbansı 517 nm'de ölçülmüş ve sonuçlar % inhibisyon olarak belirlenmiştir. Analiz üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.3.10. Toplam fenolik madde miktarı

Toplam fenolik madde miktarı tayininde Folin-Ciocalteu metodu kullanılmış, 765 nm dalga boyunda spektrofotometrede standart kurve ile belirlenmiştir. Deney sırasında 0,15 mL fenolik ekstraktı üzerine 2,4 mL damıtık su eklenmiş, 0,25 N Folin-Ciocalteu reaktifinden 0,15 mL eklendikten sonra, çalkalanarak 3 dak karanlıkta bekletilmiştir. Reaksiyonu durdurmak için 0.5 M Na_2CO_3 çözeltisinden 0.3 mL eklendikten sonra numuneler oda sıcaklığında 25 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda çözeltilerin absorbansı UV-vis spektrofotometrede 765 nm dalga boyunda şahit denemeye karşı okunmuş, toplam fenolik madde miktarı mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/kg numune şeklinde belirlenmiştir. Analiz üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.3.11. Diyet lifi miktarı

Çözünür, çözünmez ve toplam diyet lifi miktarı AOAC Metot No: 991.43'e göre belirlenmiştir. Analiz iki tekrarlamalı olarak yapılmıştır. Toplam diyet lifi için; 0,25 g örnek falkon tüpüne tartılmış 10 ml Mes-Tris çözeltisi ve 12,5 µl α-amilaz ilave edilerek 10 saniye

1400 devirde vorteksle karıştırılmıştır. Çözeltinin 30 dk çalkalamalı su banyosunda (95-100 °C) karışımı sağlanmıştır. Karışım 60 °C'e soğutulmuş sırasıyla 2,5 ml destlie su, 25 µl proteaz eklenmiştir. 30 dk çalkalamalı su banyosunda (60 °C) karıştırılmış, sırasıyla 1,25 ml 0,561 N HCL ve 50 µl amiloglukozidaz eklenerek 30 dk çalkalamalı su banyosunda (60 °C) karıştırılmıştır. Karışım falkon tüpünden erlene aktarılmış, 56 ml etil alkol (%95'lik, 60 °C) ile falkon tüpü yıkanarak erlene aktarılmıştır. Alüminyum folyo ile ağzı kapatılarak 60 dk oda sıcaklığında inkübasyona bırakılmıştır. Önceden sabit tartıma getirilmiş celite eklenmiş goach krozelere (c) %78'lik etil alkol ile krozenin ¼'ü olacak kadar yıkanmış artından krozeler nuçe erlenine yerleştirilmiştir ve vakumla süzülmesi sağlanmıştır. Celite yatağından önce örnek yavaşça süzülmüş ardından sırasıyla her biri 7 ml olacak şekilde %78'lik etil alkol, %95'lik etil alkol ve aseton vakum yardımıyla süzdürülmüştür. Süzülen krozeler 1 gece boyunca (105 °C'de) kurutulmuştur. Kurutmanın ardından krozeler desikatörde sabit tartıma getirilmiş ve tartılmıştır (a). Sabit tartıma gelmiş krozeler 500 °C'de kül fırınında 1 saat yakma işlemine tabi tutulmuştur. Süre sonundan örnekler desikatöre alınıp sabit tartıma getirilmiş ve tartılmıştır (b).

Çözünmeyen diyet lifi tayininde falkon tüpünden erlene aktarılırken 56 ml etil alkol ilavesi yapılmaz direk süzülmesi sağlanır. Filtrasyon yatağında %78'lik etil alkol yerine saf su kullanılır. Ardından sırasıyla %95'lik etil alkol ve aseton vakum yardımıyla süzdürülür. Toplam diyet lifi ve çözünmez diyet lifi aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\%\ Diyet\ lif\ = [\frac{((a-c)\ -(b-c))}{örnek\ ağırlığı}]\ x\ 100$$

a=kroze dara + örnek ağırlığı (etüv sonrası)

b=kroze dara + örnek ağırlığı (kül sonrası)

c=kroze dara

Toplam diyet lifinden çözünmez diyet lifinin çıkarılması ile çözünür diyet lifi hesaplanmıştır.

3.2.3.12. β-karoten miktarı tayini

Beta karoten miktarı AACC 14-50 standart metodu (AACCI, 2010)'na göre belirlenmiştir. 0,5 g örnek 10 ml santrifüj tüpüne alınmış üzerine 2 ml doymul n-bütanol

ekstraktı ilave edilmiştir (hacim oranı 5:1) ve 30 dk karışımı sağlanmıştır. 4000 rpm devir hızında 10 dk santrifüf edilmiştir. Santrifüj sonunda faz ayrımı gerçekleşen çökelti üzerinde kalan berrak sıvı örneği pipet yardımıyla alınmıştır. 96'lık mikrotitre plakaya aktarılmıştır. Kontrol olarak doymuş n-bütanol kullanılarak absorbans değerleri okunmuştur. Okunan değer 30,1 faktörü ile çarpılarak beta karoten miktarı hesaplanmıştır. Analiz üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.3.13. Pişme süresi tayini

Sıcaklığı ayarlanabilen ve sabit tutulabilen kum banyosunda 220 °C'de pişirme gerçekleştirilmiştir. Bulgur örnekleri kaynayan suya atılmış ve 30 saniye aralıklı sürelerde örnekler alınmıştır. Sertliğini kontrol etmek için cam levha kullanılmış ve bulgur taneleri sıkıştırılmıştır. Sert pişmemiş kısım kalmayana kadar bu işlem devam etmiştir (Savaş, 2010).

3.2.4. Çiğ Köfte Analizleri

3.2.4.1. Çiğ köfte üretimi

Örnekler Coğrafi İşaret alarak tescillenmiş (Türk Patent, 2018) Adıyaman Usulü Etsiz Çiğ Köfte reçetesine göre (Tescil No: 366) hazırlanmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Adıyaman etsiz çiğ köfte reçetesi

Malzeme	miktar
Çiğ köftelik ince bulgur	1000 g
Su	500 ml
Domates salçası	200 g
Biber salçası	50 g
Orta boy soğan	100 g
Havanda dövülmüş sarımsak	30 g
İsot	200 g
Domates rendesi	300 g
Dövülmüş İç Ceviz	100 g
Tuz	15 g
Nar ekşisi	50 g
Limon suyu	İsteğe göre
Bitkisel yağ	100 ml
Maydanoz	60-70 g
Karanfil	1 g
Zencefil	1 g
Tarçın	1 g
Havlıcan	0.5 g
Kimyon	1 g
Karabiber	1 g
Yenibahar	1,5 g
Muskat	0,1 g

Metodda iki farklı yoğurma yönteminden tüm içeriklerin bir araya getirilerek karıştırıldığı yoğurma usulü kullanılmıştır. Bulgur yoğurma makinasına (Kenwood Chef XL, UK) alınmış, ayrı yerde tartılan baharat ve soğan, domates ve biber salçası ve nar ekşisi eklenerek yoğurma işlemi başlatılmıştır. Yoğurma sırasında elle yoğurma ve makine ile yoğurma modellenmesi amaçlandığından kullanılan yoğurma makinasında 1 devir hızı elle yoğurmayı ve 3 devir hızı ise makine ile yoğurmayı temsil etmiştir. 30 dakika boyunca yoğurulan çiğ köfteler macunumsu ve el ile baskı uygulandığında ele yapışan bir kıvama gelmesi amaçlanmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Çiğ köfte üretimi

3.2.4.2. Nem miktarı

Örneklerin Nem miktarı tayini AACC Standart Metot No: 44-15.02'ye göre kalibre edilmiş nem tayin cihazı (Weightlab, WA-123M, India) ile belirlenmiştir. Analiz üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.4.3. Kül miktarı

Kül miktarı 3.2.2.2'de belirtilen yönteme göre tayin edilmiştir. Analiz üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.4.4. Protein miktarı

Protein miktarı 3.2.3.4'te belirtilen yönteme göre tayin edilmiştir. Analiz üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.4.5.Renk tayini

Çiğ köfte örneklerinin renk değerleri, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi'nde (L* (parlaklık), a* (+kırmızı/-yeşil) ve b* (+sarı/-mavi)) Minolta CR-300 (Konica Minolta, Tokyo, Japonya) renk tayin cihazı ile belirlenmiştir. Analiz üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.4.6. Su aktivitesi değeri

Su aktivitesi değeri 3.2.3.6'da belirtilen yönteme göre tayin edilmiştir. Analiz üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.4.7. Mineral madde miktarı

Mineral madde miktarı 3.2.2.7'e göre belirlenmiştir. Analiz üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.4.8. Diyet lifi miktarı

Diyet lifi miktarı 3.2.3.10'da belirtilen yönteme göre tayin edilmiştir. Analiz iki tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.4.9. Antioksidan aktivite değeri

Antioksidan aktivite miktarı 3.2.3.8'de belirtilen yönteme göre tayin edilmiştir. Analiz üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.4.10. Toplam fenolik madde miktarı

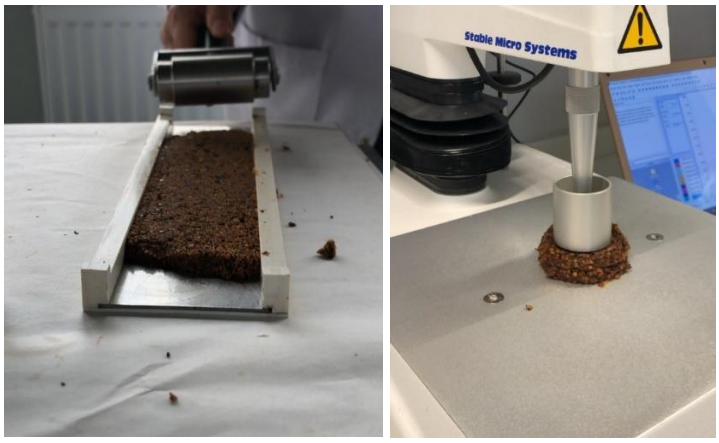
Toplam fenolik madde miktarı 3.2.3.9'da belirtilen yönteme göre tayin edilmiştir. Analiz üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.1.4.11. β-karoten miktarı

β-karoten miktarı 3.2.3.11'de belirtilen yönteme göre tayin edilmiştir. Analiz üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

3.2.4.12. Tekstür profil analizi

Çiğ köfte örneklerinin tekstürel özelliklerinin tespitinde tekstür profil analizi (TPA), tekstür analiz cihazı (Stable Microsystems, TA, XT plus, Goldaming, Surrey, İngiltere) ile belirlenmiştir. Çiğ köftede; sertlik, tutunabilirlik, elastikiyet, yapışkanlık, esneklik, çiğnenebilirlik, sakızımsılık, elastikiyet değerleri ölçülmüştür. Alveograf analizinde kullanılan hamur açma plakaları üstüne konan çiğ köfte örnekleri silindir yardımı ile 3 ileri 3 geri hareket yaparak yüksekliğin eşit bir dağılımda olması sağlanmış ve özel laboratuvar bıçağı ile kesilmiştir. Elde edilen örnekler 25 mm kalınlığında olması gerektiği için kesilmiş iki parça üst üste getirilerek 35 mm' lik prob (P/35) ile ölçüm yapılmıştır. Cihazda 5 kg' lık yük hücresi kullanılmıştır. Analizin yürütüldüğü koşullar ön test hızı: 1,0 mm/s, test hızı: 2,0 mm/s, test sonrası hız: 2,0 mm/s, sıkıştırma oranı: %40, tetikleme gücü: 20 g, zaman: 5 s olmuştur. Analiz iki tekrarlamalı olarak yapılmıştır.



Şekil 3.10. Tekstür profil analizi

3.2.4.13. Duyusal değerlendirme

Gıda bilimi ve teknolojisi alanında uzman olan 20 gönüllü panelistten (20-55 yaş grubunda 11 erkek ve 9 kadın) oluşan bir grup tarafından duyusal analiz gerçekleştirilmiştir. Panelistlere çalışmanın amacı ile ilgili bilgilendirme yapılmıştır. Her duyusal oturum için rastgele sayılarla kodlanan çiğ köfte örnekleri, ağzı çalkalamak için bir bardak saf su ile birlikte plastik bir tabak üzerinde değerlendirme için panelistlere verilmiştir (Onoğur Altuğ ve Elmacı, 2011; Karaduman vd., 2023). Tane belirginliği, macumunsuluk, ele yapışma, dişe yapışma, lezzet, genel beğeni düzeyi gibi duyusal ögeleri 1-5 arasında puan ile ölçülmüştür (1 = hiç beğenmedim, 3 = orta derecede beğendim, 5 = çok beğendim.).

3.2.5. İstatistiki Analizler

Analizler tam şansa bağlı deneme desenine göre yapılmıştır. Bulgur analizleri iki faktörlü (2 çeşit X 2 partikül iriliği) ve çiğ-köfte analizleri üç faktörlü (2 çeşit X 2 partikül iriliği X 2 karıştırma hızı) ve iki/üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Analiz sonucu elde edilen veriler istatistiksel analiz programı JMP 13.0.0 (SAS Institute Inc. Cary, NC, USA) kullanılarak varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki önemli fark %95 $p<0,05$ anlamlılık düzeyindeki TUKEY's HSD testi kullanılarak analiz edilmiştir (SAS, 1998).

4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

4.1. Tane Fiziksel Analizleri

Ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin tane fiziksel özelliklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir. Tüm tane fiziksel özellikleri bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiki olarak çok önemli düzeyde bulunmuştur ($p<0,01$). Çeşitlerin tane fiziksel özelliklerine ait analiz ortalamalarının ikili örneklem t testi sonuçları Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Çeşitlerin tane fiziksel özelliklerine ait varyans analiz sonuçları

		Bin tane ağırlığı g			Hektolitre ağırlığı, kg					
VK	SD	KT	KO	F	KT	KO	F			
Çeşit	1	793,50	793,50	1384,01**	7,52	7,52	681,97**			
Hata	4	2,29	0,57		0,07	0,01				
Toplam	5	795,79			7,59					
		Tane İriliği								
		2,8+2,5 mm, %			>2,8 mm, %			>2,5 mm, %		
VK	SD	KT	KO	F	KT	KO	F	KT	KO	F
Çeşit	1	168,96	168,96	218,94**	1098,91	1098,91	689,63**	406,07	406,07	1231,75**
Hata	4	3,09	0,77		6,37	1,59		1,32	0,32	
Toplam	5	172,05			1105,28			407,39		
		Tane İriliği								
		>2,2 mm, %			<2,2, mm %					
VK	SD	KT	KO	F	KT	KO	F			
Çeşit	1	153,62	153,62	226,46**	0,36	0,37	32,94**			
Hata	4	2,71	0,68		0,04	0,01				
Toplam	5	156,34			0,41					

**: *p<0,01* düzeyinde önemli. VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması

4.1.1. Bin tane ağırlığı

Bin tane ağırlığı, tane iriliği hakkında fikir veren, buğdayın bin tanesinin gram cinsinden ağırlığı olarak ifade edilen bir değerdir. Tane yoğunluğu ve büyüklüğüne göre değişkenlik gösteren bin tane ağırlığı; çeşit, iklim ve toprak özelliklerinden de etkilenmektedir (Çetiner 2021; Mutlu, 2020).

Tane ağırlığı tane verimini etkileyen önemli bir özelliktir. Ekmeklik cinsi buğdayda yapılan bir çalışmada bölgesel olarak (Samsun, Amasya) bin tane ağırlığının 41,4 – 34,3 g arasında değiştiği görülmüştür. Karaman vd. (2012)'nin 12 farklı ekmeklik çeşidinde yaptığı çalışmada bin tane ağırlıkları en yüksek 40,6 g ile en düşük 31,1 g arasında olduğu tespit edilmiştir. 5 yabancı ve 7 yerli makarnalık buğday çeşidinin bin tane ağırlık özellikleri incelenmiş, değerlerin 49,4 – 34,7 g arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Çalışmada yerli çeşitlerin yabancı çeşitlere kıyasla daha iyi değerler arasında olduğu görülmüştür (Kendal vd., 2012).

Ekmeklik buğdayların bin tane ağırlığı genel olarak 25-40 g arasında; makarnalık buğdayların bin tane ağırlığı 30-50 g arasında değiştiği görülmektedir (Çetiner, 2021). Çalışmada çeşitlerin bin tane ağırlığı ortalaması 46,27 olurken; değerlerin ekmeklik buğday çeşidinde 33,9-35,2g ve makarnalık buğday çeşidinde 57,1-58,6 g arasında değiştiği tespit edilmiştir. Makarnalık buğday çeşidinin ortalama bin tane ağırlığı ekmeklik buğdaydan daha yüksek bulunmuştur (57,77 g ve 34,77 g, $p<0,01$) (Çizelge 4.2).

4.1.2. Hektolitre ağırlığı

Buğday kalitesinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan hektolitre ağırlığı hacimsel olarak ölçülmektedir (Pehlivan ve Ünver 2017). Hektolitre ağırlığı, tanenin fiziksel özellikleri olan şekil ve irilik ile yakından ilişkilidir. Buğday standartlarında yer alan önemli bir değerlendirme faktörü olan hektolitre ağırlığı ile un verimi arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır (Şahin vd., 2004, Pehlivan ve Ünver 2017).

Hektolitre ağırlığı tek başına bir kriter olsada, buğdayın saflık ve nem değerleri ile değerlendirme yapılabilmektedir. Ağırlık yükseldikçe tanenin sağlam, hastalıksız olduğu

düşünülebilmektedir. Ayrıca nem içerikleri arttıkça hektolitre ağırlığının düştüğü bilinmektedir. (Pehlivan ve Ünver 2017). Hektolitre ağırlığı ile ilgili yapılan çalışmalarda hektolitre ağırlığına çeşitlerin genetik yapısının ve iklim koşullarının önemli derecede etki ettiği görülmüştür. Keçeli vd. (2017) yaptığı çalışmada sulu koşullarda ekmeklik buğdaylarda hektolitre ağırlığı bakımıdan çeşit ortalamasını 78,8 kg/hl, hat ortalamasını79,4 kg/hl olduğunu tespit etmiştir. Farklı çeşitlerin karşılaştırılması olarak yapılan çalışmalarda Kendal vd. (2012) makarnalık buğdayda 75,9-82,2 kg/hl, Karaman vd. (2012) ekmeklik buğdayda 72,8 – 77,9 kg / hl, Tekdal vd. (2015) makarnalık buğdayda 79,0 – 86,3 kg/hl, Öztürk vd. (2018) ekmeklik buğdayda 80 –83,4 kg/hl, Doğan vd. (2023) ekmeklik buğdayda 72,2 – 80,4 kg /hl arasında değişen değerler bulmuşlardır.

Çalışmada kullanılan buğday çeşitlerinin hektolitre ağırlığı 79,42–81,58 kg/hl arasında değişmiş olup ortalama 80,50 kg/hl olmuştur. Ekmeklik buğday çeşidinin ortalama hektolitre ağırlığı makarnalık buğdaydan daha yüksek bulunmuştur (81,47 kg ve 79,53 kg, $p<0,01$) (Çizelge 4.2). Hektolitre ağırlığı üzerinde tanenin dolgunluğu, kepek tabakasını miktarı ve karın çizgisinin derinliği gibi faktörler etkili olduğundan ekmeklik buğday çeşidinin tane ağırlığı daha düşük olsa da hektolitre ağırlığı daha yüksek olmuştur.

4.1.3. Tane iriliği

Tane iriliği 2,8 +2,5 mm, 2,8 mm, 2,5 mm, 2,2 mm ve elek altı analizleri sırasıyla %96,68- 84,76; %76,11-47,96; %37,43-19,73; %14,44-3,01; %0,92-0,2 değerleri arasında değiştiği görülmüş ve ortalamalar %91,12, 62,46, 28,66, 8,32, 0,56 olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.2). Makarnalık buğday çeşidinin tane iriliği değerleri (2,8 + 2,5 mm, 2,8 mm) ekmeklik buğdaydan daha yüksek bulunmuştur($p<0,01$).

Aydoğan vd. (2014) tarafından ekmeklik buğdaylarda yapılan çalışmada; 2,2 mm, 2,5 mm, 2,8 mm elek üstü değerleri sırasıyla %23,12-25,56; %32,64-33,96; 41,28-45,40 arasında değişmiştir. Özer vd. (2003) yaptıkları bir çalışmada tane iriliklerini 2,8 mm elek üstü %15,1-53, 2,5 elek üstü %29,1-40,1, 2,2 mm elek üstü %11,5-22,8, elek altı %3,0-20,7 olarak bulmuşlardır. Ercan vd. (1988a) 21 çeşit üzerinde yaptıkları çalışmada 2,8 mm elek üstü için %13,4-80,7, 2,5 mm elek üstü için %16,1-55,8, 2,2 mm elek üstü için %2,7- 33,5 değerlerini tespit etmişlerdir. Birbirini takip eden iki elek üzerinde kalan kütle toplamının

%75’ten fazla olması çeşitlerin irilik açısından homojen olduklarını göstermektedir (Özkaya vd., 1990).

Çizelge 4.2.Çeşitlerin tane fiziksel özelliklerine ait ikili örneklem t testi sonuçları

Buğday çeşidi	Bin tane ağırlığı, g			Hektolitre ağırlığı, kg	
Ekmeklik	34,77±0,75^{B}			81,47±0,11^{A}	
Makarnalık	57,77±0,76^{A}			79,53±0,11^{B}	
Ortalama	46,27			80,50	
	Tane iriliği, %				
	2,8+2,5 mm, %	>2,8 mm, %	>2,5 mm, %	>2,2 mm, %	<2,2, %
Ekmeklik	85,81 ± 1,17^{B}	48,93 ± 1,50^{B}	36,88 ± 0,51^{A}	13,38 ± 1,11^{A}	0,81 ± 0,11^{A}
Makarnalık	96,43 ± 0,40^{A}	76,00 ± 0,97^{A}	20,43 ± 0,63^{B}	3,26 ± 0,34^{B}	0,31 ± 0,10^{B}
Ortalama	91,12	62,46	28,66	8,32	0,56

Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen buğday çeşitlerinin tane fiziksel özelliklerine ait ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,01$).

Ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin camsılık, soyma sayısı ve sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir. Camsılık, soyma sayısı ve sertlik bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiki olarak çok önemli düzeyde bulunmuştur ($p<0,01$). Çeşitlerin camsılık, soyma sayısıve sertlik değerlerine ait analiz ortalamalarının ikili örneklem t testi sonuçları Çizelge 4.4.'te verilmiştir.

4.1.4. Camsılık değerleri

Camsılık değeri makarnalık buğday çeşitlerinin bir kalite ölçüsüdür. Camsılık oranı çeşit, ekolojik faktörler, yetiştirilme durumuna bağlı olarak değişim göstermektedir (Tekdal vd., 2015).

Camsı tane, unsu tane, dönmeli tane analiz değerleri sırasıyla %94,00-80,00; %12,00-6,00; %8,00-0,00 değerleri arasında değiştiği görülmüş ve ortalamaların %88,5; 8,5; 3 olduğu bulunmuştur. Makarnalık buğday çeşidinin camsı ve dönmeli tane değerleri ekmeklik buğday çeşidinden daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p<0,01$, Çizelge 4.3).

Makarnalık buğday çeşitlerinin incelendiği bazı çalışmalarda camsılık oranları Tekdal vd. (2015) %86,3-99,6, Kahraman vd. (2023) %95,0-98,7, Özkaya vd. (1993) %90-96 Ercan ve Bildik (1993) %30-93, Kundakçı ve Göçmen (1992) %10,6-83,6 bulunmuşlardır.

Çizelge 4.3.Çeşitlerin camsılık, soyma sayısı ve sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

		Camsı tane, %			Unsu tane, %			Dönmeli tane, %		
VK	SD	KT	KO	F	KT	KO	F	KT	KO	F
Çeşit	1	162,00	14,29	0,01**	18,00	5,40	0,06	72,00	27,00	0,002**
Hata	6	68,00	11,33	0,01	20,00	3,33	0,06	16,00	2,67	0,002
Toplam	7	230,00			38,00			88,00		
		Soyma sayısı			Sertlik değeri					
VK	SD	KT	KO	F	KT	KO	F			
Çeşit	1	9,68	9,68	66,47**	34,94	34,95	39,68**			
Hata	6	0,87	0,15		5,28	0,88				
Toplam	7	10,55			40,23					

**: *p<0,01* düzeyinde önemli. VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalamas

4.1.5. Soyma sayısı

Soyma sayısı değerlerinin ekmeklik ve makarnalık buğdayda sırasıyla 18,70-21,80 arasında değiştiği görülmüştür. Makarnalık çeşit değerleri 20,70–21,8 arasında değişirken ekmeklik çeşit 18,10–18,90 değerleri arasında değiştiği tespit edilmiştir. Değerlerin genel ortalamasının ise 19,96 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Makarnalık buğday çeşidinin soyma sayısı değeri ekmeklik buğday çeşidinden daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p<0,01$).

Soyma sayısı değerinin yüksek olması tanenin yumuşak, düşük olması ise sert olduğunu göstermektedir. Tanede sertlik camsılık ile doğru orantılı olarak ilerler ve buğdayın öğütmedeki performansını ve fonksiyonları ile yakından ilgilidir (Mutlu, 2020). Soyma sayısı (Pearling Index) bir soyucuda sabit süre ile tanenin yüzeyinde meydana gelen aşınma miktarının tespitine dayanan bir işlemdir. 26 ve küçük değer ise sert; 27 ve büyük değer ise yumuşak tane olarak değerlendirilir (Çetiner, 2021). Kaplan Evlice (2016) yaptığı çalışmada soyma sayısı üzerine buğday çeşitlerinin yıl ve lokasyona göre değişiklikler sergilediğini ve bu parametreler üzerinde istatistiki yönden önemli düzeyde farklılık olduğunu bildirmiştir.

4.1.6. Sertlik değeri

Tane sertliği buğdayın kalitesini belirlemede kullanılan yaygın bir parametredir. Çevre şartlarından etkilenmeyen sertlik değeri çeşit özelliğine göre değişim gösterir. Buğday tanesinin sertlik derecesi kalite ile orantılı olduğu düşünülebilmektedir (Elgün, 2021; Mutlu, 2020; Öztürk 2018; Aydoğan ve Soylu 2018). Sertlik tane tekstürünü, kalitesini ve genel işlem özellikleri üzerine ve özellikle öğütmeyi etkileyen bir faktördür (Şahin vd., 2004). Tane sertliğini belirlemede SKCS (Single Kernel Characterization System) ve PSI (Partical Size Index) yaygın olarak kullanılır. Skcs değerleri yüksek (>65) ise tane sert, PSI değerleri düşük (<20) ise tane sert olarak değerlendirilir (Çetiner, 2021). Bazı ekmeklik buğdaylar üzerinde yapılan bir çalışmada sertlik değerleri kontrol edilmiş ve sonuçlar 33,68-54,73 (PSI) olarak bulunmuştur (Şahin vd., 2017). Makarnalık buğday çeşitlerinin genotip özelliklerini araştıran bir çalışmada, sertlik değerinin 50,0-64,0 (PSI) arasında olduğu ve tane sertliğinin genotipler arasında istatistiki olarak önemli olduğu bulunmuştur (Öztürk vd., 2018). Ekmeklik buğday çeşitleri üzerin yapılan çalışmalarda Öztürk (2024) 47.0-50.7 (PSI),

Aydoğan ve Soylu (2018) 42,49-59,93 (PSI), Aydoğan vd. (2014) 41,03-57,03 (PSI) olarak bulunmuştur.

Sertlik değeri sırasıyla 74,27-80,49 arasında değiştiği görülmüştür. Değerlerin genel ortalamasının 77,71 olduğu tespit edilmiştir. Makarnalık buğday çeşidinin sertlik değeri ekmeklik buğday çeşidinden daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p<0,01$, Çizelge 4.3).

Çeşitlere ait ortalama sonuçlara göre (Bkz. Çizelge 4.4) çalışmada kullanılan buğday çeşitlerinin sertlik değerleri literatür değerler ile karşılaştırıldığında daha sert yapılı buğday çeşitleri olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4. Çeşitlerin camsılık, soyma sayısı ve sertlik değerlerine ait ikili örneklem t testi sonuçları

Buğday çeşidi	Camsı tane, %	Unsu tane, %	Dönmeli tane, %
Ekmeklik	$93,0\pm 1,54^{A}$	7,0± 1,15	$0,0\pm 0,0^{B}$
Makarnalık	$84,0 \pm 4,61^{B}$	10,0 ± 2,3	$6,0 \pm 2,3^{A}$
Ortalama	88,5	8,5	3
	Soyma sayısı	Sertlik değeri	
Ekmeklik	$18,86 \pm 0,18^{B}$	$75,62 \pm 1,11^{B}$	
Makarnalık	$21,06 \pm 0,51^{A}$	$79,80 \pm 0,73^{A}$	
Ortalama	19,96	77,71	

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen buğday çeşitlerinin ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır($p<0,01$).

4.2. Tam Tane Unu Fizikokimyasal Özellikleri

4.2.1. Nem miktarı

Çalışmada kullanılan buğday çeşitlerinin nem değerleri %10,62-12,31 aralığında değişmiş olup genel ortalama %11,46 olarak bulunmuş ve varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Nem değerleri bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiki olarak çok önemli bulunmuştur (*p<0,01*).

Çizelge 4.5 Çeşitlerin tam tane unu nem miktarına ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	KT	KO	F
Çeşit	1	3,998	3,9984	5568,7**
Hata	4	0,002	0,0007	
Toplam	5	4,001		

**: *p<0,01* düzeyinde önemli. VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması

Buğday çeşitlerinin nem değerlerine ait ortalamaların ikili örneklem t testi sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Nem miktarı çevre, iklim, hasat zamanı, depolama sıcaklığı gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir (Mutlu, 2020). Depolama ve değirmencilik yönünden önemli olan nem değeri TS 2974 buğday standardına göre en çok %14,0 olmalıdır. Yapılan çalışmalarda Özer vd. (2003) %9,46 – 12,02, Ercan vd. (1988b) %8,9–10,7, Bahar vd. (2016) %10,82–11,32, Ercan (1989) %9,3-11 gibi değişen değerlerde nem miktarları bulunmuştur. Çizelge 4.6'da çeşitlere ait nem değerlerinin ortalaması incelendiğinde çeşitlerin değerlerinin standart değere uygun olduğu ancak makarnalık çeşidin nem değerinin literatür çalışmalara ve ekmeklik buğday çeşidine göre daha yüksek değerde olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.6. Çeşitlerin tam tane unu nem miktarına ait ortalamaların ikili örneklem t testi sonuçları

Buğday çeşidi	Nem miktarı (%)
Ekmeklik	$10,65\pm0,02^{B}$
Makarnalık	$12,28\pm0,03^{A}$
Ortalama	11,46

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen buğday çeşitlerinin ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır(*p<0,01*).

4.2.2. Kül miktarı

Ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin kül miktarına ait varyans analiz sonucu Çizelge 4.7'de verilmiştir. Kül miktarı bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Kül miktarı, buğday örneklerinde %1,42-1,63 arasında değiştiği ve ortalamanın %1,52 olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.8). Çeşitler arasında makarnalık buğday çeşidinin kül miktarı oranının daha yüksek olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.7. Çeşitlerin tam tane unu kül miktarına ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	KT	KO	F
Çeşit	1	0,029	0,029	28,9*
Hata	2	0,002	0,001	
Toplam	3	0,031		

*: $p<0,05$düzeyinde önemli. VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması

Buğday tanelerinin kül içerikleri arasında farklılıklar görülebilmektedir. Bu farklılıklar çeşit, sertlik ve çevreden kaynaklı olabilmektedir (Yıldırım ve Atasoy 2020). Farklı lokasyonlarda sert ve yumuşak, farklı buğday genotipli örneklerin kül miktarları üzerine çalışmalarda; Yıldırım ve Atasoy (2020) tarafından %1,35-1,86, Özberk vd. (2019) tarafından %0,88-1-0,28, Durak, Köse (2003) tarafından %1,52–1,94, Mut vd. (2024) %1,23-1,97 Özer vd. (2003) tarafından %1,81- 2,04, Ercan vd. (1988) tarafından %1,42-2,17 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.8'de görüldüğü üzere kullanılan buğday çeşitlerinin kül miktarları, önceki çalışmalarla benzer değerler arasında olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.8. Çeşitlerin tam tane unu kül miktarı ortalamalarına ait ikili örneklem t testi sonuçları

Buğday çeşidi	Kül miktarı (%)
Ekmeklik	$1,43\pm0,01^{B}$
Makarnalık	$1,60\pm0,04^{A}$
Ortalama	1,52

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen buğday çeşitlerinin ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır($p<0,05$).

4.2.3. Protein oranı

Protein oranı buğday kalitesini belirlemede en yaygın olarak kullanılan bir parametredir (Karaman vd. 2012). Ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin protein oranına ait varyans analiz sonucu Çizelge 4.9'da verilmiştir. Protein oranı bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiki olarak çok önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Çeşitlerin protein oranına ait analiz ortalamalarının ikili örneklem t testi sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Çeşitler arasında makarnalık buğday çeşidinin protein oranının ekmeklik buğday çeşidinden daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Çeşitler arasında yapılan varyans analiz sonucunda (Çizelge 4.9) istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Çeşitlerin tam tane unu protein oranına ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	KT	KO	F
Çeşit	1	2,34	2,34	31,10**
Hata	4	0,30	0,08	
Toplam	5	2,65		

**: $p<0,01$ düzeyinde önemli. VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması

Tanedeki protein oranı buğdayın makarnalık ya da ekmeklik oluşuna, toprak özelliklerine, yağış, hastalık, zararla mücadele, ekim ve hasat gibi çevresel ve iklimsel değişkenlere bağlı olarak %7-14 arasında olabilir. Ancak bazı araştırmalarda bu değer aralıklarının daha geniş aralıklarda (%8-18) olabileceği bildirilmiştir (Erekul vd., 2016; Elgün vd., 2002; Mutlu, 2020). Kendal ve ark. (2012) çeşit, bölge ve iklim koşulları farkını ortaya koyan bir çalışmada protein değerlerini %10,8 – 11,9 arasında bulmuştur. TS 2974 buğday standardında protein oranına göre ekmeklik ve makarnalık buğdaylarda sınıflandırma yapılmış; sırasıyla %13-13,5 üzeri 1. sınıf, %12,0- 12,9, %12,5 – 13,4 2. sınıf, %10,5-11,9, 11,5-12,4 3. sınıf olarak belirlenmiştir. Benzer değerler TMO Hububat alım baremi olarak değerlendirilmiştir. Çeşit, lokasyon, iklim ve çevre koşulları üzerine yapılan bazı çalışmalarda protein oranlarını %8,1-16,8 (Keçeli vd. 2017), %10,1-11,4 (Karaman vd.2012), %13,2-17,7 (Tekdal vd. 2015), %13,1- 15,8 (Doğan vd. 2023), %11,7-16,6 (Gülmezoğlu 2016) değerleri arasında bulunmuştur. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar

önceki sonuçlarla karşılaştırıldığında her iki çeşit içinde diğer araştırma sonuçları ile örtüştüğü ancak sınır değerlere daha yakın olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.10. Çeşitlerin tam tane unu protein oranınına ait ortalamalarının ikili örneklem t testi sonuçları

Buğday çeşidi	Protein oranı (%)
Ekmeklik buğday	$11,94\pm0,37^{B}$
Makarnalık buğday	$13,19\pm0,119^{A}$
Ortalama	12,56

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen buğday çeşitlerinin ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,01$).

4.2.4. Sedimentasyon değeri

Buğdayda protein oranının yanı sıra proteinin kalitesi de önemli bir faktördür. Sedimentasyon değeri buğday proteinin kalitesinin belirlenmesinde kullanılan bir parametredir (Mut, 2007). Çalışmada kullanılan ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin sedimentasyon değerlerine ait varyans analiz sonucu Çizelge 4.11'de verilmiştir. Sedimentasyon değeri bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiki olarak çok önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Çeşitlerin sedimentasyon değerlerine ait analiz ortalamalarının ikili örneklem t testi sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Çeşitlerin tam tane unu sedimentasyon değerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	KT	KO	F
Çeşit	1	541,5	541,5	180,5**
Hata	4	12,0	3,0	
Toplam	5	553,5		

**: $p<0,01$ düzeyinde önemli. VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması

SDS Sedimentasyonda yüksek değerlerde ise gluten miktar ve kalitesi yüksek, düşük değerlerde ise gluten miktar ve kalitesi düşüktür (Çetiner, 2021). Makarnalık çeşidin ortalama 26 ml ve ekmeklik çeşidin 45 ml olduğu görülmüş ve çeşitlere ait ortalama sonuçlar incelendiğinde (Çizelge 4.12) ekmeklik çeşidin gluten gücünün daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.12. Çeşitlerin tam tane unu sedimentasyon değerine ait ortalamaların ikili örneklem t testi sonuçları

Buğday çeşidi	Sedimentasyon (ml)
Ekmeklik	45,00±1,73^{A}
Makarnalık	26,00±1,73^{B}
Ortalama	35,50

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen buğday çeşitlerinin ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (*p<0,01*).

4.2.5. Gluten reolojik özellikleri

Ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin gluten reolojik özelliklerine ait varyans analiz sonucu Çizelge 4.13'te verilmiştir Varyans analiz sonuçları incelendiğinde çeşitler arasında Maksimum torktan 15 saniye önceki tork (BM) değerindeki fark istatistiki olarak önemli bulunmuş (*p<0,05)*, PMT, BEM, PM, AGGEN değerlerinde herhangi bir farklılık bulunmamıştır. Çeşitlerinin gluten reolojik özelliklerine ait analiz ortalamalarının ikili örneklem t testi sonuçları Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Çeşitlerin tam tane unu gluten reolojik özelliklerine ait varyans analiz sonuçları

		PMT s			BEM GPU		
VK	SD	KT	KO	F	KT	KO	F
Çeşit	1	56,25	56,25	13,23	0,25	0,25	0,02
Hata	2	8,50	4,25		18,50	9,25	
Toplam	3	64,75			18,75		
		BM GPU			PM GPU		
VK	SD	KT	KO	F	KT	KO	F
Çeşit	1	81,00	81,00	40,50*	16,00	16,00	16,00
Hata	2	4	2		2	1	
Toplam	3	85			18		
		AGGEN cm^2					
VK	SD	KT	KO	F			
Çeşit	1	1260,25	1260,25	0,24			
Hata	2	10288,45	5144,23				
Toplam	3	11548,70					

*: *p<0,05* düzeyinde önemli. VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması

Çizelge 4.14. Çeşitlerin tam tane unu gluten reolojik özelliklerine ait ortalamaların ikili örneklem t testi sonuçları

Buğday çeşidi	PMT s	BEM GPU	BM GPU	PM GPU	AGGEN cm^2
Ekmeklik	55,50±0,71	53,50±0,71	21,00±1,41^{A}	37,00±1,41	1289,75±22,42
Makarnalık	63,00±2,83	54,00±4,24	30,00±1,41^{B}	33,00±0	1325,25±98,92
Ortalama	59,25	53,75	25,50	35,00	1307,50

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen buğday çeşitlerinin ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

4.2.6. Renk özellikleri

Çalışmadaki buğday çeşitlerinin HunterLab kalorimetresine göre belirlenen L* (parlaklık), a* (kırmızılık-yeşillik) ve b* (sarılık-mavilik) değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir. L*, a*, b* değerleri arasında çeşitler arasında istatistiki bir fark bulunmamıştır. Çeşitlerin renk özelliklerine ait analiz ortalamalarının ikili örneklem t testi sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.15. Çeşitlerin renk özelliklerine ait varyans analiz sonuçları

		L*			a*			b*		
VK	SD	KT	KO	F	KT	KO	F	KT	KO	F
Çeşit	1	0,059	0,059	0,147	0,015	0,015	0,314	0,198	0,198	3,306
Hata	6	2,419	0,403		0,291	0,049		0,360	0,060	
Toplam	7	2,478			0,307			0,558		

VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması

Çizelge 4.16. Çeşitlerin renk özelliklerine ait ortalamaların ikili örneklem t testi sonuçları

Buğday çeşidi	L*	a*	b*
Ekmeklik	45,93±0,16	9,64±0,26	22,05±0,25
Makarnalık	45,76±0,88	9,73±0,17	22,37±0,24
Ortalama	45,85	9,68	22,21

4.2.7. Mineral madde miktarı

Ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin mineral madde miktarına ait varyans analiz sonucu Çizelge 4.17'de verilmiştir. Mineral madde bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiki olarak çok önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Çeşitlerin mineral madde miktarına

ait analiz ortalamalarının ikili örneklem t testi sonuçları Çizelge 4.18'de verilmiştir. Çeşitler arasında makarnalık buğday çeşidinin mineral madde miktarının ekmeklik buğday çeşidinden daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.17. Çeşitlerin tam tane unu mineral madde miktarına ait varyans analiz sonuçları

		N (Azot) %			P (Fosfor) %			K (Potasyum) %		
VK	SD	KT	KO	F	KT	KO	F	KT	KO	F
Çeşit	1	0,0042250	0,004225	33,8*	0,005898	0,005898	294912**	0,006561	0,006561	328050**
Hata	2	0,00025	0,000125		4E-08	2E-08		4E-08	2E-08	
Toplam	3	0,004475			0,005898	.		0,006561	.	
		Ca (Kalsiyum) %			Mg (Magnezyum) %			Fe (Demir) mg/kg		
VK	SD	KT	KO	F	KT	KO	F	KT	KO	F
Çeşit	1	0,000371	0,000371	11401,92**	1,3E-05	1,3E-05	2591,9**	165,7656	165,7656	510048,1**
Hata	2	6,50E-08	3,25E-08		1E-08	5,00E-09		0,00065	0,000325	
Toplam	3	0,000371	.		1,3E-05	.		165,7663	.	
		Cu (Bakır) mg/kg			Zn (Çinko) mg/kg			Mn (Mangan) mg/kg		
VK	SD	KT	KO	F	KT	KO	F	KT	KO	F
Çeşit	1	1,476225	1,476225	59049**	5,175625	5,175625	41405**	3,2041	3,2041	64082**
Hata	2	0,00005	0,000025		0,00025	0,000125		0,0001	0,00005	
Toplam	3	1,476275	.		5,175875	.		3,2042	.	

**: *p<0,01* düzeyinde önemli. *: *p<0,05* düzeyinde önemli. VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması

Buğday tanesinde düzenli bir dağılım sağlamayan mineral madde oranı merkezden endosperme doğru gittikçe artmaktadır. Yapılan birçok çalışmada mineral madde içeriğinin; iklim, çeşit, bölge gibi değişken parametrelerden etkilendiği bilinmektedir. (Ercan vd., 1992, Czernıejewskı vd. 1964). Çeşitli gıda kaynaklarından mineral madde alımı sağlanabilse de mineral madde kaynağı olarak buğday çeşitli şekillerde diyetle alınabilmesinden kaynaklı tercih edilen bir gıda maddesi olarak değerlendirilebilmektedir. Mineral madde kaynağı olarak değerlendirilen bir çalışmada örneklerin farklı bölgelerdeki mineral madde dağılımları incelenmiş; Cu 3,79-5,66 mg/kg, Fe 33,1- 49,6 mg/kg, Mg 1,190-1,300 mg/kg, Zn 35,8-43,4 mg/kg, Ca 330-411 Mn 17,0 – 41,2 mg/kg, P 3,300-4,470 mg/kg, K 3,890-4,180 mg/kg olarak bulunmuştur (Hussain vd. 2010). On ticari sert buğdayın incelendiği başka bir çalışmada; K %0,39-0,50, P %0,37-0,49, Mg %0,15-0,22, Ca %0,34-0,53, Zn 30-64 ppm, Fe 38-46 ppm, Mn 30-57 ppm, Cu 3,8-8,0 ppm olarak bulunmuştur (Czernıejewskı vd. 1964). Bazı ekmeklik buğdaylar üzerine çevre ve çeşidin etkisinin araştırıldığı çalışmada Mg dışındaki mineral maddelerde önemli farklılıklar görülmüş olup çevre faktöründen; K (%0,323-0,354), P (%0,339-0,372), Cu (7,45-8,12 mg/kg), Zn (30,82-40,73 mg/kg), çeşit faktöründen Na (%0,042-0,056), Mn (29,93-43 mg/kg), Fe (29,51-35,01 mg/kg), Ca (%0,008-0,010) mineral maddelerinin etkilendiği görülmüştür (Ercan vd., 19921).

Çeşitlere ait ortalama sonuçlarına (Çizelge 4.18) bakıldığında elde edilen bulgular literatür çalışmaları ile benzerlik gösterdiği görülmüştür.

Çizelge 4.18. Çeşitlerin tam tane unu mineral madde miktarına ait ortalamalarının ikili örneklem t testi sonuçları

Buğday çeşidi	N (Azot) %	P (Fosfor) %	K (Potasyum) %	Ca (Kalsiyum) %	Mg (Magnezyum) %
Ekmeklik	2,02±0,014^{B}	0,292±0,00^{B}	0,337±0,00^{B}	0,03±0,00^{B}	0,127±0,00^{A}
Makarnalık	2,09±0,007^{A}	0,369±0,00^{A}	0,418±0,00^{A}	0,05±0,00^{A}	0,124±0,00^{B}
Ortalama	2,05	0,3304	0,377	0,04	0,126
Buğday çeşidi	Fe (Demir) mg/kg	Cu (Bakır) mg/kg	Zn (Çinko) mg/kg	Mn (Mangan) mg/kg	
Ekmeklik	35,44±0,014^{B}	7,17±0,007^{B}	36,15±0,01^{B}	46,60±0,01^{A}	
Makarnalık	48,32±0,021^{A}	8,38±0,00^{A}	38,42±0,01^{A}	44,81±0,01^{B}	
Ortalama	41,88	7,77	37,28	45,70	

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen buğday çeşitlerinin ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır($p<0,01$).

4.2.8. Pişmiş buğdayda renk özelikleri

Ekmeklik ve makarnalık buğdaydan elde edilen pişmiş buğdayda renk değerlerine ait varyans analiz sonucu çizelge 4.19'da verilmiştir. Renk özellikleri bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiki olarak çok önemli bulunmuştur ($p <0,01$). Pişmiş buğday çeşitlerinin renk değerlerine ait analiz ortalamalarının ikili örneklem t testi sonuçları Çizelge 4.20'de verilmiştir. L* ve b* değerleri bakımından makarnalık buğday çeşidinin ekmeklik buğday çeşidinden daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.19. Pişmiş buğday örneklerinde renk değerine ait varyans analiz sonuçları

		L*			a*			b*		
VK	SD	KT	KO	F	KT	KO	F	KT	KO	F
Çeşit	1	47,67	47,67	173,64**	1,94	1,94	31,17**	4,22	4,22	27,62**
Hata	6	1,64	0,27		0,37	0,06		0,92	0,15	
Toplam	7	49,32			2,31			5,14		

**$p<0,01$ düzeyinde önemli; VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması

Çizelge 4.20. Pişmiş buğday örneklerinde renk değeri ortalamalarının ikili örneklem t testi sonuçları

Buğday çeşidi	L*	a*	b*
Ekmeklik	35,77±0,70^{B}	8,37±0,21^{A}	19,49±0,40^{B}
Makarnalık	40,65±0,23^{A}	7,38±0,28^{B}	20,95±0,38^{A}
Ortalama	38,21	7,88	20,22

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen buğday çeşitlerinin ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,01$).

4.2.9. Pişmiş buğdayda nem miktarı

Pişmiş buğday ürünlerinde nem değeri buğdayın bulgura işlenmesi sırasında tavlama aşaması için önem arz eder. Tavlama öncesi nem miktarı tavlama süresinin belirleyici olmasında rol oynar. Ekmeklik ve makarnalık buğdaydan elde edilen pişmiş buğdayda miktarına ait varyans analiz sonucu çizelge 4.21'de verilmiştir. Nem miktarı bakımından çeşitler arasında istatistiki bir fark bulunmamıştır. Pişmiş buğday çeşitlerinin nem miktarına ait analiz ortalamalarının ikili örneklem t testi sonuçları Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Pişmiş buğday örneklerinde nem miktarı varyans analiz sonuçları

VK	SD	KT	KO	F
Çeşit	1	0,06	0,06	1,47
Hata	6	0,25	0,04	
Toplam	7	0,31		

VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması

Çizelge 4.22. Pişmiş buğday örneklerinde nem miktarı ortalamalarının ikili örneklem t testi sonuçları

Buğday çeşidi	Nem miktarı (%)
Ekmeklik	9,71±0,17
Makarnalık	9,88±0,23
Ortalama	9,80

4.3. Bulgur Üretimi

Çeşitlerin toplam, pilavlık ve köftelik bulgur üretimlerine ait varyans analiz sonucu Çizelge 4.23'te verilmiştir. Toplam bulgur üretiminin çeşit üzerinde etkisi istatistiki olarak önemli ($p<0,05$), pilavlık bulgur üretimi çeşit üzerinde etkisi istatistiki olarak çok önemli olarak bulunmuştur ($p<0,01$). Çeşitlerin bulgur üretimine ait ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.24'te verilmiştir.

Çeşitlerin üretim verimleri hesaplandığında toplam bulgur veriminin %99,84, pilavlık bulgur veriminin %69,32, köftelik bulgur veriminin %30,52 olduğu, çeşitlerin verimlerine bakıldığında makarnalık buğdaydan üretilen pilavlık bulgur verimi %66,34, köftelik bulgur verimi %32,66, ekmeklik buğdaydan üretilen pilavlık bulgur verimi %72,30, köftelik bulgur verimi %28,37 olduğu tespit edilmiştir. Çoklu karşılaştırma sonuçları (Çizelge 4.24) incelendiğinde ekmeklik çeşit buğdayın pilavlık bulgur üretimine uygunluğunun daha iyi olduğu ve buğdaydan bulgur üretimi esnasında ekmeklik çeşidin daha üstün olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.23. Çeşitlerin bulgur üretimine ait varyans analiz sonuçları

		Toplam bulgur miktarı, g			Pilavlık bulgur miktarı, g			Köftelik bulgur miktarı, g		
VK	SD	KT	KO	F	KT	KO	F	KT	KO	F
Tür	1	11990,04	11990,04	9,55*	24492,38	24492,38	25,260**	2209,13	2209,13	3,490
Hata	6	7535,49	1255,92	0,02	5817,58	969,60	0,002	3797,27	632,88	0,110
Toplam	7	19525,53			30309,95			6006,39		

***p<0,01* düzeyinde önemli; VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması

Çizelge 4.24. Çeşitlerin bulgur üretimine ait analiz sonuçlarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

Buğday Çeşidi	Toplam bulgur miktarı g	Pilavlık bulgur miktarı g	Köftelik bulgur miktarı g
Ekmeklik	1224,30±35,70^{A}	879,36±24,34^{A}	344,94±34,23
Makarnalık	1146,87±35,16^{B}	768,70±36,70^{B}	378,18±9,70
Ortalama	1185,59	824,03	361,56

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen buğday çeşitlerinin ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (*p<0,01*).

4.4. Bulgur Analizleri

Çalışmada bulgur örneklerinin nem miktarı, kül miktarı ve protein oranına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25'te verilmiştir. Çalışmada buğday çeşidi (BÇ) kül miktarı ve protein oranı üzerinde; bulgur iriliği (Bİ) üç özellik üzerinde ve "*BÇxBİ interaksiyonu"*nem miktarı üzerinde çok önemli düzeyde etkili bulunmuştur (*p<0,01*).

Çizelge 4.25'te önemlilik düzeyleri verilen BÇ, Bİ ve "*BÇx Bİ interaksiyonu"*na ait bulgur örneklerinin nem miktarı, kül miktarı ve protein oranı ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.25. Bulgur örneklerinin nem miktarı, kül miktarı ve protein oranına ait varyans analiz sonuçları

		Nem miktarı, %			Kül miktarı, %			Protein oranı; %		
VK	SD	KT	KO	F	KT	KO	F	KT	KO	F
BÇ	1	0,00	0,00	4	0,02	0,02	113,08**	1,44	1,44	65,40**
Bİ	1	0,05	0,05	64**	0,00	0,00	42,87**	1,16	1,16	52,86**
BÇ*x*Bİ	1	0,01	0,01	16**	0,00	0,00	3,37	0,05	0,05	2,54
Hata	8	0,00	0,00		0,00	0,00		0,17	0,02	
Toplam	11	0,07			0,03			2,84		

**: *p<0,01* düzeyinde önemli;*: *p<0,05* düzeyinde önemli; VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması; BÇ: buğday çeşidi; Bİ: bulgur iriliği

4.4.1. Nem miktarı

Çalışmada ekmeklik ve makarnalık bulgur örneklerinin nem miktarı birbirine yakındır (%14 civarı) ve kontrol bulgur örneğinin üzerinde bulunmuştur. Bulgur örneklerinin nem miktarı %14,10-14,30 arasında değişmiş; ekmeklik çeşidin 0,5 mm irilik değerinde %14,30 ile en yüksek nem miktarı bulunurken bunu %14,20 ile makarnalık buğday çeşidi 0,5 mm iriliği takip etmiştir. Bulgur örneklerinde 1,6 mm iriliğie sahip örnkerin nem miktarı 0,5 mm iriliğe sahip olan bulgurlardan daha düşüktür (%14,12).

Bulgurda nem tavlamanın doğru yapılıp yapılmadığının bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Depolama şartları için önemli bir parametredir. TS Bulgur standardında nem değerinin en çok %13 olması gerektiği bildirilmiştir. Nem satış ve depolama için önemli bir parametredir. Antep tipi bulgur üretiminin etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada bulgur örneklerinin nem değerleri % 12,99 olarak bulunmuştur (Yousif vd. 2018). Nem içeriği ürün

kalitesini sürdürülebilir hale getirme ve ürünü koruma ile ilişkilidir. Nem içeriğinin yüksek olması depolamada mikrobiyal gelişime elverişli bir ortam sağlayarak ürünün bozulmasına neden olmaktadır. Farklı koşullar altında üretilen bulgurların nem değerleri farklılık göstermiştir. Geleneksel metotlaelde edilen bulgurlarda nem değeri % 9,9-10,5 arasında ve otoklav kullanılarak elde edilen aynı örneklerin nem değeri % 9,7-10,0 arasında değişim göstermiştir (Rasheed vd., 2023)

4.4.2. Kül miktarı

Çalışmada ekmeklik ve makarnalık bulgur örneklerinin kül miktarı kontrol bulgur örneğinin üzerinde bulunmuştur. Bulgur örneklerinin kül miktarı %1,33-1,50 arasında değişmiş; makarnalık çeşidin 0,5 mm irilik değerinde %1,48 ile en yüksek kül miktarı bulunurken bunu %1,45 ile makarnalık buğday çeşidinin 1,6 mm iriliğe sahip bulgur örneği takip etmiştir. Bulgur örneklerinde 0,5 mm iriliğe sahip bulgurların kül miktarı 1,6 mm iriliğe sahip bulgurlardan daha yüksek olduğu bulunmuştur. (%1,45).

Buğdayın bulgura işlenmesi sırasında kabuk soyma ve parlatma aşamaları sırasında kabuk tabakası ve bulgur unu olarak tanımlanan elek altı ayrışması sonucu bulgurda kül miktarında azalmaya yol açtığı ancak pişirme ve kurutma proseslerinde kül miktarının etkilemediği bilinmektedir (Özkaya vd., 1993a). Tavlama ve parlatma aşamalarının etkisinin incelendiği bir çalışmada kül miktarındaki değişimin pigment kaybından direk olarak etkilenmediğini tespit etmişlerdir (Balcı ve Bayram, 2016). Kemahlıoğlu ve Demirağ (2010) pilavlık ve köftelik bulgurlar üzerinde yaptıkları araştırmada sırasıyla % 1,15-1,48, %1,20-1,56 değerlerini saptamışlardır. TS bulgur standardına uygunluk araştırması yapılan bir çalışmada pilavlık (%1,33) ve köftelik (%1,27) bulgurları değerlendirmiş ve standart değerlerle uyum sağladığını tespit etmiştir (Can vd., 2014).

4.4.3. Protein oranı

Çalışmada ekmeklik ve makarnalık bulgur örneklerinin protein oranı kontrol bulgur örneğinin üzerinde bulunmuştur. Bulgur örneklerinin protein oranı %12,9-14,47 arasında değişmiş; makarnalık çeşidin protein oranı ortalaması %13,52, ekmeklik çeşidin protein oranı ortlaması %14,22 olmuştur. Bulgur örneklerinde 0,5 mm iriliğe sahip bulgurların

protein oranı 1,6 mm iriliğe sahip olan bulgurlardan daha düşüktür (%13,56). Buğdayın bulgura işlenmesi ile beraber protein miktarında artış saptanmıştır.

Özkaya vd., (1993a) Bulgur üretiminde farklı pişirme ve kurutma yöntemleri uygulayarak bulgur üzerinde değişimleri incelenmiş, örneklerin protein derecelerinin üzerine pişirme ve kurutma yöntemlerinin etkisinin önemli derecede olmadığını bildirmişlerdir. Özboy ve Köksel, (1998) Makarnalık ve ekmeklik 29 çeşit buğday örneğinden elde edilen bulgurların protein değerleri; makarnalık %11,5-16,6, ekmeklik %11,3-14,5 oranında olduğu ve istatistiki olarak ($p<0,01$) önemli farklılık olduğunu saptamışlardır. Ertaş (2017) çalışmasında geleneksel yöntemle elde edilen bulgurun protein değerini %12,8-14,5, laboratuvar koşullarında elde edilen bulgurun protein değerini %11,9-13,3 olarak saptamıştır.

Çizelge 4.26. Bulgur örneklerinin nem miktarı, kül miktarı ve protein oranına ait çoklu karşılaştırma test sonuçları

Buğday çeşidi (BÇ)	Bulgur iriliği, mm (Bİ)	Nem miktarı %	Kül miktarı %	Protein oranı %
Kontrol		11,97 ± 0,115	1,05 ± 0,0424	12,68 ± 0,02
Ekmeklik	0,5	14,30 ± 0,00^{a}	1,41 ± 0,017	13,97 ± 0,02
	1,6	14,10 ± 0.00^{c}	1,34 ± 0,011	14,46 ± 0,01
	Ortalama	14,20 ± 011	1,38 ± 0,0398^{B}	14,22 ± 0,27^{A}
Makarnalık	0,5	14,20 ± 0,00^{b}	1,48 ± 0,018	13,14 ± 0,29
	1,6	14,13 ± 0,058^{c}	1,45 ± 0,005	13,90 ± 0,035
	Ortalama	14,17 ± 0,052	1,46 ± 0,024^{A}	13,52 ± 0,46^{B}
Bulgur iriliği (Bİ)				
0,5		14,25 ± 0,055^{a}	1,45 ± 0,416^{a}	13,56 ± 0,49^{b}
1,6		14,12 ± 0,041^{b}	1,40 ± 0,055^{b}	14,18 ± 0,31^{a}

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilmiş buğday çeşidi (BÇ), küçük harflerle gösterilmiş bulgur iriliği (Bİ) ve italik harflerle gösterilmiş "*BÇ x Bİ*" interaksiyonuna ait ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$

4.4.4. Renk özellikleri

Bulgurda renk tüketicileri etkileyen önemli bir kalite kriteridir. Son ürünün kabul edilebilirliği ve değerini belirlemede önemli rol oynar (Marie ve Gebreil, 2024). Durum buğdayının rengi genel olarak amber olarak tanımlanır ve sarı renkli gösterilir.

Çalışmada kullanılan bulgur örneklerinin renk özelliklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.27'de verilmiştir. Çalışmada buğday çeşidi (BÇ), bulgur iriliği (Bİ) ve "*BÇxBİ interaksiyonu"* renk özellikleri üzerinde çok önemli düzeyde etkili bulunmuştur (*p<0,01*). Çizelge 4.27'de önemlilik düzeyleri verilen BÇ, Bİ ve "*BÇx Bİ interaksiyonu"*na ait bulgur örneklerinin renk özellikleri ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.28'de verilmiştir.

Ekmeklik ve makarnalık bulgur örneklerinin L*, a*, b*, değerleri sırasıyla 46,44-55,72; 7,20-9,25; 19,26-25,02 olarak bulunmuştur. Kontrol bulgur örneğinin L* (69,56) ve b* (37,59) değerleri çalışmada kullanılan örneklerin üzerinde bulunmuştur. Bulgur örneklerinden makarnalık çeşidin L* değeri 52,70, ekmeklik çeşidin a* değeri 8,86, makarnalık çeşidin b* değeri 24,04 ile en yüksek renk özellikleri bulunmuştur. Bulgur örneklerinde 0,5 mm iriliğe sahip bulgurlarda L* ve b* değerleri ve 1,6 mm iriliğe sahip bulgurlarda a* renk değerleri daha yüksektir (52,76; 22,57; 8,49; Çizelge 4.28).

Çizelge 4.27. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre renk değerlerinin varyans analiz sonuçları

		L*			a*			b*		
VK	SD	KT	KO	F	KT	KO	F	KT	KO	F
BÇ	1	63,00	63,06	151,80**	6,22	6,22	296,91**	58,71	58,71	529,18**
Bİ	1	65,51	65,51	157,69**	0,99	0,99	47,38**	3,18	3,18	28,72**
BÇ*x*Bİ	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,02	0,03	0,24
Hata	12	4,98	0,41		0,25	0,02		1,33	0,11	
Toplam	15	133,56			7,46			63,26		

**: *p<0,01* düzeyinde önemli;*: *p<0,05* düzeyinde önemli; VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması; BÇ: buğday çeşidi; Bİ: bulgur iriliği

Bulgur üretimi esnasında kaynatma işlemi bulgur rengi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Endüstriyel üretim ve geleneksel yöntemle evde üretilen bulgur örneklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada L* aydınlık renk değerlerinisırasıyla 52,48 – 75,16 ve 45,52 – 80,44 olarak tespit etmiş ve endüstriyel üretimin değer aralığını daha geniş olduğunu tespit etmişler. Aynı çalışmada a*kırmızılık değerleri 0,52 -4,59 ve 0,68 –4,33 olarak bulunmuştur. b* sarılık değeri ise 21,81 – 29,97 ve 13,89 –23,18 olarak bulunmuştur. Evde üretilmiş bulgurların sarılık değerlerinin düşük olması proses sırasında herhangi bir parlatma işlemine maruz kalmamasından olduğu düşünülmektedir. Otoklav etkinliğinin araştırıldığı çalışmada bulgur renginin yüksek basınç ve ısı uygulanması ile opak ve arzu edilmeyen koyu bir renk aldığı tespit edilmiştir (Ertaş, 2017).

Savaş ve Başman (2016) çeşitli pişirme ve kurutma işlemlerinin bulgurun rengi üzerine olan etkilerini araştırdıkları çalışmada bulgurun renk değerlerinin tüm örneklerde istatistiki olarak fark ($p<0,05$) tespit etmişlerdir. Çetinkaya Turkey ve Gülbaz (2022) kavılca buğdayından elde edilen bulgurun L*, a*, b* değerlerini sırasıyla 46,98-63,25, 5,95-9,68, 20,07-28,80 olarak saptamışlardır. Siyez (geleneksel ve endüstriyel yöntemle) ve durum buğdayından elde edilen bulgurların karşılaştırıldığı bir çalışmadatüm örneklerde L* ve b* değerlerinde farklılık *($p<0,05$)* saptanmış, pişirme yöntemine göre geleneksel yöntemle elde edilen bulgurların L* aydınlık değerlerinin daha yüksek olduğu saptanmıştır (Hendek Ertop, 2018).

Çizelge 4.28. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre renk değerlerine ait ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

Buğday çeşidi (BÇ)	Bulgur iriliği, mm (Bİ)	L*	a*	b*
Kontrol		69,56 ± 0,12	5,76 ± 0,14	37,49 ± 0,41
Ekmeklik	0,5	50,78 ± 0,47	8,63 ± 0,09	20,61 ± 0,33
	1,6	46,72 ± 0,45	9,10 ± 0,17	19,80 ± 0,43
	Ortalama	$48,75 \pm 2,21^{B}$	$8,86 \pm 0,28^{A}$	$20,21 \pm 0,56^{B}$
Makarnalık	0,5	54,74 ± 0,79	7,35 ± 0,15	24,53 ± 0,34
	1,6	50,71 ± 0,79	7,88 ± 0,16	23,55 ± 0,18
	Ortalama	$52,72 \pm 2,28^{A}$	$7,62 \pm 0,38^{B}$	$24,04 \pm 0,58^{A}$
Bulgur iriliği, mm (Bİ)				
0,5		$52,76 \pm 2,20^{a}$	$7,99 \pm 0,69^{b}$	$22,57 \pm 2,11^{a}$
1,6		$48,71 \pm 2,21^{b}$	$8,49 \pm 0,67^{a}$	$21,68 \pm 2,03^{b}$

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilmiş buğday çeşidi (BÇ), küçük harflerle gösterilmiş bulgur iriliğine (Bİ) ait ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,01$).

4.4.5. Mineral madde miktarı

Çalışmada kullanılan bulgur örneklerinin mineral madde miktarlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.29'da verilmiştir. Çalışmada buğday çeşidi (BÇ), bulgur iriliği (Bİ) mineral madde miktarının tüm özellikleri üzerinde; ve "*BÇxBİ interaksiyonu"* mineral madde miktarının (Mg hariç) tüm özellikleri üzerinde çok önemli düzeyde etkili bulunmuştur ($p<0,01$). Çizelge 4.29'da önemlilik düzeyleri verilen BÇ, Bİ ve "*BÇx Bİ interaksiyonu"*na ait bulgur örneklerinin mineral madde miktarına ait ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Buğdayda merkezden endosperme doğru gittikçe mineral madde miktarında artış görülmektedir. Ancak buğdayda düzenli bir mineral madde dağılımı yoktur (Özkaya 1985). Buğdayın bulgura işlenmesiyle beraber mineral madde miktarında değişim görülmektedir.

Ekmeklik ve makarnalık bulgur örneklerinin N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn miktarları sırasıyla %2,16-3,01, %0,26-0,33, %0,33-0,38, %0,03-0,04, %0,09-0,11, 29,12-38,87 mg/kg, 6,7-7,91 mg/kg, 24,37-36,29 mg/kg, 21,35-42,61 mg/kg aralıklarında değişim göstermiştir. Kontrol olarak kullanılan bulgur örneğinin değerleri ortalaması ise sırasıyla; %2,83, %0,19, %0,29, %0,037, %0,067, 19,22 mg/kg, 5,78 mg/kg, 19,03 mg/kg, 13,3 mg/kg olarak bulunmuş ve çalışma örneklerinin değerlerinden düşük olduğu görülmüştür.

Bulgur örneklerinden makarnalık çeşidin P, K, Ca ve Fe değerleri (%0,32, 0,38, 0,04 ve 34,89 mg/kg) ve ekmeklik çeşidin N, Mg ve Cu, Zn, Mn (%2,82, 0,12 ve 7,55 mg/kg, 32,51 mg/kg, 38,19 mg/kg) değerleri en yüksek mineral madde miktarına sahip olduğu bulunmuştur.

Bulgur örneklerinin makarnalık çeşidinde 0,5 mm iriliğe sahip bulgurlarında P (%0,34), K (%0,39), Ca (%0,04), Cu (7,91 mg/kg) en yüksek değerleri almış, ekmeklik çeşidin 0,5 mm iriliğine sahip bulgurlarında Fe (38,87 mg/kg), Zn (36,28 mg/kg), Mn (42,61 mg/kg) ve ekmeklik çeşidin 1,6 mm iriliğine sahip bulgurlarında N (%3,01) en yüksek değeri almıştır.

Çizelge 4.29. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre mineral madde miktarlarına ait varyans analiz sonuçları

		N (Azot), %			P (Fosfor), %			K (Potasyum), %		
VK	SD	KT	KO	F	KT	KO	F	KT	KO	F
BÇ	1	0,53	0,53	7072,665**	0,002	0,00	216845,445**	0,00	0,00	789506,983**
Bİ	1	0,21	0,21	2816,665**	0,00	0,00	310249,001**	0,00	0,00	36080,332**
BÇxBİ	1	0,00	0,01	96**	0,00	0,00	1418,778**	0,00	0,00	68402,998**
Hata	4	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	
Toplam	7	0,74	.		0,01	.		0,00	.	
		Ca (Kalsiyum), %			Mg (Magnezyum), %			Fe (Demir), mg/kg		
VK	SD	KT	KO	F	KT	KO	F	KT	KO	F
BÇ	1	1,44	1,44	65,403**	0,00	0,00	196566**	1,60	1,60	64082,002**
Bİ	1	1,16	1,16	52,863**	0,00	0,00	51894**	86,33	86,33	3453192,140**
BÇxBİ	1	0,05	0,06	2,541**	0,00	0,00	2,6667	20,10	20,10	803912,032**
Hata	4	0,17	0,02		0,00	0,00		0,00	0,00	
Toplam	7	2,84			0,00	.		108,03	.	
		Cu (Bakır), mg/kg			Zn (Çinko), mg/kg			Mn (Mangan), mg/kg		
VK	SD	KT	KO	F	KT	KO	F	KT	KO	F
BÇ	1	0,11	0,12	3136,333**	56,71	56,71	2268449,96**	382,26	382,26	7645224,98**
Bİ	1	0,28	0,28	7600,330**	86,86	86,86	3474247,94**	110,26	110,26	2205224,99**
BÇxBİ	1	1,36	1,37	36520,330**	1,88	1,88	75271,99**	2,95	2,95	59048,99**
Hata	4	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	
Toplam	7	1,77	.		145,45	.		495,47	.	

**: *p<0,01* düzeyinde önemli; VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması, BÇ: buğday çeşidi; Bİ: bulgur irili

Mineral madde miktarının tüm ((N hariç) özellikleri üzerinde 0,5 mm bulgur iriliği özelliği daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.30. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre mineral madde miktarlarına ait ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

Buğday çeşidi (BÇ)	Bulgur iriliği, mm (Bİ)	N (Azot) %	P (Fosfor) %	K (Potasyum) %	Ca (Kalsiyum) %	Mg (Magnezyum) %
Kontrol		2,38 ± 0,014	0,19 ± 0,000	0,30 ± 0,000	0,04 ± 0,707	0,07 ± 0,000
Ekmeklik	0,5	2,63 ± 0,007^{b}	0,30 ± 0,000^{b}	0,34 ± 0,000^{d}	0,03 ± 0,000^{c}	0,13 ± 0,000
	1,6	3,01 ± 0,000^{a}	0,26 ± 0,000^{d}	0,34 ± 0,000^{c}	0,03 ± 0,000^{c}	0,12 ± 0,000
	Ortalama	2,82 ± 0,222^{A}	0,28 ± 0,022^{B}	0,34 ± 0,002^{B}	0,03 ± 0,000^{B}	0,12 ± 0,008^{A}
Makarnalık	0,5	2,17 ± 0,014^{d}	0,34 ± 0,000^{a}	0,39 ± 0,000^{a}	0,04 ± 0,000^{a}	0,10 ± 0,000
	1,6	2,44 ± 0,007^{c}	0,29 ± 0,000^{c}	0,37 ± 0,000^{b}	0,04 ± 0,000^{b}	0,09 ± 0,000
	Ortalama	2,30 ± 0,153^{B}	0,32 ± 0,026^{A}	0,38 ± 0,011^{A}	0,04 ± 0,004^{A}	0,10 ± 0,008^{B}
Bulgur iriliği, mm (Bİ)						
0,5		2,40 ± 0,263^{b}	0,32 ± 0,022^{a}	0,36 ± 0,029^{a}	0,04 ± 0,007^{a}	0,12 ± 0,016^{a}
1,6		2,72 ± 0,0332^{a}	0,28 ± 0,019^{b}	0,35 ± 0,016^{b}	0,03 ± 0,003^{b}	0,10 ± 0,016^{b}
Buğday çeşidi (BÇ)	Bulgur iriliği, mm (Bİ)	Fe (Demir) mg/kg	Cu (Bakır) mg/kg	Zn (Çinko) mg/kg	Mn (Mangan) mg/kg	
Kontrol		19,23 ± 0,007	5,79 ± 0,07	19,04 ± 0,000	13,30 ± 0,000	
Ekmeklik	0,5	38,87 ± 0,007^{a}	7,33 ± 0,01^{c}	36,29 ± 0,007^{a}	42,61 ± 0,007^{a}	
	1,6	29,13 ± 0,007^{d}	7,78 ± 0,07^{b}	28,73 ± 0,007^{c}	33,97 ± 0,007^{b}	
	Ortalama	34,00 ± 5,623^{B}	7,55 ± 0,26^{A}	32,51 ± 4,465^{A}	38,29 ± 4,988^{A}	
Makarnalık	0,5	36,59 ± 0,000^{b}	7,91 ± 0,00^{a}	29,99 ± 0,000^{b}	27,57 ± 0,007^{c}	
	1,6	33,19 ± 0,000^{c}	6,71 ± 0,01^{d}	24,37 ± 0,000^{d}	21,36 ± 0,007^{d}	
	Ortalama	34,89 ± 1,963^{A}	6,71 ± 0,70^{B}	27,18 ± 3,245^{B}	24,46 ± 3,585^{B}	
Bulgur iriliği, mm (Bİ)						
0,5		37,73 ± 1,314^{a}	7,62 ± 0,34^{a}	33,14 ± 3,634^{a}	35,09 ± 8,683^{a}	
1,6		31,16 ± 2,347^{b}	7,24 ± 0,61^{b}	26,55 ± 2,514^{b}	27,66 ± 7,280^{b}	

Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen buğday çeşidi (BÇ), küçük harflerle gösterilmiş bulgur iriliği (Bİ) ve italik harflerle gösterilmiş "*BÇ x Bİ*" interaksiyonuna ait ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (*p<0,01).*

4.4.6. Su aktivitesi değeri

Çalışmada kullanılan bulgur örneklerinin su aktivitesi değerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.31'de verilmiştir. Çalışmada buğday çeşidi (BÇ), bulgur iriliği (Bİ) su aktivitesi değeri üzerinde önemli ($p<0,05$) ve "*BÇxBİ interaksiyonu"* üzerinde çok önemli düzeyde etkili bulunmuştur (*$p<0,01$*). Çizelge 4.31'de önemlilik düzeyleri verilen BÇ, Bİ ve "*BÇx Bİ interaksiyonu"*na ait bulgur örneklerinin su aktivitesi değerine ait ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.32'de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre su aktivitesine değerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	KT	KO	F
BÇ	1	0,001	0,001	10,061*
Bİ	1	0,001	0,001	6,841*
BÇ*x*Bİ	1	0,003	0,003	25,494**
Hata	8	0,001	0,000	
Toplam	11	0,006		

:$p<0,05$* düzeyinde önemli; **:*$p<0,01$* düzeyinde önemli; VK:varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması; BÇ: buğday çeşidi; Bİ: bulgur iriliği

Su aktivitesi değeri bulgur depolama sırasında önemli bir parametredir. Üretimi sırasında doğru şekilde kurutma yapılmaması, depolanma sırasında bulgurda toksin ve küf oluşumuna neden olabilmektedir. Çoksöyler vd. (1993) çalışmasında farklı üretim zamanları, farklı yıllarda elde edilen bulgurlarda aflatoksin ve küf oluşumunu incelemişler. Ağustos ayında yapılan üretimdeki kurutma işleminin etkinliğinin daha yüksek olduğunu, kurutmanın ilk saatlerinde 0,7 değerinin altına düştüğünü ve aflatoksin oluşturma limitlerinin altına indiğini, küf gelişimine izin vermeyecek değerlerde olduğunu bulmuşlardır. Ancak ekim ayında yapılan üretimde aflatoksin gelişimini önlemek için 5-10 saatlik bir süre, küf gelişimini önlemek için yaklaşık 30 saatlik bir süre gerektiğini bulmuşlardır. Gıdaların su aktiviteleri yönünden değerlendirildiği bir çalışmada bulgur örnekleri incelenmiş su aktivitesi değerlerini 0,539-0,681 $_{aw}$ değerinde bulmuşlardır (Özay vd. 1993).

Ekmeklik ve makarnalık bulgur örneklerinin su aktivitesi değerleri 0,52-0,59$_{aw}$ arasında bulunmuştur. Kontrol bulgur örneğinin değerleri çalışmada kullanılan örneklerin değerlerinden düşük bulunmuştur. Bulgur örneklerinden ekmeklik çeşidin değeri 0,54$_{aw}$ olarak bulunmuş; makarnalık çeşidin 1,6 mm iriliğe sahip bulgur örneğinde 0,59$_{aw}$ ile en yüksek su aktivitesi değeri bulunurken bunu 0,55$_{aw}$ ile ekmeklik buğday çeşidinin 0,5 mm iriliğie sahip bulgur örneği takip etmiştir. Bulgur örneklerinde 1,6 mm iriliğe sahip bulgurların su aktivitesi değeri daha yüksektir (0,56$_{aw}$; Çizelge 4.28).

Çizelge 4.32. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre su aktivitesi miktarına ait ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

Buğday çeşidi, (BÇ)	Bulgur iriliği, mm (Bİ)	Su Aktivitesi ($_{aw}$)
Kontrol		0,425 ± 0,030
Ekmeklik	0,5	0,550 ± 0,010^{b}
	1,6	0,534 ± 0,005^{b}
	Ortalama	0,542 ± 0,011^{A}
Makarnalık	0,5	0,538 ± 0,019^{b}
	1,6	0,587 ± 0,005^{a}
	Ortalama	0,562 ± 0,030^{B}
Bulgur iriliği, mm (Bİ)		
0,5		0,544 ± 0,015^{b}
1,6		0,561 ± 0,029^{a}

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilmiş buğday çeşidi (BÇ), küçük harflerle gösterilmiş bulgur iriliği (Bİ) ve italik harflerle gösterilmiş "*BÇ x Bİ*" interaksiyonuna ait ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

4.4.7. Su absorpsiyonu

Çalışmada kullanılan bulgur örneklerinin su absorpsiyonuna ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.33'te verilmiştir. Çalışmada buğday çeşidi (BÇ), su absorpsiyonu üzerinde önemli düzeyde etkili bulunmuştur ($p<0,05$). Çizelge 4.31'de önemlilik düzeyleri verilen BÇ, Bİ ve "*BÇx Bİ interaksiyonu"*na ait bulgur örneklerinin su aktivitesi değerine ait ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.34'te verilmiştir.

Ekmeklik ve makarnalık bulgur örneklerinin su absorpsiyonu değerleri %182,6-257,2 arasında bulunmuştur. Kontrol bulgur örneğinin değerleri çalışmada kullanılan örneklerin değerlerinden yüksek bulunmuştur. Bulgur örneklerinden makarnalık çeşidin değeri %241,38 olarak en yüksek değeri almıştır. Bulgur iriliği üzerinde istatistiki bir

farklılık tespit edilmemiş olmasına rağmen boyut küçüldükçe su absorpsiyon özelliğinin arttığı görülmektedir.

Çizelge 4.33. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre su absorpsiyonuna ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	KT	KO	F
BÇ	1	2708,48	2708,48	15,14*
Bİ	1	353,78	353,78	1,98
BÇ*x*Bİ	1	28,13	28,13	0,16
Hata	4	715,71	178,93	
Toplam	7	3806,1		

*:*p<0,05* düzeyinde önemli;VK:varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması; BÇ: buğday çeşidi; Bİ: bulgur iriliği

Çizelge 4.34. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre su absorpsiyonuna ait ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

Buğday çeşidi, (BÇ)	Bulgur iriliği, mm (Bİ)	Su Absorpsiyonu (%)
Kontrol		345,70 ± 13,15
Ekmeklik	0,5	213,10 ± 0,42
	1,6	196,05 ± 19,02
	Ortalama	204,58 ± 14,75^{B}
Makarnalık	0,5	246,15 ± 15,63
	1,6	236,60 ± 10,47
	Ortalama	241,38 ± 12,18^{A}
Bulgur iriliği, mm (Bİ)		
0,5		229,63 ± 21,11
1,6		216,33 ± 26,56

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilmiş buğday çeşidine (BÇ), ait ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (*p<0,05*).

4.4.8. Antioksidan aktivite değeri

Çalışmada kullanılan bulgur örneklerinin antioksidan aktivite değerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.35'te verilmiştir. Çalışmada buğday çeşidi (BÇ), bulgur iriliği (Bİ) "*BÇxBİ interaksiyonu"* üzerinde etkisi önemsiz bulunmuştur. Çizelge 4.35'te önemlilik düzeyleri verilen BÇ, Bİ ve "*BÇx Bİ interaksiyonu"*na ait bulgur örneklerinin su aktivitesi değerine ait ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.36'da verilmiştir.

Ekmeklik ve makarnalık bulgur örneklerinin antioksidan aktivite değerleri sırasıyla %25,87-34,13; %25,87-30,79 arasında bulunmuştur. Kontrol bulgur örneğinin değerleri

çalışmada kullanılan örneklerin değerlerinden düşük bulunmuştur. Bulgur iriliği üzerinde istatistiki bir farklılık tespit edilmemiş olmasına rağmen boyut küçüldükçe antioksidan aktivite değerinin arttığı görülmektedir.

Çizelge 4.35. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre antioksidan aktivite miktarına ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	KT	KO	F
BÇ	1	6,83	6,82	0,98
Bİ	1	14,45	14,45	2,07
BÇxBİ	1	0,612	0,61	0,09
Hata	8	55,78	6,97	
Toplam	11	77,67		

VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması; BÇ: buğday çeşidi; Bİ: bulgur iriliği

Çeşitli tahıl gruplarının incelendiği bir çalışmada pilavlık ve köftelik bulgurun antioksidan değerleri sırasıyla 2,78 %inh./mg, 2,67 %inh./mg olarak saptanmıştır (Yılmaz, 2019). Siyez ve durum buğdaylarından elde edilen bulgur çeşitlerinin antioksidan değerleri karşılaştırılan çalışmada geleneksel üretim ile üretilen siyez bulguru 23,10 %inh., endüstriyel üretim ile üretilen siyez bulguru 24,79 % inh., durum buğdayından üretilen bulgurun antioksidan değeri 17,47 %inh. olarak bulunmuştur (Hendek Ertop, 2018). Geleneksel metod ve otoklav ile üretilen bulgurların karşılaştırıldığı çalışmada antioksidan değerleri sırasıyla 0,392-0,584 mg GAE/g, 0,214-0,559 mg GAE/g aralığında bulunmuştur (Rasheed vd .2023). Buğday tanesinde fenolik ve antioksidan bileşikler kepek dokusunda yoğun olarak bulunmaktadır. Buğdayın bulgura işlenmesi sırasında yapılan kabul soyma işlemi bu bileşiklerin azalmasına neden olmaktadır. Kabuk soyma ve öğütme işlemlerinin antioksidan değer üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada kabuk soyma işlemi kademeli olarak yapılmış ve her kademe ölçüm gerçekleştirilmiştir. Her seferinde tane ağırlığının %5'i hesaplanarak yapılan kabuk soyma işleminde kabuk miktarı arttıkça antioksidan aktivite değeri düştüğü görülmüştür (Beta vd. 2005).

Çizelge 4.36. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre antioksidan aktivite miktarına ait ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

Buğday çeşidi, (BÇ)	Bulgur iriliği, mm (Bİ)	Antioksidan Aktivite (% İnhibisyon)
Kontrol		22,33 ± 2,19
Ekmeklik	0,5	30,90 ± 3,53
	1,6	28,25 ± 2,65
	Ortalama	29,58 ± 3,14
Makarnalık	0,5	28,94 ± 2,20
	1,6	27,20 ± 1,90
	Ortalama	28,07 ± 2,07
Bulgur iriliği, mm (Bİ)		
0,5		29,92 ± 2,84
1,6		27,73 ± 2,14

4.4.9. Toplam fenolik madde miktarı

Çalışmada kullanılan bulgur örneklerinin toplam fenolik madde miktarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.37'de verilmiştir. Çalışmada toplam fenolik madde miktarı buğday çeşidi (BÇ), bulgur iriliği (Bİ) "*BÇxBİ interaksiyonu"* üzerinde etkisi önemsiz bulunmuştur. Çizelge 4.37'de önemlilik düzeyleri verilen BÇ, Bİ ve "*BÇx Bİ interaksiyonu"*na ait bulgur örneklerinin toplam fenolik madde miktarına ait ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.38'de verilmiştir.

Ekmeklik ve makarnalık bulgur örneklerinin toplam fenolik madde miktarı değerleri sırasıyla 87,17-96,64 mg GAE/100gr; 80,38-107,59 mg GAE/100 gr arasında bulunmuştur. Kontrol bulgur örneğinin değerleri çalışmada kullanılan örneklerin değerlerinden düşük bulunmuştur. Bulgur iriliği üzerinde istatistiki bir farklılık tespit edilmemiş olmasına rağmen boyut küçüldükçe toplam fenolik madde miktarı değerinin arttığı görülmektedir.

Çizelge 4.37. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre toplam fenolik madde miktarına ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	KT	KO	F
BÇ	1	25,95	25,95	0,162
Bİ	1	472,36	472,36	2,948
BÇxBİ	1	2018,76	2018,76	12,600
Hata	20	3204,49	160,22	0,008
Toplam	23	5721,56	.	.

VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması; BÇ: buğday çeşidi; Bİ: bulgur iriliği

Buğdayın bulgura işlenmesi prosesi sırasında fenolik madde miktarında değişimler görülmektedir. Prosesin termal değerlerinin artması fenolik madde miktarının azalması olarak değerlendirilebilir. Geleneksel üretim ve endüstriyel üretimin karşılaştırıldığı çalışmada geleneksel üretimle ile elde edilmiş bulgur örneklerinin fenolik madde miktar değerleri endüstriyel üretime göre daha yüksek olduğu saptanmıştır (Ertaş, 2017). Kabuk soymanın etkisinin araştırıldığı çalışmada kabuk soyma oranı arttıkça fenolik madde miktarında azalış olduğu görülmüştür (Beta vd., 2005). Adom vd. (2003) 11 buğday çeşidi üzerinde fenolik madde miktarı çalışmış ve değerleri 709,8-860,0 µmol gallik asit/100g olarak bulmuşlardır.

Çalışmada kullanılan bulgur örneklerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.38) ekmeklik buğdaydan elde edilen bulgurların değerleri 87,17-96,64 mg GAE/100gr, makarnalık buğdaydan elde edilen bulgurların değerleri 80,38-107,59 mg GAE/100 gr olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 4.37 incelendiğinde istatistiki bir fark olmadığı ancak partikül boyutu küçüldükçe toplam fenolik madde miktarı değerin arttığı görülmüştür.

Çizelge 4.38. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre toplam fenolik madde miktarına ait ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

Buğday çeşidi, (BÇ)	Bulgur iriliği, mm (Bİ)	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100 gr)
Kontrol		72,16 ± 10,50
Ekmeklik	0,5	87,17 ± 7,59
	1,6	96,64 ± 9,64
	Ortalama	91,91 ± 9,64
Makarnalık	0,5	107,59 ± 19,35
	1,6	80,38 ± 10,76
	Ortalama	93,99 ± 20,61
Bulgur iriliği, mm (Bİ)		
0,5		97,38 ± 17,61
1,6		88,51 ± 12,92

4.4.10. Diyet lifi miktarı

Çalışmada bulgur örneklerinin toplam, çözünür ve çözünmez diyet lifi miktarları Çizelge 4.39'da verilmiştir. Çalışmada buğday çeşidi (BÇ) üç özellik üzerinde; bulgur iriliği (Bİ) ve "*BÇxBİ interaksiyonu"* toplam ve çözünür diyet lifi miktarı üzerinde çok önemli düzeyde etkili bulunmuştur ($p<0,01$).

Çizelge 4.39'de önemlilik düzeyleri verilen BÇ, Bİ ve "*BÇx Bİ interaksiyonu"*na ait bulgur örneklerinin toplam, çözünür ve çözünmez diyet lifi miktarlarının ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.40'ta verilmiştir.

Çizelge 4.39. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre diyet lifi miktarına ait varyans analiz sonuçları

		Toplam diyet lifi miktarı %			Çözünmez diyet lifi miktarı %			Çözünür diyet lifi miktarı %		
VK	SD	KT	KO	F	KT	KO	F	KT	KO	F
BÇ	1	38,94	38,94	700,661**	30,51	30,51	545,700**	0,52	0,51	823368,2**
Bİ	1	0,87	0,87	15,652*	0,00	0,00	0,000	0,88	0,87	1399205**
BÇ*x*Bİ	1	1,31	1,31	23,640**	0,41	0,41	7,277	0,26	0,26	414144,2**
Hata	4	0,22	0,06		0,22	0,06		0,00	0,00	
Toplam	7	41,35	.		31,14	.		1,65	.	

**p<0,05* düzeyinde önemli; ***p<0,01* düzeyinde önemli; VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması; BÇ: buğday çeşidi; Bİ: bulgur iriliği

Tam tahıl ürünleri, diyet lifi, mineraller, vitaminler ve antioksidanlar açısından zengin kaynaklardır (Sidhu vd., 2007). Ancak işleme koşulları bu değerler üzerinde olumsuz etkiye sebep olabilmektedirler. Rasheed vd. (2023) geleneksel yöntem ve otoklav ile pişirmenin etkinliğinin araştırdığı çalışmada toplam diyet lifi, çözünür ve çözünmez diyet lifi miktarlarını karşılaştırmış ve geleneksel yöntemle pişirilen bulgurların diyet lifi miktarlarının daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Ekmeklik ve makarnalık bulgur örneklerinin toplam, çözünür ve çözünmez diyet lifi miktarları kontrol bulgur örneğinden yüksek bulunmuştur. Bulgur örneklerinden ekmeklik çeşidinin toplam, çözünür ve çözünmez diyet lifi miktarları (sırasıyla %11,63; 2,66; 8,97) en yüksek değerleri almışlardır. Bulgur örneklerinde ekmeklik çeşidin 0,5 mm iriliğe sahip bulgurda toplam diyet lifi (%12,37) ve çözünür diyet lifi (%3,17) en yüksek değeri almıştır. Bulgur iriliğinde 0,5 mm iriliğe sahip bulgurlarda toplam diyet lifi (%9,76) ve çözünür diyet lifi (%2,74) miktarında 1,6 mm iriliğe sahip bulgur örneklerine göre daha yüksek değerde olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.40).

Çizelge 4.40. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre diyet lifi miktarına ait ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

Buğday çeşidi, (BÇ)	Bulgur iriliği, mm (Bİ)	Toplam diyet lifi miktarı (%)	Çözünmez diyet lifi miktarı (%)	Çözünür diyet lifi miktarı (%)
Kontrol		3,69 ± 1,60	2,53 ± 1,61	1,16 ± 0,00
Ekmeklik	0,5	12,37 ± 0,17^{a}	9,20 ± 0,17	3,17 ± 0,00^{a}
	1,6	10,90 ± 0,42^{b}	8,75 ± 0,42	2,15 ± 0,00^{c}
	Ortalama	11,63 ± 0,89^{A}	8,97 ± 0,37^{A}	2,66 ± 0,59^{A}
Makarnalık	0,5	7,15 ± 0,06^{c}	4,84 ± 0,06	2,31 ± 0,00^{b}
	1,6	7,30 ± 0,11^{c}	5,29 ± 0,11	2,01 ± 0,00^{d}
	Ortalama	7,22 ± 0,11^{B}	5,07 ± 0,27^{B}	2,16 ± 0,17^{B}
Bulgur iriliği, mm (Bİ)				
0,5		9,76 ± 3,02^{a}	7,02 ± 2,52	2,74 ± 0,50^{a}
1,6		9,10 ± 2,10^{b}	7,02 ± 2,01	2,08 ± 0,08^{b}

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilmiş buğday çeşidi (BÇ), küçük harflerle gösterilmiş bulgur iriliği (Bİ) ve italik harflerle gösterilmiş "*BÇ x Bİ*" interaksiyonuna ait ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,01$).

4.4.11. β-karoten miktarı

Çalışmada kullanılan bulgur örneklerinin β-karoten miktarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.41'de verilmiştir. Çalışmada buğday çeşidi (BÇ), β-karoten miktarı üzerinde önemli düzeyde etkili bulunmuştur ($p<0,05$). Çizelge 4.41'de önemlilik düzeyleri verilen BÇ, Bİ ve "*BÇx Bİ interaksiyonu"*na ait bulgur örneklerinin su aktivitesi değerine ait ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.42'de verilmiştir.

Ekmeklik ve makarnalık bulgur örneklerinin β-karoten miktarına değerleri 6,81-22,93 ppm arasında bulunmuştur. Kontrol bulgur örneğinin değerleri çalışmada kullanılan örneklerin değerlerinden düşük bulunmuştur. Bulgur örneklerinden ekmeklik çeşidin değeri 20,05 ppm olarak en yüksek değeri almıştır. Bulgur iriliği üzerinde istatistiki bir farklılık tespit edilmemiş olmasına rağmen boyut küçüldükçe β-karoten miktarına ait özelliğin değerinin düştüğü görülmektedir.

Çizelge 4.41. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre β-karoten miktarına ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	KT	KO	F
BÇ	1	97,45	97,44	4,986*
Bİ	1	2,97	2,97	0,152
BÇxBİ	1	48,36	48,36	2,474
Hata	20	390,91	19,54	
Toplam	23	539,68		

*: $p<0,05$ düzeyinde önemli; VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması; BÇ: buğday çeşidi; Bİ: bulgur iriliği

Çizelge 4.42. Bulgur örneklerinin çeşit ve boyuta göre β-karoten miktarına ait ortalamlarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

Buğday çeşidi, (BÇ)	Bulgur iriliği, mm (Bİ)	β-karoten (ppm)
Kontrol		10,57 ± 2,06
Ekmeklik	0,5	21,11 ± 1,22
	1,6	18,98 ± 3,40
	Ortalama	20,05 ± 2,68^{A}
Makarnalık	0,5	14,25 ± 7,90
	1,6	17,79 ± 1,68
	Ortalama	16,02 ± 5,75^{B}
Bulgur iriliği, mm (Bİ)		
0,5		17,68 ± 6,472
1,6		18,38 ± 2,627

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilmiş buğday çeşidine (BÇ) ait ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

4.4.12. Pişme Süresi

Pişme süresi ticari köftelik bulgur örneği için 6 dakika, ekmeklik buğdaydan elde edilen; pilavlık bulgur örnekleri için 11 dakika, köftelik bulgur örnekleri için ise 5 dakika olarak, makarnalık buğdaydan elde edilen; pilavlık bulgur örnekleri için 12 dakika, köftelik bulgur örnekleri için ise 6 dakika olarak belirlenmiştir. Kaplan Evlice (2016) farklı yıl ve lokasyonlarda yetişen 9 çeşit buğdaydan elde edilen bulgurların pişme sürelerini; pilavlık bulgur için 8 dakika, köftelik bulgur için 6 dakika olarak bulmuştur. Savaş (2010) 4 buğday çeşidini farklı pişirme ve kurutma metodları kullanarak değerlerini karşılaştırdığı çalışmada tüm çeşitler için pişme süresini 8 dakika olarak bulmuştur.

4.5. Çiğ Köfte Analizleri

4.5.1. Nem miktarı

Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin nem miktarı, kül miktarı ve protein oranlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.43'de verilmiştir. Çizelge 4.43 incelendiğinde nem miktarı üzerinde bulgur çeşidi (BUÇ), karıştırma hızı (KH) ve "*interaksiyonların"* çok önemli düzeyde *(p<0,01*) etkili olduğu, partikül boyutunun (PB) etkili olmadığı görülmüştür. Kül miktarı üzerinde partikül PB, "*BUÇ x PB interaksiyonu"* çok önemli (*p<0,01*), "*BUÇ x KH"* interaksiyonu önemli *(p<0,05)* düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir. "BUÇ, KH, "*PB x KH interaksiyonu"* ve üçlü interaksiyonda etkisi görülmemiştir. Protein miktarı üzerinde PB, "*BUÇ x PB interaksiyonu"* ve "*BUÇ x PB x KH interaksiyonu"* üzerine çok önemli (*p<0,01*), "*PB x KH interaksiyonu* üzerine önemli *(p<0,05)* düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir. BUÇ, KH ve "*BUÇ x KH interaksiyonun"* etkisi olmamıştır.

Çizelge 4.43. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin nem miktarı, kül miktarı, protein oranına ait varyans analiz sonuçları

VK		Nem Miktarı %			Kül Miktarı, %			Protein Oranı, %		
	SD	KT	KO	F	KT	KO	F	KT	KO	F
Bulgur Çeşidi (BUÇ)	1	24,31	24,31	230,583**	0,001	0,001	0,96	0,014	0,014	1,09
Partikül Boyutu (PB)	1	0,38	0,38	3,628	0,065	0,065	69,36**	0,628	0,628	49,77**
Karıştırma Hızı (KH)	1	13,25	13,25	125,684**	0,000	0,000	0,43	0,015	0,015	1,19
BUÇ *x* PB	1	5,87	5,87	55,653**	0,156	0,156	166,43**	0,394	0,394	31,20**
BUÇ *x* KH	1	18,89	18,89	179,158**	0,006	0,006	6,83*	0,043	0,043	3,41
PB *x* KH	1	17,60	17,60	166,887**	0,001	0,001	1,31	0,074	0,074	5,89*
BUÇ *x* PB *x* KH	1	30,90	30,90	293,056**	0,001	0,001	1,31	0,529	0,529	41,94**
Hata	8	0,84	0,11		0,008	0,0009		0,101	0,013	
Toplam	15	112,06			0,239			1,798		

*$p<0,05$ düzeyinde önemli;**$p<0,01$ düzeyinde önemli; BUÇ: bulgur çeşidi; PB: partikül boyutu; KH: karıştırma hızı; VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması

Çiğ köfte örneklerinde nem değerlerine bakıldığında makarnalık buğdaydan elde edilen çiğ köfte örneklerinin nem değeri %42,93-45,61 arasında, ekmeklik buğdaydan elde edilen örneklerin nem değeri ise %37,80-47,21 arasında değiştiği görülmüştür. Bulgur çeşidine ait çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre (Çizelge 4.44) makarnalık çeşide ait bulgurlardan elde edilen çiğ köftelerin nem değeri ekmeklik çeşitten daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (%44,63 ve %42,16). Aynı şekilde partikül iriliği incelendiğinde makarnalık 0,5 mm ve 1,6 mm partikül iriliğine sahip bulgurdan elde edilen çiğ köftelerin nem değerinin daha yüksek olduğu saptanmıştır (%43,87 ve %44,63). Kontrol bulgur çiğ köftesine göre çeşitlerin nem değerlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Endüstriyel olarak çiğ köfte üretimi sırasında su patlatma olarak tanımlanan su tutma kapasitesi ile değerlendirilecek olursa söz konusu çeşitlerin suyu tutma özelliğinin iyi olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.44. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin nem miktarı, kül miktarı, protein oranlarına ait çoklu karşılaştırma test sonuçları

Bulgur çeşidi (BUÇ)	Partikül boyutu (PB)	Karıştırma hızı (KH)	Nem miktarı %	Protein oranı %	Kül miktarı %
Ekmeklik	0,5	1 devir	38,18 ± 0,54^{g}	12,76 ± 0,04^{bc}	4,26 ± 0,02
		3 devir	47,05 ± 0,22^{a}	12,95 ± 0,03^{b}	4,21 ± 0,014
		Ortalama	42,61 ± 5,13^{c}	12,86 ± 0,11^{b}	4,23 ± 0,034^{c}
	1,6	1 devir	42,15 ± 0,25^{e}	12,91 ± 0,31^{b}	4,33 ± 0,014
		3 devir	41,27 ± 0,28^{f}	12,64 ± 0,03^{c}	4,28 ± 0,014
		Ortalama	41,71 ± 0,55^{d}	12,77 ± 0,24^{b}	4,30 ± 0,031^{b}
	Ortalama		42,16 ± 3,42^{B}	12,82 ± 0,18	4,27 ± 0,048
Makarnalık	0,5	1 devir	44,38 ± 0,28^{c}	13,28 ± 0,00^{a}	4,45 ± 0,071
		3 devir	43,35 ± 0,52^{d}	12,94 ± 0,02^{b}	4,44 ± 0,021
		Ortalama	43,87 ± 0,69^{b}	13,11 ± 0,19^{a}	4,45 ± 0,043^{a}
	1,6	1 devir	45,22 ± 0,07^{b}	12,07 ± 0,03^{d}	4,09 ± 0,014
		3 devir	45,55 ± 0,08^{b}	12,73 ± 0,01^{bc}	4,15 ± 0,021
		Ortalama	45,39 ± 0,19^{a}	12,40 ± 0,38^{c}	4,12 ± 0,040^{d}
	Ortalama		44,63 ± 0,94^{A}	12,76 ± 0,47	4,28 ± 0,178
Kontrol		1 devir	42,18 ± 0,40	12,10 ± 0,04	4,06 ± 0,057
		3 devir	42,42 ± 0,09	11,72 ± 0,01	4,07 ± 0,071
		Ortalama	42,31 ± 0,15	11,91 ± 0,22	4,06 ± 0,053

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen bulgur çeşidi (BUÇ), küçük harflerle gösterilen "*BUÇ xpartikül boyutu (PB)*" interaksiyonuna, italik harflerle gösterilen "*BUÇ x PB x karıştıma hızı (KH)*" interaksiyonuna ait ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır *(p<0,05*).

Çiğ köfte örneklerinin partikül boyutu ve karıştırma hızına ait çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre (Çizelge 4.45) nem miktarı üzerinde boyut iriliğinin istatistiki bir

farkı olmadığı, karıştıma hızında ise devir hızı yükseldikçe nem miktarı oranında bir artış olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.45. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarından elde edilen çiğ köfte örneklerinde partikül boyutu ve karıştırma hızına ait nem miktarı, kül miktarı, protein oranlarına ait çoklu karşılaştırma test sonuçları

Partikül boyutu (PB)	Karıştırma hızı (KH)	Nem miktarı %	Protein oranı %	Kül miktarı %
0,5	1 devir	41,28 ± 3,60^{c}	13,02 ± 0,30^{a}	4,36 ± 0,12^{a}
	3 devir	45,20 ± 2,16^{a}	12,95 ± 0,02^{a}	4,33 ± 0,14^{a}
Ortalama		43,24 ± 3,46	12,99 ± 0,20^{A}	4,34 ± 0,12^{A}
1,6	1 devir	43,69 ± 1,78^{b}	12,49 ± 0,52^{c}	4,21 ± 0,14^{c}
	3 devir	43,41 ± 2,48^{b}	12,69 ± 0,06^{b}	4,22 ± 0,07^{b}
Ortalama		43,55 ± 2,00	12,59 ± 0,36^{B}	4,21 ± 0,10^{B}
Karıştırma hızı (KH)				
1 devir		42,49 ± 2,93^{b}	12,76 ± 0,48	4,28 ± 0,14
3 devir		44,31 ± 2,36^{a}	12,82 ± 0,14	4,27 ± 0,12

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen partikül boyutu (PB), küçük harflerle gösterilen karıştırma hızı (KH), italik harflerle gösterilen "*PB x KH"* interaksiyonuna ait ortalamalar istatiksel olarak birbirinden farklıdır *(p<0,01)*

4.5.2. Kül miktarı

Çiğ köfte örneklerinde Makarnalık ve ekmeklik bulgurdan elde edilen çiğ köfte örneklerinin kül değerleri makarnalık ve ekmeklik olmak üzere sırasıyla %4,10-4,50, %4,20-4,34 olarak bulunmuştur. Ortalama değerler incelendiğinde (Çizelge 4.44) her iki çeşidin kül değeri birbirine yakın ve istatistiki olarak etkisinin önemsiz olduğu bulunmuştur (%4,28 ve %4,27). Partikül boyutu incelendiğinde makarnalık 0,5 mm ekmeklik çeşidin 1,6 mm partikül iriliğine sahip bulgurdan elde edilen çiğ köfte örneklerinin en yüksek değer aldığı görülmüştür (%4,45 ve %4,30). Kontrol bulgur çiğ köftesine göre çeşitlerin kül değerlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Partikül boyutu ve karıştırma hızına ait çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre (Çizelge 4.45) kül miktarı üzerinde 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurdan elde edilen çiğ köfte örneklerinin değerlerinin daha yüksek olduğu ve aynı zamanda partikül boyutu x karıştırma hızı interaksiyonunda 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurlardan 1 devir ve 3 devir karıştırma hızında elde edilen çiğ köfte örneklerinin daha yüksek değer aldığı görülmüştür. Karıştırma hızının tek başına bir etkisi olmadığı bulunmuştur.

Bek (2004) kısmı ısıl işlem görmüş hammadde kullanarak, vakumlu ve vakumsuz ambalajlama ile raf ömrü üzerinde yaptığı bir çalışmada 0., 7., 14., ve 28., günlerde analiz yapmış ve kül değerinin (%1,04) paketleme ve bekleme süresi ile ilişkisini önemsiz bulmuştur. Etsiz çiğ köfte ürünlerinin kalitesinin araştırıldığı çalışmada 40 farklı çiğ köfte ürünün kül değerleri %1,52-3,33 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir (Anar, 2019). Altuntaş (2015) çalışmasında çiğ köfteye inülin, inülin/oligofruktoz, havuç lifi, bezelye lifi ve limon lifi katmıştır. Değerler karşılaştırıldığında sırasıyla %1,62, %1,52, %1,8, %1,72, %1,44 ve kontrol numune %1,52 olarak bulmuşlardır. Bezelye ve havuç lifi eklenerek elde edilen çiğ köftelerin önemli düzeyde *($p<0,05$)* etkili olduğunu bulmuşlardır. Çalışmada kullanılan Makarnalık ve ekmeklik bulgurdan elde edilen çiğ köfte örneklerinin kül değerleri literatür çalışmalarla karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu görülmüştür.

Çiğ köfte yapımında kullanılan bulgur ürünlerinin kül miktarı (%1,379-1,464) ile son ürün çiğ köftenin kül miktarı (%4,10-4,34) karşılaştırıldığında yaklaşık olarak %30 gibi bir artış olduğu tespit edilmiştir. Bu artışın çiğ köfte yapımında kullanılan salça ve baharatlardan olduğu düşünülmektedir.

4.5.3. Protein oranı

Çiğ köfte örneklerinde protein değerlerine bakıldığında makarnalık buğdaydan elde edilen çiğ köfte örneklerinin protein değeri %12,05-12,96 arasında, ekmeklik buğdaydan elde edilen örneklerin nem değeri ise %12,62-13,13 arasında değiştiği görülmüştür. Çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre (Çizelge 4.44) makarnalık çeşidin 0,5 mm ve ekmeklik çeşidin 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurlarından elde edilen çiğ köfte örneklerinin protein değerinin yüksek olduğu bulunmuştur (%13,11 ve %12,86). Aynı şekilde üçlü interaksiyon incelendiğinde makarnalık çeşidin 0,5 mm partikül iriliğine sahip ve 1 karıştırma hızı ve 3 katıştırma hızında elde edilen çiğ köfte örneklerinin protein değerinin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Kontrol bulgur çiğ köftesine göre çeşitlerin protein değerlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür (%13,28 ve %12,94). Partikül boyutu ve karıştırma hızına ait çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre (Çizelge 4.45) protein oranı üzerinde 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurdan elde edilen çiğ köfte örneklerinin değerlerinin daha yüksek olduğu ve aynı zamanda partikül boyutu x karıştırma hızı interaksiyonunda 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurlardan 1 devir ve 3 devir karıştırma hızında elde edilen çiğ köfte örneklerinin daha yüksek değer aldığı görülmüştür. Karıştırma hızının tek başına bir etkisi olmadığı bulunmuştur.

4.5.4. Renk özellikleri

Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin renk değerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.46'da verilmiştir. Çizelge 4.46 incelendiğinde L* üzerinde bulgur çeşidi (BUÇ), karıştırma hızı (KH) ve "*BUÇ x PB interaksiyonu"* önemli düzeyde (*p<0,05*), partikül boyutu (PB) ve "*BUÇ x PB x KH interaksiyonu"* üzerine çok önemli düzeyde *(p<0,01*) etkili olduğu görülmüştür. a* ve b* değerleri üzerinde BUÇ önemli düzeyde (*p<0,05*), "*BUÇ x PB x KH interaksiyonu"* çok önemli düzeyde *(p<0,01*) etkili olduğu görülmüştür.

Çiğ köfte örneklerinde L*, a*, b* değerlerine bakıldığında makarnalık buğdaydan elde edilen çiğ köfte örneklerinin renk değerleri sırasıyla 19,81-30,58; 2,85-7,76; 12,66-21,09 arasında değişmiş, ekmeklik buğdaydan elde edilen örneklerin renk değerleri ise 17,14-28,46; 2,50-7,20; 10,50-17,13 arasında değiştiği görülmüştür. Bulgur çeşidine ait

çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre (Çizelge 4.47) makarnalık çeşide ait bulgurlardan elde edilen çiğ köftelerin renk değeri üç özellik içinde ekmeklik çeşitten daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (25,11; 5,49; 16;38). Aynı özellikler üçlü interaksiyon üzerinde incelendiğinde makarnalık çeşidin 0,5 mm partikül iriliğine sahip 3 devir karıştırma hızında üç renk özelliğinde de en yüksek değeri almıştır (26,56; 5,99; 17,29). Kontrol bulgur çiğ köftesine göre çeşitlerin renk değerleri incelendiğinde 1 devir karıştırma hızında elde edilen kontrol çiğ köfte örneği değeri üç özellik değerinden daha yüksek değer almış, 3 devir karıştırma hızında ise daha düşük değer aldığı görülmüştür.

Çizelge 4.46. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK		L*			a*			b*		
	SD	KT	KO	F	KT	KO	F	KT	KO	F
Bulgur Çeşidi (BUÇ)	1	23,36	23,36	5,042*	5,23	5,23	4,464*	73,33	73,33	22,879*
Partikül Boyutu (PB)	1	71,52	71,52	15,438**	2,64	2,64	2,255	6,18	6,18	1,928
Karıştırma Hızı (KH)	1	29,72	29,72	6,416*	1,58	1,58	1,350	2,80	2,80	0,873
BUÇ *x* PB	1	32,44	32,44	7,003*	0,23	0,23	0,199	0,02	0,02	0,008
BUÇ *x* KH	1	19,44	19,44	4,196	2,43	2,43	2,072	4,00	4,00	1,249
PB *x* KH	1	6,70	6,70	1,446	2,22	2,22	1,897	6,04	6,04	1,884
BUÇ *x* PB *x* KH	1	48,17	48,17	10,397**	12,17	12,17	10,394**	31,36	31,36	9,786**
Hata	24	111,18	4,6327		28,09	1,170		76,92	3,21	
Toplam	31	342,53			54,5			200,65		

*$p<0,05$ düzeyinde önemli;**$p<0,01$ düzeyinde önemli; BUÇ: bulgur çeşidi; PB: partikül boyutu; KH: karıştırma hızı; VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması

Bulgur çeşidi için çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.47) L*, a*, b*, değerlerinin hepsi için makarnalık buğdaydan elde edilen çiğ köfte ürününün değerleri daha yüksek çıkmıştır. Partikül boyutu ve karıştırma hızına ait çoklu karşılaştırma test sonuçlarında (Çizelge 4.48) L* değeri üzerinde partikül boyutunun etkili olduğu ve 0,5 mm partikül iriliğine ait bulgurdan elde edilen çiğ köfte örneklerinin değerlerinin yüksek olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.47. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin renk değerlerine ait çoklu karşılaştırma test sonuçları

Bulgur çeşidi (BUÇ)	Partikül boyutu (PB)	Karıştırma hızı (KH)	L*	a*	b*
Ekmeklik	0,5	1 devir	25,85 ± 2,10^{a}	5,43 ± 1,05^{a}	14,59 ± 1,82^{bc}
		3 devir	25,97 ± 1,70^{a}	4,67 ± 0,88^{a}	13,04 ± 1,41^{cd}
		Ortalama	25,91 ± 1,77	5,05 ± 0,99	13,82 ± 1,72
	1,6	1 devir	17,48 ± 0,32^{b}	2,93 ± 0,36^{b}	10,81 ± 0,40^{d}
		3 devir	24,33 ± 1,62^{a}	5,68 ± 1,28^{a}	14,96 ± 1,80^{abc}
		Ortalama	20,90 ± 3,82	4,31 ± 1,71	12,88 ± 2,52
	Ortalama		23,40 ± 3,86^{B}	4,68 ± 1,40^{B}	13,35 ± 2,14^{B}
Makarnalık	0,5	1 devir	24,65 ± 1,72^{a}	5,39 ± 0,81^{a}	16,29 ± 1,23^{ab}
		3 devir	26,56 ± 2,72^{a}	5,99 ± 1,21^{a}	17,29 ± 2,66^{a}
		Ortalama	25,60 ± 2,34	5,69 ± 1,01	16,79 ± 1,99
	1,6	1 devir	25,21 ± 1,78^{a}	5,69 ± 0,83^{a}	16,58 ± 1,77^{ab}
		3 devir	24,04 ± 3,67^{a}	4,88 ± 1,70^{a}	15,35 ± 2,28^{abc}
		Ortalama	24,63 ± 2,74	5,28 ± 1,31	15,97 ± 2,00
	Ortalama		25,11 ± 2,51^{A}	5,49 ± 1,15^{A}	16,38 ± 1,98^{A}
Kontrol		1 devir	30,11 ± 2,10	7,51 ± 1,04	20,92 ± 2,08
		3 devir	21,83 ± 2,02	4,25 ± 0,99	15,31 ± 1,08
		Ortalama	25,97 ± 4,82	5,88 ± 1,97	18,12 ± 3,36

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen bulgur çeşidi (BUÇ), italik harflerle gösterilen "*BUÇ x PB x karıştıma hızı (KH)*" interaksiyonuna ait ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır *($p<0,05$)*.

Çizelge 4.48. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarından elde edilen çiğ köfte örneklerinde partikül boyutu ve karıştırma hızına ait renk değerlerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları

Partikül boyutu (PB)	Karıştırma hızı (KH)	L*	a*	b*
0,5	1 devir	25,25 ± 1,89	5,41 ± 0,87	15,44 ± 1,70
	3 devir	26,26 ± 2,13	5,33 ± 1,21	15,17 ± 3,01
Ortalama		25,75 ± 2,01^{A}	5,37 ± 1,02	15,30 ± 2,36
1,6	1 devir	21,34 ± 4,30	4,31 ± 1,59	13,70 ± 3,31
	3 devir	24,16 ± 2,63	5,28 ± 1,46	15,16 ± 1,91
Ortalama		22,76 ± 3,74^{A}	4,79 ± 1,56	14,43 ± 2,72
Karıştırma hızı (KH)				
1 devir		23,30 ± 3,79^{b}	4,86 ± 1,36	14,57 ± 2,70
3 devir		25,22 ± 2,55^{a}	5,30 ± 1,29	15,16 ± 2,43

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen partikül boyutu (PB), küçük harflerle gösterilen karıştırma hızı (KH), ortalamaları istatiksel olarak birbirinden farklıdır *(p<0,01).*

4.5.5. Su aktivitesi değeri

Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin su aktivitesi değerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.49'da verilmiştir. Çizelge 4.49 incelendiğinde su aktivitesi değeri üzerinde karıştırma hızı (KH) çok önemli düzeyde *(p<0,01*), "*BUÇ x PB x KH interaksiyonu* önemli *(p<0,05)* düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çiğ köfte örneklerinin su aktivitesi değerlerine bakıldığında makarnalık ve buğdaydan elde edilen çiğ köfte örneklerinin su aktivitesi değerileri birbirine yakın bulunmuştur (0,91-0,95$_{aw}$). Çiğ köfte örneklerinin üçlü interaksiyonu incelendiğinde (Çizelge 4.50) makarnalık çeşidin 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurunda 1 devir karıştırma hızında elde edilen çiğ köfte örneklerinin değerinin daha yüksek olduğu saptanmış ve bunu ekmeklik çeşidin 1,6 mm partikül iriliğine sahip bulgurun 1 devir karıştırma hızında elde edilen çiğ köfte örneklerinin takip etttiği tespit edilmiştir (0,94$_{aw}$). Kontrol bulgur çiğ köftesine göre çeşitlerin su aktivitesi değeri daha yüksek bulunmuştur. Partikül boyutu ve karıştırma hızına ait çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre (Çizelge 4.51) su aktivitesi üzerinde partikül boyutu etkisi olmadığı görülmüştür. Karıştırma hızı incelendiğinde 1 devir karıştırma hızında elde edilen çiğ köfte örneklerinin su aktivitesi değerinin yüksek olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.49 Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin su aktivitesi değerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	KT	KO	F
Bulgur Çeşidi (BUÇ)	1	0,000011	0,000011	0,247
Partikül Boyutu (PB)	1	0,000003	0,000003	0,057
Karıştırma Hızı (KH)	1	0,000662	0,000662	14,401**
BUÇ *x* PB	1	0,000051	0,000051	1,105
BUÇ *x* KH	1	0,000022	0,000022	0,476
PB *x* KH	1	0,000107	0,000107	2,320
BUÇ *x* PB *x* KH	1	0,000507	0,000507	11,041*
Hata	8	0,000368	0,000046	
Toplam	15	0,001730		

*:*p<0,05* düzeyinde önemli; **:*p<0,01* düzeyinde önemli; BUÇ: bulgur çeşidi; PB: partikül boyutu; KH: karıştırma hızı; VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması

Su aktivitesi değeri gıdalar için önemli bir kalite kriteridir. Gıdaların tekstürel ve raf ömrü açısından değerlendirilmesinde önemli rol oynar. Uzunlu (2019) çalışmasında etli ve etsiz çiğ köftelerin mikrobiyal güvenliğini korumak için farklı basınçlar uygulanarak elde ettiği çiğ köftelerde su aktivitesi değerlerini sırasıyla 0,96-0,98$_{aw}$, 0,93-0,95$_{aw}$ olarak bulmuş ve istatistiki olarak (*p<0,05*) düzeyinde önemli farklılık tespit etmişlerdir. Gündüzgiden (2023) çalışmasında siyez ve karabuğday kullanarak çiğ köfte elde etmiş, su aktivitesi değerlerinde en yüksek karabuğdaylı çiğ köftede (0,96) ve en düşük siyez buğdaylı çiğköftede (0,94$_{aw}$) bulmuştur. Anar (2019) çalışmasında su aktivitesi değerlerini 0,96-0,99$_{aw}$ aralığında bulmuştur.

Çizelge 4.50. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin su aktivitesi değerine ait çoklu karşılaştırma test sonuçları

Bulgur çeşidi (BUÇ)	Partikül boyutu (PB)	Karıştırma hızı (KH)	Su Aktivitesi (a_w)
Ekmeklik	0,5	1 devir	$0,94 \pm 0,013^{abc}$
		3 devir	$0,93 \pm 0,006^{cde}$
		Ortalama	$0,93 \pm 0,010$
	1,6	1 devir	$0,94 \pm 0,002^{ab}$
		3 devir	$0,92 \pm 0,003^{de}$
		Ortalama	$0,93 \pm 0,012$
	Ortalama		$0,93 \pm 0,010$
Makarnalık	0,5	1 devir	$0,94 \pm 0,004^{a}$
		3 devir	$0,92 \pm 0,004^{e}$
		Ort.	$0,92 \pm 0,0159$
	1,6	1 devir	$0,93 \pm 0,004^{bcd}$
		3 devir	$0,94 \pm 0,011^{abc}$
		Ortalama	$0,93 \pm 0,007$
	Ortalama		$0,93 \pm 0,012$
Kontrol		1 devir	$0,92 \pm 0,020$
		3 devir	$0,91 \pm 0,000$
		Ortalama	$0,92 \pm 0,011$

Aynı sütunda italik harflerle gösterilen "*BUÇ x PB x karıştıma hızı (KH)*" interaksiyonuna ait ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır *(p<0,05*).

Çizelge 4.51. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarından elde edilen çiğ köfte örneklerinde partikül boyutu ve karıştırma hızına ait su aktivite değerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları

Partikül boyutu (PB)	Karıştırma hızı (KH)	Su Aktivitesi (a_w)
0,5	1 devir	$0,94 \pm 0,01$
	3 devir	$0,92 \pm 0,01$
Ortalama		$0,93 \pm 0,01$
1,6	1 devir	$0,94 \pm 0,01$
	3 devir	$0,93 \pm 0,01$
Ortalama		$0,93 \pm 0,01$
Karıştırma hızı (KH)		
1 devir		$0,94 \pm 0,01^{a}$
3 devir		$0,92 \pm 0,01^{b}$

Aynı sütunda küçük harflerle gösterilen karıştırma hızı (KH), ortalamaları istatiksel olarak birbirinden farklıdır *(p<0,01).*

4.5.6. Mineral madde miktarı

Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte mineral madde miktarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.52 ve Çizelge 4.53'te verilmiştir. Çizelgeler incelendiğinde; bulgur çeşidi (BUÇ), partikül boyutu (PB), karıştırma hızı (KH) ve "*interaksiyonların"* N (PB hariç), Fe, Cu (BÇ hariç) ve Zn (*PB x KH interaksiyonu* hariç) değeri üzerinde çok önemli düzeyde *(p<0,01*) etkili, BUÇ özelliği P değeri üzerinde önemli (*p<0,05*), K, Mg, Mn değeri üzerinde çok önemli (p<0,01) etkili, partikül boyutu (PB) Mn üzerinde çok önemli (p<0,01) düzeyde etkili, "*PB x KH interaksiyonu"* Mn üzerinde çok önemli düzeyde (p<0,01) etkili olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.52. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin mineral madde miktarına (N, P, K, Ca, Mg, Fe) ait varyans analiz sonuçları

VK		N (Azot) %			P (Fosfor), %			K (Potasyum), %		
	SD	KT	KO	F	KT	KO	F	KT	KO	F
Bulgur Çeşidi (BUÇ)	1	0,612	0,612	616,157*	0,0036	0,0036	6,698*	0,0121	0,0121	31,226**
Partikül Boyutu (PB)	1	0,001	0,001	0,761	0,0006	0,0006	1,163	0,0016	0,0016	4,129
Karıştırma Hızı (KH)	1	0,054	0,054	54,396**	0,0001	0,0001	0,186	0,0001	0,0001	0,258
BUÇ *x* PB	1	0,183	0,183	183,906**	0,0002	0,0002	0,419	0,0000	0,0000	0,065
BUÇ *x* KH	1	0,020	0,020	20,434**	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,0000	0,065
PB *x* KH	1	0,012	0,012	11,629**	0,0002	0,0002	0,419	0,0042	0,0042	10,903*
BUÇ *x* PB *x* KH	1	0,268	0,268	269,491**	0,0006	0,0006	1,163	3,0815	3,0815	7,952
Hata	8	0,008	0,001		0,0043	0,0005		0,0031	0,0004	
Toplam	15	1,158			0,0097			0,0212		
VK		Ca (Kalsiyum), %			Mg (Magnezyum), %			Fe (Demir), mg/kg		
	SD	KT	KO	F	KT	KO	F	KT	KO	F
Bulgur Çeşidi (BUÇ)	1	0,0002	0,0002	3,60	0,0068	0,0068	37,552**	35,94	35,94	1946,65**
Partikül Boyutu (PB)	1	0,0002	0,0002	3,60	0,0000	0,0000	0,035	94,09	94,09	5096,28**
Karıştırma Hızı (KH)	1	0,0001	0,0001	1,60	0,0000	0,0000	0,035	56,48	56,48	3058,92**
BUÇ *x* PB	1	0,0001	0,0001	1,60	0,0001	0,0001	0,310	61,07	61,07	3308,02**
BUÇ *x* KH	1	0,0000	0,0000	0,40	0,0003	0,0003	1,690	17,06	17,06	923,87**
PB *x* KH	1	0,0000	0,0000	0,40	0,0003	0,0003	1,690	4,82	4,82	260,96**
BUÇ *x* PB *x* KH	1	0,0001	0,0001	1,60	0,0003	0,0003	1,690	101,41	101,41	5492,48**
Hata	8	0,0005	0,0001		0,0015	0,0002		0,15	0,02	
Toplam	15	0,0013			0,0092			371,01		

*$p<0,05$ düzeyinde önemli;**$p<0,01$ düzeyinde önemli; BUÇ: bulgur çeşidi; PB: partikül boyutu; KH: karıştırma hızı; VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması

Çizelge 4.53. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin mineral madde miktarına (Cu, Zn, Mn) ait varyans analiz sonuçları

VK		Cu (Bakır), mg/kg			Zn (Çinko), mg/kg			Mn (Mangan), mg/kg		
	SD	KT	KO	F	KT	KO	F	KT	KO	F
Bulgur Çeşidi (BUÇ)	1	0,005	0,005	1,88	26,936	26,936	1308,37**	485,541	485,541	811,93**
Partikül Boyutu (PB)	1	0,384	0,384	147,85**	33,005	33,005	1603,16**	25,604	25,604	42,82**
Karıştırma Hızı (KH)	1	0,096	0,096	36,96**	7,618	7,618	370,01**	0,801	0,801	1,34
BUÇ *x* PB	1	0,429	0,429	165,01**	0,792	0,792	38,48**	0,616	0,616	1,03
BUÇ *x* KH	1	0,198	0,198	76,16**	4,347	4,347	211,16**	1,210	1,210	2,02
PB *x* KH	1	0,076	0,076	29,09**	0,102	0,102	4,97	1,974	1,974	3,30
BUÇ *x* PB *x* KH	1	0,303	0,303	116,35**	2,673	2,673	129,85**	0,608	0,608	1,02
Hata	8	0,021	0,003		0,165	0,021		4,784	0,598	
Toplam	15	1,511			75,638			521,139		

p<0,05* düzeyinde önemli;*p<0,01* düzeyinde önemli; BUÇ: bulgur çeşidi; PB: partikül boyutu; KH: karıştırma hızı; VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması

Çiğ köfte örneklerinin N (%), P (%), K (%) değerlerine bakıldığında makarnalık buğdaydan elde edilen çiğ köfte örnekerinin N, P, K değerleri sırasıyla %1,87-2,32; %0,31-0,40; %0,89-0,97 arasında, ekmeklik buğdaydan elde edilen çiğ köfte örneklerinin N, P, K değerleri ise %2,30-2,85; %0,30-0,33; %0,83-0,90 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre (Çizelge 4.54) ekmeklik çeşitten elde edilen çiğ köftelerin N (%) değeri makarnalık buğdaydan elde edilen çiğ köftelerde daha yüksek olduğu görülmüştür (%2,47 ve %2,08). Ekmeklik çeşidin 0,5 mm ve 1,6 mm partikül iriliğine sahip bulgurlarından elde edilen çiğ köftelerin N (%) değeri daha yüksek bulunmuştur (%2,58 ve %2,35). Aynı şekilde N (%) değeri üzerin üçlü interaksiyon incelendiğinde ekmeklik çeşidin 0,5 mm paritkül irilğine sahip 3 devir karıştırma hızında elde edilen çiğ köfte örneklerinin en yüksek değeri alırken bunu ekmeklik çeşidin 1,6 mm paritkül iriliğine sahip bulgurun 1 devir karıştırma hızında elde edilen çiğ köfte örnekleri takip etmiştir (%2,83 ve %2,42). Aynı şekilde P (%) ve K (%) değerleri üzerinde ekmeklik çeşitten elde edilen çiğ köftelerin değerleri makarnalık çeşitten elde edilen çiğ köfte örneklerinden yüksek bulunmuştur (%0,35-0,32) ve (%0,92-0,87). Kontrol bulgur çiğ köftesine göre çeşitlerin N, P, K değerlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Partikül boyutu ve karıştırma hızına ait çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre (Çizelge 4.55) N (%) üzerinde partikül boyutu x karıştırma hızı interaksiyonunda 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurlardan 3 devir karıştrıma hızında elde edilen çiğ köfte örneklerinin ve karıştırma hızında 3 devir hızında elde edilen çiğ köfte örneklerinin daha yüksek değer aldığı görülmüştür. P (%) üzerinde partikül boyutu ve karıştırma hızının etkisi olmadığı görülmüştür. K (%) üzerinde partikül boyutu x karıştırma hızı interaksiyonunda 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurlardan 3 devir karıştrıma hızında ve 1,6 mm partikül iriliğine sahip bulgurlardan 1 devir karıştrıma hızında elde edilen çiğ köfte örneklerinin en yüksek değerleri aldığı görülmüştür.

Çizelge 4.54. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin N (%), P (%), K (%) değerlerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları

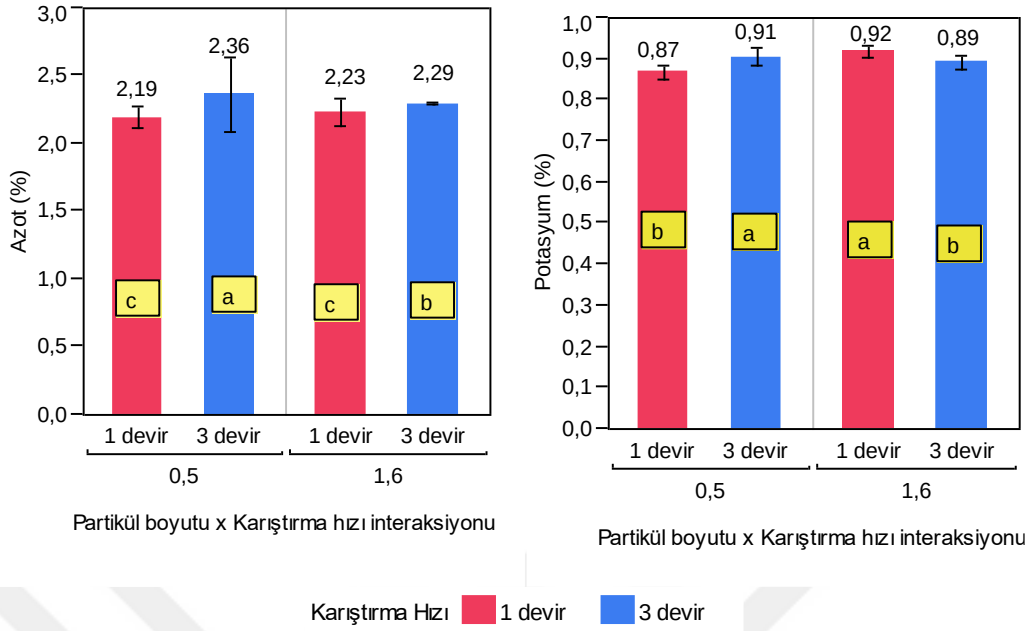
Bulgur çeşidi (BUÇ)	Partikül boyutu (PB)	Karıştırma hızı (KH)	N (Azot) (%)	P (Fosfor) (%)	K (Potasyum) (%)
Ekmeklik	0,5	1 devir	2,33 ± 0,04^{c}	0,32 ± 0,01	0,84 ± 0,01
		3 devir	2,83 ± 0,03^{a}	0,32 ± 0,01	0,88 ± 0,01
		Ortalama	2,58 ± 0,29^{a}	0,32 ± 0,01	0,86 ± 0,02
	1,6	1 devir	2,42 ± 0,05^{b}	0,31 ± 0,01	0,90 ± 0,01
		3 devir	2,29 ± 0,01^{c}	0,32 ± 0,01	0,87 ± 0,01
		Ortalama	2,35 ± 0,08^{b}	0,32 ± 0,01	0,88 ± 0,02
	Ortalama		2,47 ± 0,23^{A}	0,32 ± 0,01^{B}	0,87 ± 0,02^{B}
Makarnalık	0,5	1 devir	2,06 ± 0,02^{d}	0,35 ± 0,02	0,90 ± 0,01
		3 devir	1,90 ± 0,03^{e}	0,37 ± 0,04	0,94 ± 0,05
		Ortalama	1,98 ± 0,10^{d}	0,36 ± 0,03	0,92 ± 0,04
	1,6	1 devir	2,05 ± 0,01^{d}	0,35 ± 0,02	0,95 ± 0,01
		3 devir	2,30 ± 0,03^{c}	0,33 ± 0,03	0,92 ± 0,01
		Ortalama	2,18 ± 0,15^{c}	0,34 ± 0,02	0,93 ± 0,02
	Ortalama		2,08 ± 0,16^{B}	0,35 ± 0,03^{A}	0,92 ± 0,03^{A}
Kontrol		1 devir	2,04 ± 0,03	0,24 ± 0,01	0,86 ± 0,07
		3 devir	1,89 ± 0,01	0,25 ± 0,02	0,87 ± 0,08
		Ortalama	1,97 ± 0,09	0,24 ± 0,01	0,87 ± 0,06

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen bulgur çeşidi (BUÇ), italik harflerle gösterilen "*BUÇ x PB x karıştıma hızı (KH)*" interaksiyonuna ait ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır *(p<0,01*).

Çizelge 4.55. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarından elde edilen çiğ köfte örneklerinde partikül boyutu ve karıştırma hızına ait N (%), P (%), K (%) değerlerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları

Partikül boyutu (PB)	Karıştırma hızı (KH)	N (Azot) (%)	P (Fosfor) (%)	K (Potasyum) (%)
0,5	1 devir	2,19 ± 0,16^{c}	0,33 ± 0,02	0,87±0,03^{b}
	3 devir	2,36 ± 0,54^{a}	0,35 ± 0,04	0,91±0,05^{a}
Ortalama		2,28 ± 0,38	0,34 ± 0,02	0,87±0,04
1,6	1 devir	2,23 ± 0,21^{c}	0,33 ± 0,02	0,92±0,03^{a}
	3 devir	2,30 ± 0,02^{b}	0,33 ± 0,02	0,89±0,03^{b}
Ortalama		2,26 ± 0,14	0,33 ± 0,02	0,91±0,03
Karıştırma hızı (KH)				
1 devir		2,22 ± 0,18^{b}	0,33 ± 0,02	0,89±0,04
3 devir		2,33 ± 0,36^{a}	0,34 ± 0,03	0,90±0,04

Aynı sütunda küçük harflerle gösterilen karıştırma hızı (KH), italik harflerle gösterilen "*PB x KH"* interaksiyonuna ait ortalamalar istatiksel olarak birbirinden farklıdır *(p<0,01).*



Şekil 4.2. Ekmeklik buğday bulguru ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinde N ve K miktarı üzerinde *partikül boyutu (PB) x karıştıma hızı (KH) interaksiyonu*

Çiğ köfte örneklerinde N ve K üzerinde karıştırma hızı ve "*partikül boyutu (PB) x karıştırma hızı (KH) interaksiyonu"* etkisi Şekil 4.2'de verilmiştir. "*PB x KH interaksiyonuna"* göre karıştırma hızının artması ve partikül boyutunun küçülmesi N değerinin artmasını sağlamıştır. K için partikül boyutunun küçülmesi ve karıştırma hızının artması arasında pozitif bir ilişki varken partikül boyutunun büyümesi ile karıştırma hızı artışında ise negatif bir etki görülmüş ve hız arttıkça K değerinde azalma olduğu bulunmuştur.

Çiğ köfte örneklerinin Ca (%), Mg (%), Fe (mg/kg)) değerlerine bakıldığında makarnalık buğdaydan elde edilen çiğ köfte örneklerinin Ca, Mg ve Fe değerleri sırasıyla %0,11-0,14; %0,11-0,14; 71,54-86,52 mg/kg arasında, ekmeklik buğdaydan elde edilen çiğ köfte örneklerinin Ca, Mg ve Fe değerleri ise %0,08-0,11; %0,15-0,19; 69,73-75,60 mg/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre (Çizelge 4.56) ekmeklik çeşitten elde edilen çiğ köftelerin Mg (%) değeri makarnalık buğdaydan elde edilen çiğ köftelerde daha yüksek olduğu görülmüştür (%0,17 ve %0,13). Aynı şekilde Fe (mg/kg) değeri için makarnalık buğdaydan elde edilen çiğ köftelerin ekmeklik çeşitten daha yüksek olduğu görülmüştür (76,10 mg/kg ve 73,10 mg/kg). Makarnalık çeşidin 0,5 mm

partikül iriliğine sahip bulgurdan elde edilen çiğ köftelerin Fe değeri en yüksek değeri alırken bunu ekmeklik çeşidin 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurdan elde edilen çiğ köfte örneği takip etmiştir (80,48 mg/kg ve 73,57 mg/kg). Fe değeri üzerinde üçlü interaksiyon incelendiğinde makarnalık çeşidin 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurun 3 devir karıştırma hızında elde edilen çiğ köfte örneğinin en yüksek değeri alırken bunu ekmeklik çeşidin 1,6 mm paritkül iriliğine sahip bulgurun 3 devir karıştırma hızında elde edilen çiğ köfte örnekleri takip etmiştir (86,46 mg/kg ve 75,45 mg/kg). Kontrol bulgur çiğ köftelerinin Ca değeri çalışmada kullanılan örneklerle yakın değere sahip olduğu, Mg değerinin kontrol örneğinin makarnalık çeşitten elde edilen çiğ köfte ile yakın değerlerei ekmeklik çeşitten ise daha düşük değere sahip olduğu, Fe değerinin kontrol bulgurundan elde edilen çiğ köfte örneklerinden daha yüksek değere sahip olduğu görülmüştür. Partikül boyutu ve karıştırma hızına ait çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre (Çizelge 4.57) N (%) ve Mg (%) üzerinde partikül boyutu ve karıştırma hızının bir etkisi olmadığı bulunmuştur. Fe (mg/kg) değeri üzerinde 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurdan elde edilen ve 3 devir karıştırma hızında elde edilen çiğ köfte örneklerinin değerleri yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.56. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin Ca (%), Mg (%), Fe (mg/kg) değerlerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları

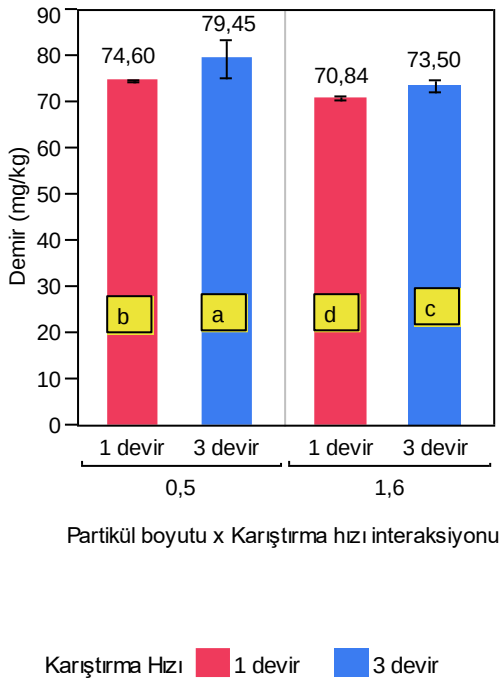
Bulgur çeşidi (BUÇ)	Partikül boyutu (PB)	Karıştırma hızı (KH)	Ca (Kalsiyum) (%)	Mg (Magnezyum) (%)	Fe (Demir) (mg/kg)
Ekmeklik	0,5	1 devir	0,09 ± 0,01	0,16 ± 0,01	74,70 ± 0,15^{c}
		3 devir	0,11 ± 0,01	0,18 ± 0,01	72,45 ± 0,21^{d}
		Ortalama	0,10 ± 0,01	0,17 ± 0,02	73,57 ± 1,30^{b}
	1,6	1 devir	0,09 ± 0,01	0,18 ± 0,02	69,82 ± 0,12^{f}
		3 devir	0,09 ± 0,01	0,17 ± 0,01	75,45 ± 0,22^{b}
		Ortalama	0,09 ± 0,01	0,17 ± 0,01	72,63 ± 3,25^{c}
	Ortalama		0,09 ± 0,01	0,17 ± 0,01^{A}	73,10 ± 2,35^{B}
Makarnalık	0,5	1 devir	0,09 ± 0,01	0,14 ± 0,01	74,50 ± 0,08^{c}
		3 devir	0,09 ± 0,01	0,13 ± 0,02	86,46 ± 0,09^{a}
		Ortalama	0,09 ± 0,01	0,13 ± 0,01	80,48 ± 6,90^{a}
	1,6	1 devir	0,08 ± 0,00	0,13 ± 0,00	71,88 ± 0,04^{e}
		3 devir	0,09 ± 0,01	0,12 ± 0,01	71,57 ± 0,04^{e}
		Ortalama	0,08 ± 0,01	0,13 ± 0,01	71,72 ± 0,18^{d}
	Ortalama		0,08 ± 0,01	0,13 ± 0,01^{B}	76,10 ± 6,51^{A}
Kontrol		1 devir	0,09 ± 0,01	0,13 ± 0,02	62,61 ± 0,08
		3 devir	0,09 ± 0,01	0,13 ± 0,02	54,19 ± 0,76
		Ortalama	0,09 ± 0,01	0,13 ± 0,02	58,40 ± 4,88

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen bulgur çeşidi (BUÇ), italik harflerle gösterilen "*BUÇ x PB x karıştıma hızı (KH)*" interaksiyonuna ait ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır *(p<0,01)*.

Çizelge 4.57. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarından elde edilen çiğ köfte örneklerinde partikül boyutu ve karıştırma hızına ait Ca (%), Mg (%), Fe (mg/kg) değerlerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları

Partikül boyutu (PB)	Karıştırma hızı (KH)	Ca (Kalsiyum) (%)	Mg (Magnezyum) (%)	Fe (Demir) (mg/kg)
0,5	1 devir	0,09 ± 0,00	0,15 ± 0,01	74,60±0,15^{b}
	3 devir	0,09 ± 0,01	0,15 ± 0,03	79,45±8,09^{a}
Ortalama		0,09 ± 0,01	0,15 ± 0,02	77,03±5,90^{A}
1,6	1 devir	0,08 ± 0,01	0,15 ± 0,03	70,85±1,19^{d}
	3 devir	0,09 ± 0,01	0,14 ± 0,03	73,51±2,24^{c}
Ortalama		0,08 ± 0,01	0,14 ± 0,03	72,18±2,1^{B}
Karıştırma hızı				
1 devir		0,09 ± 0,01	0,15 ± 0,02	72,72±2,15^{b}
3 devir		0,09 ± 0,01	0,15 ± 0,03	76,48±6,35^{a}

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen partikül boyutu (PB), küçük harflerle gösterilen karıştırma hızı (KH), italik harflerle gösterilen "*PB x KH*" interaksiyonuna ait ortalamalar istatiksel olarak birbirinden farklıdır *(p<0,01)*.



Şekil 4.3. Ekmeklik buğday bulguru ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinde Fe miktarı üzerinde etkili *partikül boyutu (PB) x karıştırma hızı (KH) interaksiyonu*

Demir, insan vücudunda önemli fonksiyonlara (Hücre solunumu, yeni hücre yapımı, hemoglobin kan proteinin üretiminde ATP üretimi) sahiptir. Eksikliğinde kansızlık, yorgunluk gibi etkileri olan Fe insan sağlığı için önemli bir mikro elementtir (İnce & Çağındı, 2020). Çiğ köfte örneklerinde Fe değeri üzerinde "*partikül boyutu (PB) x karıştırma hızı (KH) interaksiyonu"* etkisi Şekil 4.3'te verilmiştir. "*PB x KH interaksiyonu"* incelendiğinde 0,5 mm partikül boyutunda 3 devir hızında üretilen çiğ köfte örneklerinin Fe değerinin daha yüksek olduğu anlaşılmıştır.

Çiğ köfte örneklerinin Cu (mg/kg), Zn (mg/kg), Mn (mg/kg) değerlerine bakıldığında makarnalık buğdaydan elde edilen çiğ köfte örnekerinin Cu, Zn ve Mn değerleri sırasıyla 5,78-6,85 mg/kg, 26,00-30,97 mg/kg 22,48-26,45 mg/kg arasında, ekmeklik buğdaydan elde edilen çiğ köfte örneklerinin Cu, Zn ve Mn değerleri ise 6,18-6,71 mg/kg 28,43-32,46 mg/kg, 32,52-37,32 mg/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre (Çizelge 4.58) ekmeklik çeşitten elde edilen çiğ köftelerin Mn (mg/kg) değeri makarnalık buğdaydan elde edilen çiğ köftelerde daha yüksek olduğu görülmüştür (35,62 mg/kg ve 24,61 mg/kg). Cu değeri için makarnalık çeşidin 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurundan elde edilen çiğ köfteler en yüksek değeri alırken bunu ekmeklik çeşidin 1,6 mm partikül iriliğine sahip bulgurdan elde edilen çiğ köfte örnekleri takip etmiştir (6,71 mg/kg ve 6,43 mg/kg). Cu değeri üzerine üçlü interaksiyon incelendiğinde makarnalık çeşidin 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurun 3 devir ve 1 devir karıştırma hızında elde edilen çiğ köfte örnekleri en yüksek değeri almışlardır (6,83 mg/kg ve 6,59 mg/kg). Aynı şekilde Zn (mg/kg) değeri için ekmeklik buğdaydan elde edilen çiğ köftelerin makarnalık çeşitten daha yüksek olduğu görülmüştür (30,63 mg/kg ve 28,04 mg/kg). Ekmeklik çeşidin 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurundan elde edilen çiğ köftelerin Zn değeri en yüksek değeri alırken bunu makarnalık çeşidin 0,5 mm partikül iriliğine sahip çiğ köfte örnekleri takip etmiştir (32,29 mg/kg ve 29,25 mg/kg). Zn değeri üzerinde üçlü interaksiyon incelendiğinde ekmeklik çeşidin 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurun 1 devir ve 3 devir karıştırma hızında elde edilen çiğ köfte örnekleri en yüksek değeri almıştır (32,45 mg/kg ve 32,13 mg/kg). Kontrol bulgur çiğ köftelerinin Ca değeri çalışmada kullanılan örneklerle yakın değere sahip olduğu, Mg değerinin kontrol örneğinin makarnalık çeşitten elde edilen çiğ köfte ile yakın değerlere, ekmeklik çeşitten ise daha düşük değere sahip olduğu, Fe değerinin kontrol bulgurundan elde edilen çiğ köfte örneklerinden daha yüksek değere sahip olduğu görülmüştür. Kontrol bulgur çiğ köftesi Cu, Zn ve Mn değerleri açısından çalışmada

kullanılan bulgur örneklerinden elde edilen çiğ köfte örneklerine göre daha düşük değer almıştır. Partikül boyutu ve karıştırma hızına ait çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre (Çizelge 4.59) Mn (mg/kg) ve Zn (mg/kg) değeri 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurlardan elde edilen çiğ köfte örneklerinin daha yüksek değer aldığı görülmüştür. Karıştırma hızında Mn (mg/kg) değeri üzerinde bir etkisi bulunmamışlen Zn (mg/kg) değeri üzerinde 3 devir karıştırma hızında elde edilen çiğ köfte örneklerinin değerinin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Cu (mg/kg) değeri üzerinde 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurdan elde edilen ve 3 devir karıştırma hızında elde edilen çiğ köfte örneklerinin değerleri yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.58. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin Cu (mg/kg), Zn (mg/kg), Mn (mg/kg) değerlerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları

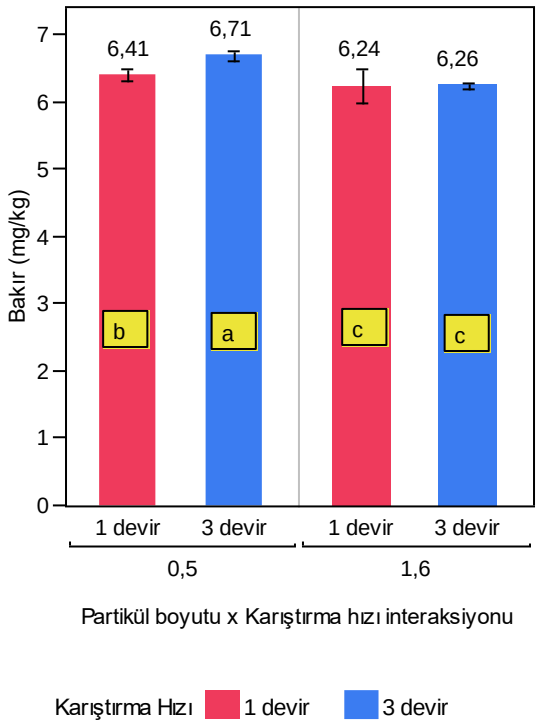
Bulgur çeşidi (BUÇ)	Partikül boyutu (PB)	Karıştırma hızı (KH)	Cu (Bakır) (mg/kg)	Zn (Çinko) (mg/kg)	Mn (Mangan) (mg/kg)
Ekmeklik	0,5	1 devir	6,24 ± 0,01^{cd}	32,45 ± 0,01^{a}	36,10 ± 0,04
		3 devir	6,59 ± 0,02^{b}	32,13 ± 0,01^{a}	37,29 ± 0,04
		Ortalama	6,41 ± 0,20^{b}	32,29 ± 0,19^{a}	36,69 ± 0,69
	1,6	1 devir	6,67 ± 0,06^{b}	28,48 ± 0,06^{d}	35,05 ± 0,06
		3 devir	6,19 ± 0,01^{d}	29,47 ± 0,06^{c}	34,06 ± 2,18
		Ortalama	6,43 ± 0,28^{b}	28,97 ± 0,58^{c}	34,56 ± 1,38
	Ortalama		6,42 ± 0,22	30,63 ± 1,82^{A}	35,62 ± 1,53^{A}
Makarnalık	0,5	1 devir	6,59 ± 0,05^{b}	27,55 ± 0,35^{e}	26,41 ± 0,06
		3 devir	6,83 ± 0,04^{a}	30,95 ± 0,03^{b}	25,73 ± 0,11
		Ort.	6,71 ± 0,14^{a}	29,25 ± 1,97^{b}	26,07 ± 0,40
	1,6	1 devir	5,81 ± 0,04^{e}	26,10 ± 0,14^{f}	23,80 ± 0,14
		3 devir	6,33 ± 0,11^{c}	27,55 ± 0,11^{e}	22,49 ± 0,01
		Ortalama	6,07 ± 0,30^{c}	26,82 ± 0,84^{d}	23,15 ± 0,76
	Ortalama		6,39 ± 0,41	28,04 ± 1,91^{B}	24,61 ± 1,66^{B}
Kontrol		1 devir	5,64 ± 0,06	21,91 ± 0,02	16,65 ± 0,21
		3 devir	5,35 ± 0,06	23,79 ± 0,04	16,40 ± 0,15
		Ortalama	5,50 ± 0,17	22,85 ± 1,09	16,54 ± 0,21

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen bulgur çeşidi (BUÇ), küçük harflerle gösterilen "*BUÇ xpartikül boyutu (PB)*" interaksiyonuna, italik harflerle gösterilen "*BUÇ x PB x karıştıma hızı (KH)*" interaksiyonuna ait ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır *(p<0,01*).

Çizelge 4.59. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarından elde edilen çiğ köfte örneklerinde partikül boyutu ve karıştırma hızına ait Cu (mg/kg), Zn (mg/kg), Mn (mg/kg) değerlerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları

Partikül boyutu (PB)	Karıştırma hızı (KH)	Cu (Bakır) (mg/kg)	Zn (Çinko) (mg/kg)	Mn (Mangan) (mg/kg)
0,5	1 devir	6,41 ± 0,20^{b}	30,00 ± 2,84	31,25± 5,59
	3 devir	6,71 ± 0,14^{a}	31,54 ± 0,68	31,51 ± 6,68
Ortalama		6,56 ± 0,22^{A}	30,77 ± 2,08^{A}	31,38 ± 5,70^{A}
1,6	1 devir	6,24 ± 0,50^{c}	27,29 ± 1,37	29,43 ± 6,50
	3 devir	6,26 ± 0,10^{c}	28,51 ± 1,11	28,28 ± 6,80
Ortalama		6,25 ± 0,33^{B}	27,90 ± 1,33^{B}	28,85 ± 6,19^{B}
Karıştırma hızı (KH)				
1 devir		6,33 ± 0,36^{b}	28,64 ± 2,52^{b}	30,34 ± 5,70
3 devir		6,48 ± 0,26^{a}	30,02 ± 1,83^{a}	29,89 ± 6,47

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen partikül boyutu (PB), küçük harflerle gösterilen karıştırma hızı (KH), italik harflerle gösterilen "*PB x KH*" interaksiyonuna ait ortalamalar istatiksel olarak birbirinden farklıdır *(p<0,01)*.



Şekil 4.4. Ekmeklik buğday bulguru ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinde Cu miktarı üzerinde etkili *partikül boyutu (PB) x karıştırma hızı (KH) interaksiyonu*

Cu minerali, Fe mineralinden sonra insan vücudunda ikinci önemli mikro elementtir. Vücutta 300'den fazla enzim fonksiyonu için gerekli bir elementtir. Antioksidan özelliğe sahip olan Cu, bağışıklık sistemini de etkilemektedir (Akdeniz vd., 2016). Şekil 4.4.'te interaksiyonu verilen Cu için partikül boyutunun küçülmesi ile değerlerin arttığı görülmüştür. Ayrıca devir hızının artışı da bu değerlerin artışında pozitif etki göstermiştir.

4.5.7. Diyet lifi miktarı

Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köftenin diyet lifi miktarına (toplam diyet lifi, çözünür diyet lifi, çözünmez diyet lifi) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.60'da verilmiştir. Çizelge 4.60 incelendiğinde; bulgur çeşidi (BUÇ), partikül boyutu (PB), karıştırma hızı (KH) ve "*interaksiyonların"* toplam diyet lifi (BUÇ, KH ve *BUÇ x KH interaksiyonu* hariç), çözünür diyet lifi ve çözünmez diyet lifi değeri üzerinde çok önemli düzeyde *(p<0,01*) etkili olduğu bulunmuştur.

İnce bağırsakta sindirimi gerçekleşemeyen diyet lifi, kalın bağırsağa gelerek tam veya kısmı fermentasyona uğrar. Su absorbsiyon özellikleri yüksek olan diyet liflerisindirim sisteminin doğru ve etkin çalışmasına olanak sağlar. Diyet lifi tüketiminin artmasının dışkı miktarının artmasına ve taşınması süresinin kısalmasına etkisi olduğu bilinmektedir. Yüksek miktarda alınması ile insülin ihtiyacının azalması ve bununla beraber insülin direncini düşürmeye ve diyabet riskini azaltmaya yönelik etkileri olduğu ifade edilmektedir. Serum lipitleri ve kolesterol seviyesi üzerine etkileri olduğu bilinen safra asitlerini bağırsakta çözünmez diyet lifleri bağlar ve vücutta yeniden emilmesini engeller (Acar vd., 2021).

Çizelge 4.60. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin toplam diyet lifi, çözünür ve çözünmez diyet lifi varyans analiz sonuçları

VK		Toplam diyet lifi miktarı %			Çözünür diyet lifi miktarı %			Çözünmez diyet lifi miktarı %		
	SD	KT	KO	F	KT	KO	F	KT	KO	F
Bulgur Çeşidi (BUÇ)	1	0,11	0,11	0,28	10,16	10,16	369460,23**	8,12	8,12	20,02**
Partikül Boyutu (PB)	1	28,62	28,62	69,58**	1,07	1,07	38991,28**	18,61	18,61	45,87**
Karıştırma Hızı (KH)	1	0,63	0,63	1,52	7,31	7,31	265876,95**	12,22	12,22	30,14**
BUÇ *x* PB	1	39,99	39,99	97,23**	0,29	0,29	10349,90**	47,03	47,03	115,95**
BUÇ *x* KH	1	0,87	0,87	2,12	8,46	8,46	307719,31**	3,91	3,91	9,63**
PB *x* KH	1	5,10	5,10	12,41**	1,10	1,10	40014,58**	10,94	10,94	26,98**
BUÇ *x* PB *x* KH	1	11,02	11,02	26,80**	0,44	0,44	16080,91**	15,87	15,87	39,14**
Hata	8	3,29	0,41		0,00	0,00		3,25	0,41	
Toplam	15	89,63	.		28,83	.		119,94	.	

p<0,05* düzeyinde önemli;*p<0,01* düzeyinde önemli; BUÇ: bulgur çeşidi; PB: partikül boyutu; KH: karıştırma hızı; VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması

Çiğ köfte örneklerinin toplam, çözünür ve çözünmez diyet lifi değerlerine bakıldığında makarnalık buğdaydan elde edilen çiğ köfte örneklerinin değerleri sırasıyla %20,87-25,37; %2,13-5,80; %15,09-22,65 arasında, ekmeklik buğdaydan elde edilen çiğ köfte örneklerinin değerleri ise %19,76-26,70; %1,70-2,15; %18,06-24,93 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre (Çizelge 4.61) toplam diyet lifinde ekmeklik çeşidin 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurundan elde edilen çiğ köftelerin toplam diyet lifi değeri en yüksek değeri alırken bunu makarnalık çeşidin 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurundan elde edilen çiğ köfte örnekleri takip etmiştir (%26,37 ve %23,38). Toplam diyet lifinde üçlü interaksiyon incelendiğinde ekmeklik çeşidin 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurunun 1 devir ve 3 devir karıştırma hızında elde edilen çiğ köfte örnekleri en yüksek değerleri almıştır (%26,54 ve %26,20). Çözünür diyet lifi değeri makarnalık buğdaydan elde edilen çiğ köfte örnekleri ekmeklik buğdaydan elde edilen çiğ köfte örnkerlerinde daha yüksektir (%3,57 ve %1,97). Makarnalık çeşidin 0,5 mm ve 1,6 mm partikül iriliğine sahip bulgurlardan elde edilen çiğ köfte örnekleri çözünür diyet lifinde en yüksek değerleri almışlardır (%3,96 ve %3,17). Çözünür diyet lifi üzerinde üçlü interaksiyon incelendiğinde makarnalık çeşidin 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurunun 3 devir karıştırma hızında elde edilen çiğ köfte örneği en yüksek değeri alırken bunu makarnalık çeşidin 1,6 mm partikül iriliğine sahip bulgurun 3 devir karıştırma hızında elde edilen çiğ köfte örneği takip etmiştir (%5,79 ve %4,15). Aynı şekilde çözünmez diyet lifi değeri için ekmeklik buğdaydan elde edilen çiğ köftelerin makarnalık çeşitten daha yüksek olduğu görülmüştür (%21,48 ve %20,05). Ekmeklik çeşidin 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurdan elde edilen çiğ köfte örneklerinin çözünmez diyet lifi en yüksek değeri alırken bunu makarnalık çeşidin 1,6 mm partikül iriliğine sahip bulgurdan elde edilen çiğ köfte örneği takip etmiştir (%24,27 ve %20,69). Çözünmez diyet lifinde üçlü interaksiyon incelendiğinde ekmeklik çeşidin 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurun 1 devir ve 3 devir karıştırma hızında elde edilen çiğ köfte örnkerleri en yüksek değerleri almıştır (%24,48 ve %24,06). Kontrol bulgur çiğ köftelerinin çözünür diyet lifi değeri çalışmada kullanılan örneklerle yakın değere sahip olduğu, toplam diyet lifi ve çözünmez diyet lifi değerlerinin çalışmada kullanılan örneklerde düşük olduğu görülmüştür. Partikül boyutu ve karıştırma hızına ait çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre (Çizelge 4.62) partikül boyutu üzerinde 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurlardan elde edilen çiğ köfte örnekleri her üç özellik içinde en yüksek değeri almıştır. Karıştırma hızında ise toplam diyet lifinde etkisi

bulunmamışken çözünür diyet lifinde 3 devir, çözünür diyet lifinde 1 devir karıştırma hızında elde edilen çiğ köfte örnekleri en yüksek değeri almıştır.

Çizelge 4.61. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin toplam diyet lifi, çözünür ve çözünmez diyet lifi miktarlarına ait çoklu karşılaştırma test sonuçları

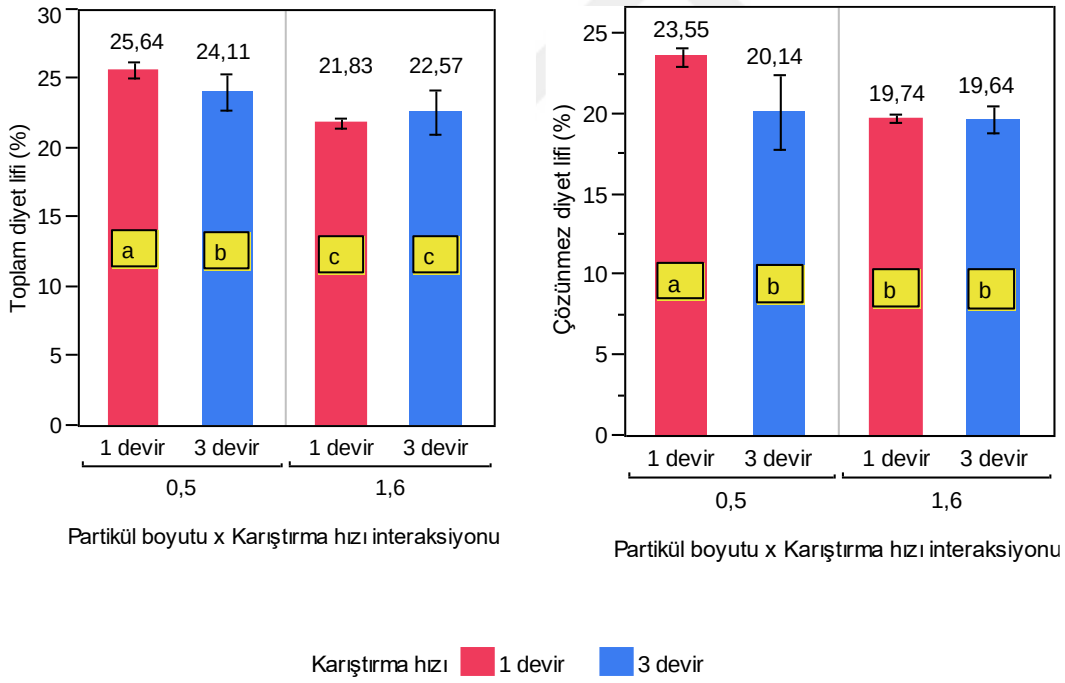
Bulgur çeşidi (BUÇ)	Partikül boyutu (PB)	Karıştırma hızı (KH)	Toplam diyet lifi miktarı (%)	Çözünür diyet lifi miktarı (%)	Çözünmez diyet lifi miktarı (%)
Ekmeklik	0,5	1 devir	26,54 ± 0,64^{a}	2,05 ± 0,01	24,48 ± 0,63^{a}
		3 devir	26,20 ± 0,41^{ab}	2,14 ± 0,00	24,06 ± 0,41^{ab}
		Ortalama	26,37 ± 0,48^{a}	2,10 ± 0,05^{c}	24,27 ± 0,50^{a}
	1,6	1 devir	21,23 ± 0,11^{cd}	1,99 ± 0,00	19,24 ± 0,11^{ef}
		3 devir	19,84 ± 0,11^{d}	1,70 ± 0,00	18,14 ± 0,11^{f}
		Ortalama	20,53 ± 0,81^{c}	1,85 ± 0,17^{d}	18,69 ± 0,64^{c}
	Ortalama		23,45 ± 3,18	1,97 ± 0,18^{B}	21,48 ± 3,03^{A}
Makarnalık	0,5	1 devir	24,74 ± 0,06^{b}	2,13 ± 0,00	22,61 ± 0,05^{bc}
		3 devir	22,02 ± 1,63^{c}	5,79 ± 0,01	16,23 ± 1,61^{g}
		Ortalama	23,38 ± 1,83^{b}	3,96 ± 2,12^{a}	19,42 ± 3,80^{c}
	1,6	1 devir	22,43 ± 0,17^{c}	2,20 ± 0,00	20,24 ± 0,17^{de}
		3 devir	25,29 ± 0,11^{ab}	4,15 ± 0,00	21,15 ± 0,11^{cd}
		Ortalama	23,86 ± 1,66^{b}	3,17 ± 1,13^{b}	20,69 ± 0,54^{b}
	Ortalama		23,62 ± 1,64	3,57 ± 1,62^{A}	20,05 ± 2,60^{B}
Kontrol		1 devir	20,86 ± 0,11	2,56 ± 0,00	18,29 ± 0,11
		3 devir	20,57 ± 0,11	4,76 ± 0,00	15,81 ± 0,11
		Ortalama	20,71 ± 0,19	3,66 ± 1,27	17,05 ± 1,44

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen bulgur çeşidi (BUÇ), küçük harflerle gösterilen "*BUÇ xpartikül boyutu (PB)*" interaksiyonuna, italik harflerle gösterilen "*BUÇ x PB x karıştıma hızı (KH)*" interaksiyonuna ait ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır *(p<0,01*).

Çizelge 4.62. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarından elde edilen çiğ köfte örneklerinde partikül boyutu ve karıştırma hızına ait toplam diyet lifi, çözünür ve çözünmez diyet lifi miktarlarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

Partikül boyutu (PB)	Karıştırma hızı (KH)	Toplam diyet lifi miktarı (%)	Çözünür diyet lifi miktarı (%)	Çözünmez diyet lifi miktarı (%)
0,5	1 devir	25,64 ± 1,10^{a}	2,09 ± 0,04^{c}	23,55 ± 1,14^{a}
	3 devir	24,11 ± 2,60^{b}	3,97 ± 2,11^{a}	20,14 ± 4,62^{b}
Ortalama		24,87 ± 2,02^{A}	3,03 ± 1,70^{A}	21,85 ± 3,61^{A}
1,6	1 devir	21,83 ± 0,70^{c}	2,10 ± 0,11^{c}	19,74 ± 0,59^{b}
	3 devir	22,57 ± 3,15^{c}	2,92 ± 1,40^{b}	19,64 ± 1,74^{b}
Ortalama		22,20 ± 2,15^{B}	2,51 ± 1,03^{B}	19,69 ± 1,20^{B}
Karıştırma hızı (KH)				
1 devir		23,73 ± 2,21	2,09 ± 0,08^{b}	21,64 ± 2,20^{a}
3 devir		23,34 ± 2,80	3,45 ± 1,75^{a}	19,89 ± 3,24^{b}

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen partikül boyutu (PB), küçük harflerle gösterilen karıştırma hızı (KH), italik harflerle gösterilen "*PB x KH*" interaksiyonuna ait ortalamalar istatiksel olarak birbirinden farklıdır *(p<0,01)*.



Şekil 4.5. Ekmeklik buğday bulguru ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinde Toplam diyet lifi ve Çözünmez diyet lifi üzerinde etkili *partikül boyutu (PB) x karıştırma hızı (KH) interaksiyonu*

Çiğ köfte örneklerinde çözünmez diyet lifi ve toplam diyet lifi zerinde partikül boyutu etkisi Şekil 4.5'de verilmiştir. Partikül boyutunun küçülmesi ve düşük karıştırma hızı toplam ve çözünmez diyet lifi miktarının artmasını sağlamıştır.

4.5.8. Antioksidan aktivite değeri, Toplam fenolik madde miktarı, β- karoten miktarı

Gıdalardaki fenolik bileşikler insan sağlığı üzerinde olumlu etkilere sahiptir. Gerek lezzet ve aromaya etkileri gerekse sağlık üzerinde yaptıkları etkilerle gıdaların tüketilmesi sırasında tercih edilme sebebi olabilmektedir. Yapılan son çalışmalarda fenolik bileşiklerin tat üzerine etkisinin dışında antioksidan, anti-karsinojen ve enflamasyonlara karşı fonksiyonlara sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. A vitamininin öncülü provitamin A etkisine sahip olan β- karoten buğdayda ve özellikle rüşeyminde miktar olarak en yüksek değerdedir. Makarna sektörü için önemli bir rol oynamaktadır (Hayta ve İşçimen, 2021).

Ekmeklik ve makarnalık buğdaylardan elde edilmiş çiğ köftelerin Antioksidan aktivite değeri, Toplam fenolik madde miktarı ve β-karoten miktarına ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.63'da gösterilmiştir. Çizelge 4.63 incelendiğinde antioksidan aktivite değeri üzerine bulgur çeşidi (BUÇ) önemli düzeyde ($p<0,05$), partikül boyutu (PB), karıştırma hızı (KH) ve *"PB x KH interaskiyonu"* üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu görülmüştür. Toplam fenolik madde miktarı üzerinde BUÇ, PB, KH, *"BUÇ x PB interaskiyonu", "PB x KH interaskiyonu"* üzerinde çok önemli düzeyde etkili olmuştur ($p<0,01$). β-karoten miktarı üzerinde PB ve KH çok önemli düzeyde etkili olmuştur ($p<0,01$).

Çizelge 4.63. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde, beta karoten miktarına ait varyans analiz sonuçları

VK		Antioksidan aktivite değeri, % inhibisyon			Toplam fenolik madde, mgGAE/kg			β- karoten, ppm		
	SD	KT	KO	F	KT	KO	F	KT	KO	F
Bulgur Çeşidi (BUÇ)	1	53,51	53,51	4,98*	1,79	1,79	55,05**	8,55	8,55	0,58
Partikül Boyutu (PB)	1	112,49	112,49	10,47**	0,89	0,89	27,17**	218,36	218,36	14,85**
Karıştırma Hızı (KH)	1	182,36	182,36	16,98**	1,48	1,48	45,32**	212,93	212,93	14,49**
BUÇ *x* PB	1	0,34	0,34	0,03	1,63	1,63	49,95**	30,21	30,21	2,06
BUÇ *x* KH	1	2,25	2,25	0,21	0,08	0,08	2,31	0,89	0,89	0,06
PB *x* KH	1	99,13	99,13	9,23**	0,78	0,78	23,77**	3,36	3,36	0,23
BUÇ *x* PB *x* KH	1	7,08	7,08	0,66	0,12	0,12	3,62	1,49	1,49	0,10
Hata	40	429,59	10,74		1,30	0,03		588,01	14,70	
Toplam	47	886,75			8,06			1063,80		

*$p<0,05$ düzeyinde önemli;**$p<0,01$ düzeyinde önemli; BUÇ: bulgur çeşidi; PB: partikül boyutu; KH: karıştırma hızıVK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması

Çiğ köfte örneklerinde Antioksidan aktivite değeri, Toplam fenolik madde miktarı ve β-karoten değerlerine bakıldığında makarnalık buğdaydan elde edilen çiğ köfte örneklerinin değerleri sırasıyla 11,62-21,04 % inh., 205,6-226,2 mg GAE/kg, 19,94-37,76 ppm arasında değiştiği, ekmeklik buğdaydan elde edilen örneklerin değerleri ise sırasıyla 1,19-17,80 % inh., 215,8-245,8 mgGAE/kg, 20,08-35,23 ppm arasında değiştiği görülmüştür. Çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre (Çizelge 4.64) makarnalık çeşide ait bulgurdan elde edilen çiğ köfte örneklerinin antioksidan değeri ekmeklik çeşitten daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (11,30 %inh. ve 10,91 %inh.). Toplam fenolik madde miktarı üzerine ekmeklik çeşide ait bulgurdan elde edilen çiğ köfte örneklerinin değeri makarnalık çeşitten daha yüksek çıkmıştır (225,93 mg GAE/kg ve 217,23 mg GAE/kg). Aynı şekilde partikül boyutu incelendiğinde ekmeklik çeşidin 1,6 mm ve 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurlardan elde edilen çiğ köfte örneklerinin toplam fenolik madde miktarı değerleri en yüksek değerleri almışlardır (232,33 mg GAE/kg ve 219,53 mg GAE/kg). Kontrol bulgur çiğ köftesine antioksidan aktivite değeri ve β- karoten miktarı daha yüksek değerde olduğu görülmüştür. Toplam fenolik madde miktarı değeri ile yakın değerlerde olduğu görülmüştür. Partikül boyutu ve karıştırma hızına ait çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre (Çizelge 4.65) partikül boyutu üzerinde antioksidan aktivite değeri ve β-karoten üzerinde 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurlardan elde edilen ve toplam fenolik madde miktarı üzerinde 1,6 mm partikül iriliğine sahip bulgrulardan elde edilen çiğ köfte örnekleri en yüksek değeri almıştır. Karıştırma hızında incelendiğinde her üç özellik içinde 3 devir karıştırma hızında elde edilen çiğ köfte örnekleri en yüksek değeri almıştır.

Çizelge 4.64. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde, β- karoten miktarına ait çoklu karşılaştırma test sonuçları

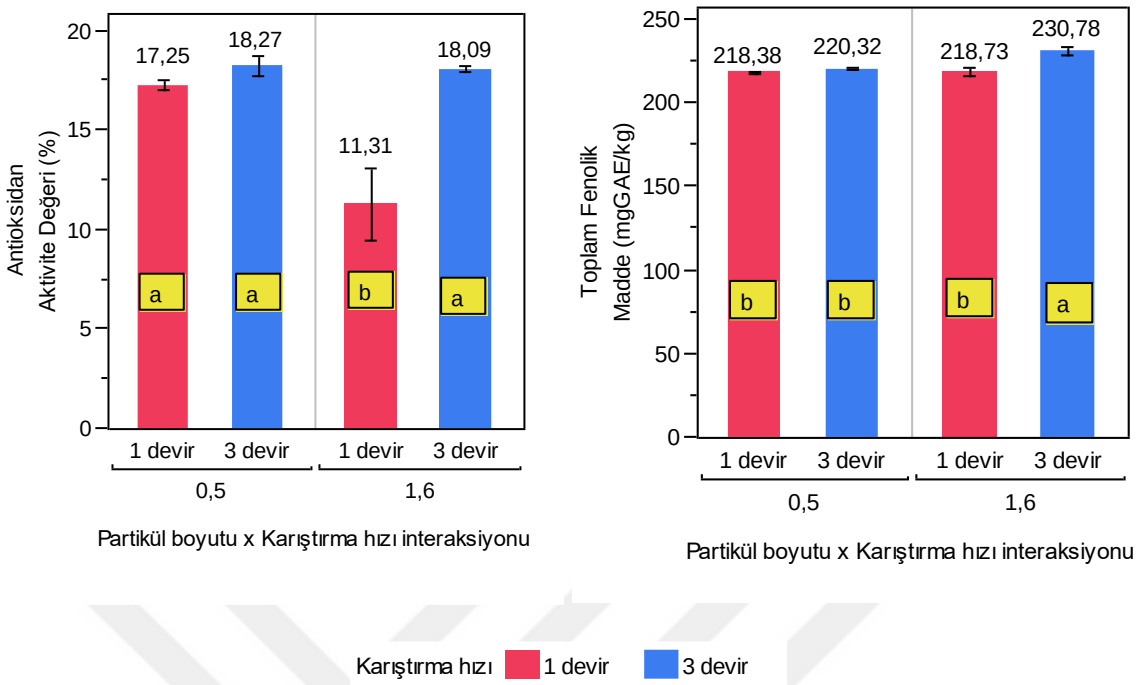
Bulgur çeşidi (BUÇ)	Partikül boyutu (PB)	Karıştırma hızı (KH)	Antioksidan aktivite değeri (%İnhibisyon)	Toplam fenolik madde (mgGAE/kg)	β-Karoten (ppm)
Ekmeklik	0,5	1 devir	16,45±0,15	218,37 ± 1,87	27,25 ± 2,54
		3 devir	17,14±0,67	220,70 ± 2,29	31,91 ± 2,18
		Ortalama	16,79±0,58	219,53 ± 2,34^{b}	29,58 ± 3,32
	1,6	1 devir	9,57±8,94	228,07 ± 2,59	21,57 ± 1,53
		3 devir	17,55±0,06	236,60 ± 8,49	25,88 ± 3,56
		Ortalama	13,56±7,33	232,33 ± 7,46^{a}	23,73 ± 3,45
	Ortalama		15,18±5,34^{B}	225,93 ± 8,48^{A}	26,65 ± 4,46
Makarnalık	0,5	1 devir	18,05±0,20	218,40 ± 2,11	26,43 ± 3,25
		3 devir	19,41±1,75	219,93 ± 0,85	31,25 ± 5,02
		Ortalama	18,73±1,38	219,17 ± 1,73^{b}	28,84 ± 4,75
	1,6	1 devir	13,06±1,49	209,40 ± 3,22	24,63 ± 4,88
		3 devir	18,63±0,36	225,07 ± 1,12^{b}	27,69 ± 5,64
		Ortalama	15,84±3,09	217,23 ± 8,50^{b}	26,16 ± 5,28
	Ortalama		17,29±2,77^{A}	218,20 ± 6,08^{B}	27,50 ± 5,10
Kontrol		1 devir	14,15±0,32	222,30 ± 3,62	24,25 ± 4,22
		3 devir	14,53±0,80	230,50 ± 6,75	32,59 ± 9,35
		Ortalama	14,34±0,61	226,40 ± 6,71	28,42 ± 8,17

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen bulgur çeşidi (BUÇ), küçük harflerle gösterilen "*BUÇ xpartikül boyutu (PB)*" interaksiyonuna ait ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır *(p<0,01*).

Çizelge 4.65. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarından elde edilen çiğ köfte örneklerinde partikül boyutu ve karıştırma hızına ait toplam diyet lifi, çözünür ve çözünmez diyet lifi miktarlarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

Partikül boyutu (PB)	Karıştırma hızı (KH)	Antioksidan aktivite değeri (%İnhibisyon)	Toplam fenolik madde (mgGAE/kg)	β-Karoten (ppm)
0,5	1 devir	17,25 ± 0,86^{a}	218,38 ± 1,90^{b}	26,84 ± 2,81
	3 devir	18,27 ± 1,73^{a}	220,32 ± 1,80^{b}	31,58 ± 3,70
Ortalama		17,76 ± 1,44^{A}	219,35 ± 2,02^{B}	29,21 ± 4,02^{A}
1,6	1 devir	11,31 ± 6,38^{b}	218,73 ± 10,14^{b}	23,10 ± 3,80
	3 devir	18,09 ± 0,61^{a}	230,83 ± 8,34^{a}	26,78 ± 4,60
Ortalama		14,70 ± 5,62^{B}	224,78 ± 10,98^{A}	24,94 ± 4,53^{B}
Karıştırma hızı (KH)				
1 devir		14,28 ± 5,38^{b}	218,56 ± 7,14^{b}	24,97 ± 3,786^{b}
3 devir		18,01 ± 1,53^{a}	225,58 ± 7,97^{a}	29,18 ± 4,760^{a}

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen partikül boyutu (PB), küçük harflerle gösterilen karıştırma hızı (KH), italik harflerle gösterilen "*PB x KH"* interaksiyonuna ait ortalamalar istatiksel olarak birbirinden farklıdır *(p<0,01).*



Şekil 4.6. Ekmeklik buğday bulguru ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinde Antioksidan aktivite değer ve Toplam Fenolik madde miktarı üzerinde etkili *partikül boyutu (PB) x karıştırma hızı (KH) interaksiyonu*

Çiğ köfte örneklerinde antioksidan aktivite değeri ve toplam fenolik madde miktarı üzerinde partikül boyutu ve karıştırma hızı etkisi Şekil 4.6'da verilmiştir. Çiğ köfte üretiminde karıştırma hızının artması ve partikül boyutunun artması fenolik madde miktarındaki değerin artmasına sebep olmuştur. Bulgurda sahip olunan fenolik madde miktarı çiğ köftede düştüğü tespit edilmiştir. Fenolik maddeler suda önemli ölçüde çözülmektedir. Çiğ köfte üretimi esnasında katılan suyunu bu değerin düşmesinde rolü olduğu düşünülmektedir. Bu bakımdan değerlendirildiğinde aynı partikül boyutunda bulgurdan çiğ köfteye işlenirken fenolik madde miktarı kaybı yaklaşık %80 civarındadır. Ayrıca karıştırma hızı ile pozitif etki gösteren bu değerlerden karıştırma hızının artışıyla beraber ortaya çıkan ısının bu değerlere etki edebileceği düşünülmektedir. Antioksidan aktivite değeri bulgurun çiğ köfteye işlenmesi sırasında yaklaşık olarak %40 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Çiğ köfte üretimi esnasında uygulanan karıştırma hızının antioksidan aktivite değeri üzerinde olumlu etkisi olduğu ve hız arttıkça antioksidan aktivite değerinde arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca partikül boyutu küçüldükçe antioksidan aktivite değerinin arttığı tespit edilmiştir.

4.5.9. Tekstür profil analizi

Ekmeklik ve makarnalık bulgurdan elde edilen çiğ köftelerinin sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, koheziflik, sakızımsılık, çiğnenebilirlik ve esneklik değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.66 ve Çizelge 4.67' de verilmiştir. Çizelgeler incelendiğinde sertlik değeri üzerinde bulgur çeşidi (BUÇ) önemli düzeyde ($p<0,05$), partikül boyutu (PB) çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili, karıştırma hızı (KH) ve *"interaksiyonları"* etkili olmaldığı görülmüştür. Yapışkanlık üzerinde BUÇ ve KH önemli düzeyde ($p<0,05$), *"BUÇ x PB interaksiyonu"* çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu görülmüştür. Elastikiyet üzerine *"PB x KH interaksiyonu"* önemli düzeyde ($p<0,05$) etkilii BUÇ, PB, KH ve *"interaksiyonlar"* üzerine etkili olmadığı görülmüştür. Koheziflik üzerine PB çok önemli düzeyde (p<0,01) etkili, *"PB x KH interaksiyonu"* önemli düzeyde ($p<0,05$) etkili, BUÇ, KH ve *"interaksiyonlar"* üzerine etkili olmadığı görülmüştür. Sakızımsılık üzerine PB çok önemli düzeyde (p<0,01) etkili, BUÇ, KH ve *"interaksiyonlar"* üzerine etkili olmadığı görülmüştür. Çiğnenebilirlik üzerine PB ve *"PB x KH interaksiyonu"* önemli düzeyde ($p<0,05$) etkili, BUÇ, KH ve *"interaksiyonlar"* üzerine etkili olmadığı görülmüştür. Esneklik üzerine KH ve *"PB x KH interaksiyonu"* önemli düzeyde ($p<0,05$) etkili, BUÇ, PB ve *"interaksiyonlar"* üzerine etkili olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.66. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin tekstür profil analizine ait (Sertlik, Yapışkanlık, Elastikiyet, Koheziflik, Sakızımsılık, Çiğnenebilirlik) varyans analiz sonuçları

VK		Sertlik, g			Yapışkanlık			Elastikiyet, %		
	S	KT	KO	F	KT	KO	F	KT	KO	F
Bulgur Çeşidi (BUÇ)	1	416937,53	416937,53	5,915*	7,37	7,37	8,52*	0,00	0,00	3,06
Partikül Boyutu (PB)	1	937701,72	937701,72	13,303**	1,73	1,73	1,99	0,00	0,00	0,01
Karıştırma Hızı (KH)	1	124316,88	124316,88	1,764	8,74	8,74	10,09*	0,00	0,00	0,05
BUÇ *x* PB	1	2361,33	2361,33	0,034	16,354	16,354	18,89**	0,00	0,00	0,12
BUÇ *x* KH	1	145124,04	145124,04	2,059	0,45	0,45	0,52	0,00	0,00	0,87
PB *x* KH	1	5455,67	5455,67	0,077	0,25	0,25	0,28	0,00	0,00	10,67*
BUÇ *x* PB *x* KH	1	1710,82	1710,82	0,024	3,41	3,41	3,93	0,00	0,00	0,05
Hata	8	563894,96	70486,87		6,93	0,87		0,00	0,00	
Toplam	1	2197502,9			45,22			0,00		
VK		Koheziflik, %			Sakızımsılık, g			Çiğnenebilirlik, g		
	S	KT	KO	F	KT	KO	F	KT	KO	F
Bulgur Çeşidi (BUÇ)	1	0,00	0,00	1,23	11190,04	11190,04	0,98	13,28	13,28	0,86
Partikül Boyutu (PB)	1	0,00	0,01	22,08**	282019,41	282019,41	24,58**	106,08	106,08	6,84*
Karıştırma Hızı (KH)	1	0,00	0,00	3,12	11102,10	11102,10	0,97	6,10	6,10	0,39
BUÇ *x* PB	1	0,00	0,00	0,00	2082,14	2082,14	0,18	0,06	0,06	0,00
BUÇ *x* KH	1	0,00	0,00	0,53	6098,52	6098,52	0,53	0,38	0,38	0,02
PB *x* KH	1	0,00	0,00	7,28*	12514,00	12514,00	1,09	156,26	156,26	10,07*
BUÇ *x* PB *x* KH	1	0,00	0,00	0,12	9374,60	9374,60	0,81	0,00	0,00	0,00
Hata	8	0,00	0,00		91789,91	11473,739		124,09	15,51	
Toplam	1	0,01	.		426170,72			406,25		

*$p<0,05$ düzeyinde önemli;**$p<0,01$ düzeyinde önemli; BUÇ: bulgur çeşidi; PB: partikül boyutu; KH: karıştırma hızı; VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması

Çizelge 4.67. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin tekstür profil analizine ait (Esneklik) varyans analiz sonuçları

VK		Esneklik, %		
	SD	KT	KO	F
Bulgur Çeşidi(BÇ)	1	0,00004	0,00004	0,31648
Partikül Boyutu (PB)	1	0,00026	0,00026	2,25055
Karıştırma Hızı (KH)	1	0,00078	0,00078	6,89231*
BÇ xPB	1	0,00004	0,00004	0,31648
BÇ x KH	1	0,00023	0,00023	1,97802
PB x KH	1	0,00078	0,00078	6,89231*
BÇ xPB x KH	1	0,00014	0,00014	1,26593
Hata	8	0,00091	0,00011	
Toplam	15	0,00318		

**p<0,05* düzeyinde önemli; BÇ: bulgur çeşidi; PB: partikül boyutu; KH: karıştırma hızı; VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması

Tekstür Profil Analizi gıda tekstürünün hızlı bir şekilde değerlendirilmesi için yaygın olarak kullanılan pratik bir yöntemdir. Sertlik ve yapışkanlık parametreleri çeşitli gıdalarda karşılaştırma için yaygın olarak kullanılmaktadır (Nishinari vd.,2013). Sertlik, gıdanın defromasyonunu sağlamak için gereken kuvvet, yapışkanlık gıdanın yüzeyi ile temas eden yüzey arasındaki çekim kuvvetini yenmek için gerekli kuvvet, elastikiyet deformasyon için kullanılan kuvvetin kaldırılması ile deformasyondan önceki haline dönüş hızı, koheziflik gıdanın iç yapısının deformasyonunun ölçülmesi, sakızımsılık yarı katı bir gıdanın parçalanması için gerekli enerji, çiğnenebilirlik katı bir gıdanın parçalanması için gerekli enerji, esneklik iki sıkıştırma arasındaki pozitif alanı ifade eder ve geri gelme miktarı olarak belirtilmiştir (Erdemir ve Karaoğlu, 2021).

Çiğ köfte örneklerinde sertlik, yapışkanlık ve elastikiyet değerlerine bakıldığında makarnalık buğdaydan elde edilen çiğ köfte örneklerinin değerleri sırasıyla 2474,57-3967,57 g; -6,071 - -1,021; % 0,016-0,032 arasında değişmiş, ekmeklik buğdaydan elde edilen örneklerin değerleri ise sırasıyla 3290,76-3935,23g; -4,779 - -0,706; % 0,015-0,025 arasında değiştiği görülmüştür. Çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.68) sertlik değeri üzerine ekmeklik çeşide ait bulgurlardan yapılan çiğ köftenin değerleri makarnalık çeşide ait bulgurlardan yüksek olduğu tespit edilmiştir (3604,05-3281,20 g). Yapışkanlık değeri incelendiğinde makarnalık çeşide ait bulgurlardan yapılan çiğ köftenin değerleri makarnalık çeşide ait bulgurlardan yüksek olduğu tespit edilmiştir (-2,606 ve -2,588). Aynı şekilde partikül boyutu incelendiğinde makarnalık çeşidin 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurlardan elde edilen çiğ köfte örneği en yüksek değeri alırken bunu ekmeklik çeşidin 1,6 mm partikül iriliğine sahip bulgurdan elde edilen çiğ köfte örneği takip etmiştir (-5,286 ve-3,271). Kontrol bulgurundan elde edilen çiğ köfte örnekleri sertlik ve elastikiyet değerleri bakımından çalışmada kullanılan çeşitlerle yakın değere sahip olduğu, yapışkanlık değerinde ise çalışmada kullanılan örnekten daha yüksek değere sahip olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.68. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin sertlik, yapışkanlık, elastikiyet özelliklerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları

Bulgur çeşidi (BUÇ)	Partikül boyutu (PB)	Karıştırma hızı (KH)	Sertlik g	Yapışkanlık	Elastikiyet %
Ekmeklik	0,5	1 devir	3832,96 ± 144,63	-0,750 ± 0,06	0,022 ± 0,00
		3 devir	3835,03 ± 120,20	-3,063 ± 0,03	0,018 ± 0,00
		Ortalama	3833,99 ± 108,58	-1,906 ± 1,34^{c}	0,020 ± 0,00
	1,6	1 devir	3389,33 ± 139,40	-3,285 ± 2,11	0,015 ± 0,00
		3 devir	3358,90 ± 81,51	-3,257 ± 1,42	0,024 ± 0,00
		Ortalama	3374,11 ± 94,87	-3,271 ± 1,47^{b}	0,020 ± 0,01
	Ortalama		3604,05 ± 263,32^{A}	-2,588 ± 1,49^{B}	0,020 ± 0,00
Makarnalık	0,5	1 devir	3323,24 ± 298,62	-4,717 ± 0,27	0,028 ± 0,01
		3 devir	3747,63 ± 311,05	-5,855 ± 0,31	0,019 ± 0,00
		Ortalama	3535,43 ± 349,30	-5,286 ± 0,70^{a}	0,023 ± 0,01
	1,6	1 devir	2872,38 ± 562,60	-1,362 ± 0,48	0,021 ± 0,01
		3 devir	3181,54 ± 2,22	-3,851 ± 0,21	0,027 ± 0,01
		Ortalama	3026,96 ± 370,63	-2,606 ± 1,49^{c}	0,024 ± 0,01
	Ortalama		3281,20 ± 430,15^{B}	-3,946 ± 1,78^{A}	0,024 ± 0,01
Kontrol		1 devir	3735,99 ± 476,10	-0,793 ± 0,40	0,020 ± 0,00
		3 devir	3429,73 ± 627,24	-0,445 ± 0,29	0,023 ± 0,00
		Ortalama	3582,86 ± 487,82	-0,619 ± 0,35	0,021 ± 0,00

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen bulgur çeşidi (BUÇ), küçük harflerle gösterilen "*BUÇ xpartikül boyutu (PB)*" interaksiyonuna ait ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır *(p<0,05*).

Koheziflik, sakızımsılık, çiğnenebilirlik, esneklik değerlerine bakıldığında makarnalık buğdaydan elde edilen çiğ köfte örneklerinin değerleri sırasıyla %0,162-0,247, 331,55-837,13 g, 7,21-27,86 g, %0,093-0,126 arasında, ekmeklik buğdaydan elde edilen örneklerin değerleri ise %0,151-0,252, 514,67-992,33 g, 7,86-22,53 g, %0,089-0,142 arasında değiştiği görülmüştür (Çizelge 4.69). Partikül boyutu ve karıştırma hızına ait çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre (Çizelge 4.70 ve Çizelge 71) partikül boyutu üzerinde sertlik, koheziflik ve sakızımsılık üzerinde 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurlardan elde edilen çiğ köfte örnekleri en yüksek değeri almıştır. Karıştırma hızında incelendiğinde yapışkanlık ve sakızımsılık üzerinde 1 devir karıştırma hızında elde edilen çiğ köfte örnekleri en yüksek değeri almıştır.

Çizelge 4.69. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin koheziflik, sakızımsılık, çiğnenebilirlik ve esneklik özelliklerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları

Bulgur çeşidi (BUÇ)	Partikül boyutu (PB)	Karıştırma hızı (KH)	Koheziflik %	Sakızımsılık g	Çiğnenebilirlik g	Esneklik %
Ekmeklik	0,5	1 devir	0,234 ± 0,03	899,18 ±131,74	19,89 ± 3,73	0,135 ± 0,01
		3 devir	0,184 ± 0,01	703,11 ± 63,32	12,75 ± 2,02	0,093 ± 0,01
		Ortalama	0,209 ± 0,03	801,14 ± 141,2	16,32 ± 4,80	0,114 ± 0,02
	1,6	1 devir	0,164 ± 0,01	552,12 ± 27,02	8,40 ± 0,77	0,110 ± 0,01
		3 devir	0,169 ± 0,02	564,74 ± 70,80	13,69 ± 2,72	0,108 ± 0,01
		Ortalama	0,166 ± 0,02	558,43 ± 44,36	11,05 ± 3,46	0,109 ± 0,01
	Ortalama		0,187 ± 0,03	679,79 ± 161,92	13,69 ± 4,79	0,111 ± 0,02
Makarnalık	0,5	1 devir	0,235 ± 0,02	781,65 ± 129,38	21,93 ± 8,42	0,121 ± 0,01
		3 devir	0,204 ± 0,01	760,49 ± 12,41	14,11 ± 0,21	0,107 ± 0,01
		Ortalama	0,219 ± 0,02	771,07 ± 76,03	18,02 ± 6,64	0,114 ± 0,01
	1,6	1 devir	0,170 ± 0,01	485,78 ± 62,57	10,63 ± 4,83	0,102 ± 0,01
		3 devir	0,182 ± 0,02	479,67 ± 209,46	15,36 ± 1,97	0,104 ± 0,01
		Ortalama	0,176 ± 0,02	482,72 ± 126,26	13,00 ± 4,07	0,103 ± 0,01
	Ortalama		0,198 ± 0,03	626,89 ± 181,84	15,51 ± 5,76	0,108 ± 0,01
Kontrol		1 devir	0,220 ± 0,03	813,10 ± 13,57	15,82 ± 1,30	0,140 ± 0,02
		3 devir	0,212 ± 0,02	733,38 ± 191,65	17,19 ± 7,56	0,136 ± 0,00
		Ortalama	0,216 ± 0,02	733,24 ± 120,1	16,50 ± 4,50	0,138 ± 0,01

Çizelge 4.70. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarından elde edilen çiğ köfte örneklerinde partikül boyutu ve karıştırma hızına ait sertlik, yapışkanlık, elastikiyet özelliklerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları

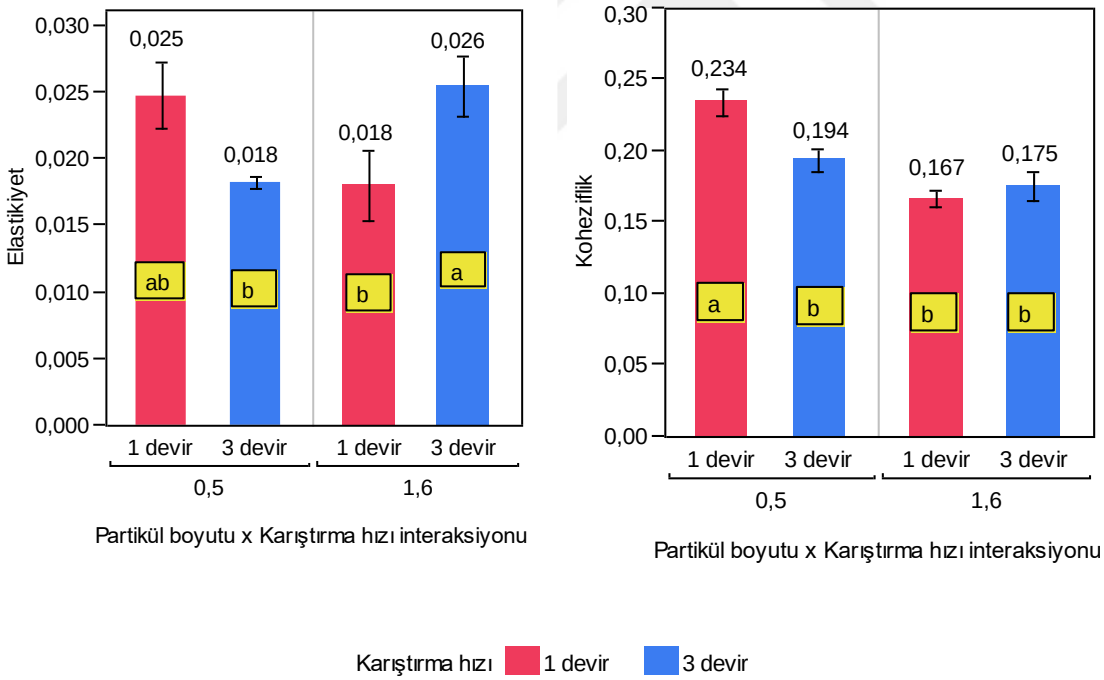
Partikül boyutu (PB)	Karıştırma hızı (KH)	Sertlik g	Yapışkanlık	Elastikiyet %
0,5	1 devir	3578,10 ± 351,14	-2,73 ± 2,29	0,025 ± 0,01^{ab}
	3 devir	3791,33 ± 199,03	-4,46 ± 1,62	0,018 ± 0,00^{b}
Ortalama		3684,71 ± 287,77^{A}	-3,60 ± 2,06	0,022 ± 0,00
1,6	1 devir	3130,86 ± 448,40	-2,32 ± 1,67	0,018 ± 0,01^{b}
	3 devir	3270,22 ± 112,70	-3,55 ± 0,90	0,026 ± 0,01^{a}
Ortalama		3200,54 ± 311,71^{B}	-2,94 ± 1,41	0,022 ± 0,01
Karıştırma hızı (KH)				
1 devir		3354,48 ± 442,90	-2,53 ± 1,87^{a}	0,021 ± 0,01
3 devir		3530,77 ± 316,2380	-4,01 ± 1,31^{b}	0,022 ± 0,00

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen partikül boyutu (PB), küçük harflerle gösterilen karıştırma hızı (KH), italik harflerle gösterilen "*PB x KH"* interaksiyonuna ait ortalamalar istatiksel olarak birbirinden farklıdır *(p<0,01).*

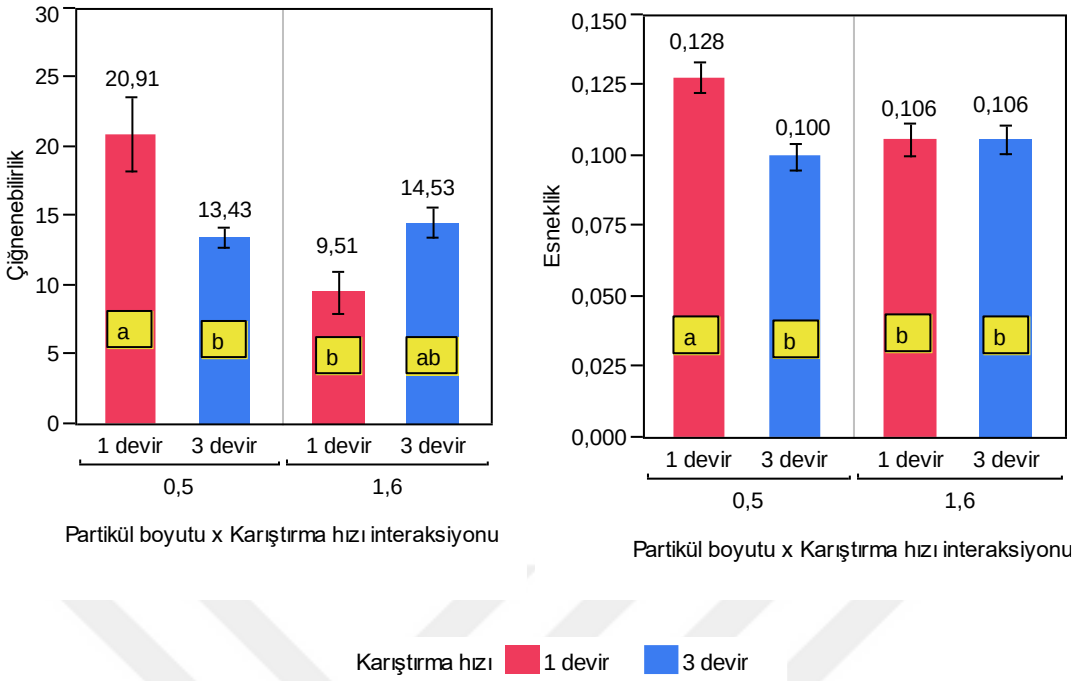
Çizelge 4.71. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarından elde edilen çiğ köfte örneklerinde partikül boyutu ve karıştırma hızına ait koheziflik, sakızımsılık, çiğnenebilirlik ve esneklik özelliklerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları

Partikül boyutu (PB)	Karıştırma hızı (KH)	Koheziflik %	Sakızımsılık g	Çiğnenebilirlik g	Esneklik %
0,5	1 devir	0,234 ± 0,02^{a}	840,41 ± 126,37	20,91 ± 5,44^{a}	0,128±0,011^{a}
	3 devir	0,194 ± 0,02^{b}	731,80 ± 49,85	13,43 ± 1,41^{b}	0,100±0,010^{b}
Ortalama		0,214 ± 0,027^{A}	786,10 ± 106,21^{A}	17,17 ± 5,34	0,114±0,02
1,6	1 devir	0,167 ± 0,011^{b}	518,95 ± 54,91	9,51 ± 3,10^{b}	0,106±0,012^{b}
	3 devir	0,175 ± 0,020^{b}	522,20 ± 136,78	14,53 ± 2,17^{ab}	0,106±0,010^{b}
Ortalama		0,171± 0,016^{B}	520,58 ± 90,51^{B}	12,01±3,0	0,106±0,01
Karıştırma hızı (KH)					
1 devir		0,201 ± 0,039	679,68 ± 1,87^{a}	15,21±7,35	0,117±0,016
3 devir		0,184 ± 0,019	627,00 ± 1,31^{b}	13,98±1,79	0,103±0,010

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen partikül boyutu (PB), küçük harflerle gösterilen karıştırma hızı (KH), italik harflerle gösterilen "*PB x KH*" interaksiyonuna ait ortalamalar istatiksel olarak birbirinden farklıdır *(p<0,01)*.



Şekil 4.7 Ekmeklik buğday bulguru ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin elasitikiyet ve koheziflik üzerine *partikül boyutu (PB) x karıştırma hızı (KH) interaksiyonu*



Şekil 4.8. Ekmeklik buğday bulguru ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin çiğnenebilirlik ve esneklik üzerine *partikül boyutu (PB) x karıştırma hızı (KH) interaksiyonu*

Çiğ köfte örneklerinde elastikiyet, koheziflik, çiğnenebilirlik ve esneklik esneklik üzerine "*partikül boyutu (PB) x karıştırma hızı (KH) interaksiyonu"* etkisi Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de verilmiştir. 1,6 mm partikül iriliğine sahip bulgurun 3 devir karıştırma hızında elde edilen çiğ köfte örnekleri en yüksek elastikiyet değeri alırken bunu 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurun 1 devir karıştırma hızında elde edilen çiğ köfte örneği takip etmiştir. Koheziflik üzerinde 0,5 mm partikül iriliğinde düşük devir hızında elde edilen çiğ köfte örnekleri etkili olmuştur. Çiğnenebilirlik üzerinde 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurun 1 devir karıştırma hızında elde edilen çiğ köfte örnekleri en yüksek değeri almıştır. Esneklik üzerinde 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurun 1 devir karıştırma hızında elde edilen çiğ köfte örneği en yüksek değeri almıştır.

4.5.10. Duyusal değerlendirme

Ekmeklik ve makarnalık buğdaydan elde edilen bulgur örneklerinden yapılan çiğköftelerde; tane belirginliği, macunumsuluk, ele yapışma, dişe yapışma, lezzet ve genel beğeni özellikleri duyusal olarak 20 panelist tarafından değerlendirilmiştir. Tüketicilerin bir

gıdayı tercih etmesi ve satın almasında duyusal değerlendirme önemli bir rol oynar. Gıdalardaki tat farklılıkları o ürüne ait tüketilebilirliğini etkilemektedir (Karaman ve Çetinkaya, 2020).

Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin duyusal değerlendirme sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.72'de verilmiştir. Çizelge 4.72 incelendiğinde tane belirginliği üzerinde bulgur çeşidi (BUÇ) ve partikül boyutu (PB) çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili, karıştırma hızı (KH) ve *"interaksiyonların"* etkili olmadığı görülmüştür. Macunumsuluk üzerinde BUÇ çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili, PB, KH ve *"interaksiyonların"* etkili olmadığı görülmüştür. Ele yapışma üzerine BUÇ önemli düzeyde ($p<0,05$), PB çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili, KH ve *"interaksiyonların"* etkili olmadığı görülmüştür. Dişe yapışma üzerine PB önemli düzeyde ($p<0,05$) etkili, BUÇ, KH ve *"interaksiyonların"* etkili olmadığı görülmüştür. Lezzet üzerine BUÇ ve *"BUÇ x PB x KH interaksiyonun"* çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu görülmüştür. Genel beğeni üzerine BUÇ ve *"BUÇ x PB x KH interaksiyonun"* çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili, PB önemli düzeyde ($p<0,05$) etkili olduğu görülmüştür.

Çiğ köfte örneklerinde duyusal değerlendirme için çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.73) tane belirginliği, lezzet ve genel beğeni üzerine ekmeklik çeşide ait bulgurlardan yapılan çiğ köftenin değerleri ve macunumsuluk ve ele yapışma üzerinde makarnalık çeşide ait bulgurlardan yapılan çiğ köfte örnekleri panelistler tarafından yüksek olarak değerlendirilmiştir. Partikül boyutu ve karıştırma hızına ait çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre (Çizelge 4.74) partikül boyutunda tane iriliği ve ele yapılma üzerinde 0,5 mm partikül iriliğine sahip bulgurlardan elde edilen çiğ köfte örnekleri ve genel beğeni üzerinde 1,6 mm partikül iriliğine sahip bulgurudan elde edilen çiğ köfte örnekleri en yüksek değeri almıştır. Karıştırma hızının duyusal değerlendirme kriterleri üzerinde etkisinin olmadığı bulunmuştur.

Çizelge 4.72. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin duyusal değerlendirmevaryans analiz sonuçları

VK		Tane Belirginliği			Macunumsuluk			Ele Yapışma		
	SD	KT	KO	F	KT	KO	F	KT	KO	F
Bulgur Çeşidi (BUÇ)	1	30	30	35,19**	12,03	12,03	11,19**	5,63	5,63	4,42*
Partikül Boyutu (PB)	1	8,53	8,53	10,01**	2,70	2,70	2,51	14,70	14,70	11,53**
Karıştırma Hızı (KH)	1	0,13	0,13	0,16	0,03	0,03	0,03	1,20	1,20	0,94
BUÇ *x* PB	1	0,83	0,83	0,98	1,63	1,63	1,52	4,80	4,80	3,76
BUÇ *x* KH	1	0,03	0,03	0,04	0,30	0,30	0,28	0,83	0,83	0,65
PB *x* KH	1	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	1,63	1,63	1,28
BUÇ *x* PB *x* KH	1	3,33	3,33	3,91	0,03	0,03	0,03	1,20	1,20	0,94
Hata	112	95,47	0,85		120,40	1,08		142,8	1,28	
Toplam	119	138,37	.		137,17	.		172,8	.	
VK		Dişe Yapışma			Lezzet			Genel Beğeni		
	SD	KT	KO	F	KT	KO	F	KT	KO	F
Bulgur Çeşidi (BUÇ)	1	3,33	3,33	3,11	16,88	16,88	20,66**	17,63	17,63	19,75**
Partikül Boyutu (PB)	1	5,63	5,63	5,25*	3,01	3,01	3,68	4,80	4,80	5,37*
Karıştırma Hızı (KH)	1	4,03	4,03	3,76	1,41	1,41	1,72	1,20	1,20	1,34
BUÇ *x* PB	1	2,13	2,13	1,99	4,41	4,41	5,40	3,33	3,33	3,73
BUÇ *x* KH	1	0,53	0,53	0,50	0,01	0,01	0,01	0,53	0,53	0,60
PB *x* KH	1	0,03	0,03	0,03	0,08	0,08	0,09	0,03	0,03	0,04
BUÇ *x* PB *x* KH	1	0,13	0,13	0,12	6,08	6,08	7,44**	5,63	5,63	6,31*
Hata	112	120,13	1,07		91,47	0,82		100,0	0,89	
Toplam	119	135,97	.		123,33	.		133,1	.	

***p<0,01* düzeyinde önemli;**p<0,05* düzeyinde önemli; BUÇ: bulgur çeşidi; PB: partikül boyutu; KH: karıştırma hızı; VK: varyasyon kaynakları; SD: serbestlik derecesi; KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması

Çizelge 4.73 Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarına ait çiğ köfte örneklerinin duyusal değerlendirme özelliklerinin çoklu karşılaştırma

Bulgur çeşidi (BUÇ)	Partikül boyutu (PB)	Karıştırma hızı (KH)	Tane Belirginliği	Macunumsuluk	Ele Yapışma	Dişe Yapışma	Lezzet	Genel Beğeni
Ekmeklik	0,5	1 devir	4,33 ± 0,62	3,00 ± 1,36	2,73 ± 1,22	3,20 ± 1,21	3,47 ± 1,06^{abc}	3,60 ± 1,12^{abc}
		3 devir	4,07 ± 0,88	3,13 ± 0,92	2,73 ± 1,03	2,93 ± 0,96	4,07 ± 0,88^{a}	4,07 ± 0,96^{a}
		Ortalama	4,20 ± 0,76	3,07 ± 1,14	2,73 ± 1,11	3,07 ± 1,08	3,77 ± 1,01	3,83 ± 1,05
	1,6	1 devir	4,33 ± 0,62	3,07 ± 1,16	3,07 ± 1,33	3,33 ± 1,29	3,93 ± 0,88^{a}	3,93 ± 0,88^{ab}
		3 devir	4,80 ± 0,41	3,20 ± 1,32	3,00 ± 1,51	3,13 ± 1,41	3,73 ± 0,88^{ab}	3,60 ± 0,91^{abc}
		Ortalama	4,57 ± 0,57	3,13 ± 1,22	3,03 ± 1,40	3,23 ± 1,33	3,83 ± 0,87	3,77 ± 0,90
	Ortalama		4,38 ± 0,69^{A}	3,10 ± 1,17^{B}	2,88 ± 1,26^{B}	3,15 ± 1,20	3,80 ± 0,94^{A}	3,80 ± 0,97^{A}
Makarnalık	0,5	1 devir	2,87 ± 0,83	3,47 ± 0,52	2,73 ± 0,88	3,33 ± 0,72	3,53 ± 0,74^{abc}	3,47 ± 0,92^{abc}
		3 devir	3,20 ± 0,77	3,47 ± 0,74	2,80 ± 0,77	2,93 ± 0,26	3,27 ± 0,70^{bc}	3,33 ± 0,72^{bc}
		Ortalama	3,03 ± 0,81	3,47 ± 0,63	2,77 ± 0,82	3,13 ± 0,57	3,40 ± 0,72	3,40 ± 0,81
	1,6	1 devir	3,87 ± 1,51	4,07 ± 1,03	4,27 ± 1,10	4,13 ± 0,99	2,33 ± 1,05^{d}	2,27 ± 1,03^{d}
		3 devir	3,60 ± 1,24	3,93 ± 0,96	3,47 ± 0,99	3,53 ± 0,99	3,07 ± 0,96^{c}	3,07 ± 0,96^{c}
		Ortalama	3,73 ± 1,36	4,00 ± 0,98	3,87 ± 1,11	3,83 ± 1,02	2,70 ± 1,06	2,67 ± 1,06
	Ortalama		3,38 ± 1,17^{B}	3,73 ± 0,86^{A}	3,32 ± 1,11^{A}	3,48 ± 0,89	3,05 ± 0,96^{B}	3,03 ± 1,01^{B}
Kontrol		1 devir	4,00 ± 0,76	2,13 ± 0,83	1,60 ± 0,63	1,93 ± 0,70	2,40 ± 0,74	2,53 ± 1,06
		3 devir	4,40 ± 1,12	1,93 ± 0,70	1,27 ± 0,46	2,00 ± 0,65	2,47 ± 0,83	2,20 ± 0,94
		Ortalama	4,20 ± 0,96	2,03 ± 0,76	1,43 ± 0,57	1,97 ± 0,67	2,43 ± 0,77	2,37 ± 1,00

test sonuçları

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen bulgur çeşidi (BUÇ), küçük harflerle gösterilen "*BUÇ xpartikül boyutu (PB)*" interaksiyonuna ait ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır *(p<0,01)*.

Çizelge 4.74. Ekmeklik ve makarnalık buğday bulgurlarından elde edilen çiğ köfte örneklerinde partikül boyutu ve karıştırma hızına ait duyusal değerlendirme özelliklerinin çoklu karşılaştırma test sonuçları

Partikül boyutu (PB)	Karıştırma hızı (KH)	Tane Belirginliği	Macunumsuluk	Ele Yapışma	Dişe Yapışma	Lezzet	Genel Beğeni
0,5	1 devir	3,60 ± 1,04	3,23 ± 1,04	2,73 ± 1,05	3,27 ± 0,98	3,5 ± 0,9	3,53 ± 1,01
	3 devir	3,63 ± 0,93	3,3 ± 0,84	2,77 ± 0,9	2,93 ± 0,69	3,67 ± 0,88	3,7 ± 0,92
Ortalama		3,62 ± 0,98^{B}	3,27 ± 0,94	2,75 ± 0,97^{B}	3,1 ± 0,86	3,58 ± 0,89	3,62 ± 0,96^{A}
1,6	1 devir	4,10 ± 1,16	3,57 ± 1,19	3,67 ± 1,35	3,73 ± 1,2	3,13 ± 1,25	3,1 ± 1,27
	3 devir	4,20 ± 1,10	3,57 ± 1,18	3,23 ± 1,28	3,33 ± 1,21	3,4 ± 0,97	3,33 ± 0,96
Ortalama		4,15 ± 1,12^{A}	3,57 ± 1,18	3,45 ± 1,32^{A}	3,53 ± 1,21	3,27 ± 1,12	3,22 ± 1,12^{B}
Karıştırma hızı (KH)							
1 devir		3,85 ± 1,12	3,40 ± 1,12	3,20 ± 1,29	3,5 ± 1,11	3,32 ± 1,1	3,32 ± 1,16
3 devir		3,92 ± 1,05	3,43 ± 1,03	3,00 ± 1,12	3,13 ± 1,00	3,53 ± 0,93	3,52 ± 0,95

Aynı sütunda büyük harflerle gösterilen partikül boyutuna (PB) ait ortalamalar istatiksel olarak birbirinden farklıdır *($p<0,01$).*

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada Mısır Araştırma Enstitüsünde tescil edilmiş ve üretilmiş olan kırmızı makarnalık (Altınsa) ve kırmızı ekmeklik (Altuğ) buğday çeşitleri kullanılarak iki farklı partikül iriliğinde (0.5 mm ve 1.6 mm) köftelik bulgur üretimi sağlanmıştır. Çalışmanın amacı bu iki çeşidin bulgurluk kalitelerinin değerlendirilmesi ve nihai bir ürün olan çiğ köfte yapımı için uygunluğunun ticari bir çiğ köftelik bulgur ile karşılaştırılarak araştırılmasıdır. 3 aşamada ilerleyen çalışmada önce tanenin fiziksel ve kimyasal değerlendirmeleri yapılmış, ardından örneklerden 1.6 mm ve 0.5 mm partikül iriliğinde bulgur üretimi sağlanmıştır. Üretim verimlilikleri tespit edildikten sonra hedeflenen partikül iriliklerine getirilen bulgurlardan Adıyaman yöresinin tescilli çiğ köfte reçetesi kullanılarak çiğ köfte üretimi yapılmıştır. Üretim esnasında iki farklı hız seçilmiş, elle yoğurma (1 devir) ve endüstriyel üretim modellemesi (3 devir) amaçlanarak karşılaştırılmalı çalışması yapılmıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen bulgular şu şekilde sıralanabilir;

Çeşit, toprak, yetiştirme dönemindeki iklim şartlarından etkilenen hektolitre TS 2974 buğday standardında 1. Sınıf buğday değerini 78 kg/Hl olarak belirlemiştir. Çalışmada kullanılan buğday çeşitlerinin her ikisinin değerleri de bu değerden daha yüksek bulunmuş ve ekmeklik buğday çeşidinin değerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (81,47 hg/Hl ve 79,53 kg/Hl). Tane yoğunluğuna bağlı olarak değişim gösteren bin tane ağırlığı makarnalık buğday çeşidinde daha yüksek değer almıştır (57,77g). Değirmencilik açısından önemli bir parametre olan tane iriliğinde makarnalık buğday çeşidinin tane irilik dağılımının daha homojen olduğu ve daha yüksek değerde olduğu bulunmuştur (2,8+2,5mm %96,43, <2,8 mm %76,00). Tane dolgunluğu, kepek tabakasının miktarı, karın çizgisinin gibi faktörler ekmeklik çeşidin tane iriliğinin düşük olmasına rağmen hektolitre değerinin yüksek olmasını sağlamıştır.

Değirmencilik ve öğütme teknolojisinde sertlik önemli bir değer olmaktadır. Sertlik değeri ve soyma sayısı değerleri incelendiğinde buğday çeşitlerinin sert buğday olduğu ve her iki parametre için makarnalık buğday çeşidinin daha yüksek değer aldığı tespit edilmiştir (79,80 ve 21,06). Önceki kaynaklarda camsılık değerinin de bir sertlik parametresi olduğu

düşünülse de son yıllarda bu yaklaşım tanenin sert ya da yumuşak olarak belirlenmesi yerine protein oranı miktarının yoğunluğu olarak değerlendirilmeye başlanmıştır. Çalışmadaki buğday çeşitlerinin camsılık değerlerinin yüksek olduğu ve makarnalık buğday çeşidinin daha yüksek değer aldığı bulunmuştur (Camsı tane %93,0). Bazı istinalar dışında buğdayın tane renginin koyu renk (kırmızılık) sertlik ve yumuşaklık ile ilişkilendirilmektedir. Çalışmadaki çeşitlerin tane renk değerlerinin koyu renk olduğu ve değerlerin birbirine yakın olduğu bulunmuştur.

Nem miktarı tahıllarda özellikle depolama sırasında önemli bir kalite kriteri olarak karşımıza çıkar. Çalışmadaki her iki çeşidin nem içeriği de depolama koşullarının sağlanması için uygun değerde olduğu tespit edilmiş ve ekmeklik çeşidin nem değerinin daha düşük olduğu bulunmuştur (%12,28 ve %10,65).

Beslenme açısından önemli olan tahıl proteinleri buğdayda son ürün kalitesi üzerinde ve kullanılacak amaca uygunluğu belirlemede önemli bir etkiye sahiptir. Çalışmadaki buğday çeşitlerinin protein içeriği ortalama değerler üzerinde olduğu, makarnalık buğday çeşidinin protein değerinin daha yüksek olduğu bulunmuştur (%13,19 ve %11,94). Son ürün kalitesi üzerinde etkili olan gluten kalitesi ve miktarı hakkında bilgi veren sedimentasyon değeri ekmeklik çeşitte daha yüksek çıkmıştır (45 ml ve 26 ml).

Öğütmede önemli bir parametre olan kül miktarı buğday tanesinde daha çok kepek kısmında bulunur. Kül miktarları incelendiğinde makarnalık çeşidin değerinin daha yüksek olduğu bulunmuştur (%1,60). Mineral madde miktarı buğday tanesinde homojen bir dağılım göstermemekle birlikte merkezden endosperme doğru, oradan da dışına doğru gittikçe arttığı bilinmektedir. Buğday çeşitlerinden makarnalık buğdayın mineral madde miktarının daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Pişmiş buğday örneklerinde nem değerinde önemli bir fark bulunmamıştır. Renk özellikleri üzerinde yapılan pişirme işleminden kaynaklı L* ve b* değerlerinde makarnalık çeşitte daha yüksek değerler bulunmuştur.

Bulgur verimi hesaplandığında toplam bulgur veriminin yüksek olduğu (%99,84) bulunmuştur. Pilavlık bulgur için ekmeklik çeşitten elde edilen bulgurların verimi daha

yüksek çıkarken (%72,30) köftelik bulgurda makarnalık çeşitten elde edilen bulgur verimi daha yüksek çıkmıştır (%32,66). Tanenin yapısının sert olması kırma işlemi sırasında küçük partikül boyutlarına daha hızlı ve kolay ulaşıldığını göstermektedir.

Çalışmada bulgur tipi ve çeşitlerinde nem miktarı üzerinde önemli bir fark bulunmamıştır (ekmeklik; %14,20 ve makarnalık; %14,17). Ancak kontrol örneğinin nem miktarının daha düşük olduğu tespit edilmiştir (%11,97). Partikül boyutunun küçülmesi ile nem miktarı arasında neagtif bir ilişki olduğu, partikül boyutu küçüldükçe nem miktarının arttığı görülmüştür. Yüzey alanının genişlemesi nem miktarında artışa neden olduğu düşünülmektedir (%14,25)

Buğdayın pişirilmesi işlemi tanede kepek ve alöron tabakada daha yoğun bulunan kül ve mineral maddelerin buğday tanesinin içine doğru nüfuz etmesini sağlamıştır. Buğdaydan bulgura işleme sırasında kül miktarında düşük bir azalma olduğu görülmüş ve makarnalık çeşidin değerleri daha yüksek bulunmuştur (%1,46). Mineral madde miktarı bulgur örneklerinde buğday örneklerine göre daha yüksek değer almıştır. Buğday tanesinde makarnalık çeşidin mineral madde miktarlarının daha yüksek olmasına rağmen bulgur örneklerinde N (%2,82), Mg (%0,12), Cu (7,55 mg/kg), Zn (32,51 mg/kg) ve Mn (38,29 mg/kg) değerleri ekmeklik çeşitte daha yüksek değer aldığı görülmüştür. Kontrol örneği ile yapılan karşılaştırmada çalışmada kullanılan çeşitlerin kül miktarı ve mineral miktarlarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Kepekten etkilenen kül miktarı ve mineral madde miktarı değerleri, partikül boyutu küçüldükçe artmıştır.

Bulgur üretiminde buğdayın yüksek protein oranına ve sert bir tane yapısı olmasına dikkat edilmektedir. Düşük protein ve yumuşak taneli bir pilavlık bulgurda suya geçen madde miktarında artış, pişirme suyunda bulanıklaşma ve piştiği zaman dağılan bulgur olması durumu yaşanmaktadır. Ancak çiğ köftelik bulgurlarda bu değerler daha düşük olabilmektedir. Elde edilen bulgur örneklerinin protein oranları buğday çeşitlerinin değerlerinden daha yüksek bulunmuş ve ekmeklik çeşitten elde edilen bulgur örneklerinin protein değerlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (%14,22). Bulgurda partikül boyutunun küçülmesi protein oranında azalmaya neden olmuştur (%13,56). Kontrol olarak kullanılan ticari bulgurun protein değerleri çalışma örneklerinden düşük bulunmuştur (%12,68).

Bulgur çeşitlerinde L* ve b* renk değerleri bakımından makarnalık buğday çeşidinde (52,72 ve 24,04) ve 0,5 mm partikül boyutunda daha yüksek değer almıştır (52,76 ve 22,57). Ekmeklik buğday çeşidi a* değeri bakımından (8,86) ve 1,6 mm partikül boyutunda daha yüksektir (8,49). Buğday işleme sırasında kullanılan ısıl işlemin renk özellikleri üzerinde etkisi olduğu anlaşılmıştır. Kontrol bulgurunun L* değeri ve b* değerleri çalışmada kullanılan çeşitlerin değerlerinden daha yüksek çıkmıştır (69,56 ve 37,49). Kontrol olarak kullanılan bulgurun açık renkli olması bu durumun olmasını sağlamıştır.

Bulgur örneklerinde su aktivitesi değerinde ekmeklik çeşit daha yüksek değere sahipken (0,542 $_{aw}$), su absorpsiyonunda makarnalık çeşitte daha yüksek değer almıştır (%241,38). Pişme süreleri kontrol edildiğinde pilavlık bulgur örneklerinde makarnalık bulgur çeşidi için 12 dakika, ekmeklik bulgur çeşidi için 11 dakika olarak hesaplanmış, köftelikte ise ekmeklik bulgur 5 dakika makarnalık bulgur 6 dakika olarak hesaplanmıştır. Pişme süresi ve su absorbsiyonu protein oranı ile ilişkilendirilebilmektedir. Protein miktarı arttıkça su absorbsiyonunda artış ve pişme sürelerinde azalış olmaktadır. Kontrol sonuçları ile karşılaştırıldığında su aktivitesi değeri daha düşük çıkarken (0,425 $_{aw}$), su absorpsiyonu değerinin daha yüksek olduğu anlaşılmıştır (%345.70). Pişme sürelerinde ise kontrol sonuçları makarnalık buğdaydan elde edilen köftelik bulgur örnekleri ile aynı değerleri aldığı görülmüştür.

Tahılların fenolik içeriği; iklim, coğrafi bölge, toprak gibi yetiştirme koşullarından etkilenmektedir. Gıdalarda lezzet, aroma ve renk gibi özelliklerde etkili olan fenolik bileşikler son yıllarda antioksidan etki, enflamasyonlara karşı koruyucu, anti-karsinojen fonksiyonları ile dikkat çekmektedir. Tanede homojen olarak dağılım göstermeyen fenolik bileşikler ve antioksidanlar kepek ve alöron tabakada daha yoğun olarak bulunmaktadırlar. Çalışmada elde edilen bulgur örneklerinde istatistiki olarak bir fark bulunmamıştır. Partikül boyutunun küçülmesiyle değerlerde bir artış görülmüştür. Bulgur örneklerinde; antioksidan aktivite değeri ve fenolik madde miktarı üzerinde istatistiki bir fark görülmemiştir. Ancak β-karoten değeri üzerinde ekmeklik çeşit daha yüksek değer almıştır. β-karoten değerinde ise makarnalık çeşidin değerleri yüksek bulunmuş, partikül boyutunun küçülmesi değerde azalmaya sebep olmuştur (20,05 ppm ve 17, 68 ppm). Çalışmada kullanılan bulgur

örneklerinin toplam fenolik madde, antioksidan aktivite değeri ve β-karoten miktarının kontrol bulgurundan daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Tahılların kepek ve rüşeym tabakasında yoğun olarak bulunan diyet lifi, sindirim sistemi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Önemli bir lif kaynağı olan hububat kepekleri genel olarak çözünmez diyet lifi içeriği bakımından oldukça zengindir. Çalışmada kullanılan bulgur örneklerinin toplam diyet lifi, çözünür diyet lifi ve çözünmez diyet lifi miktarlarına bakıldığından ekmeklik buğday çeşidinden elde edilen bulgurlarda daha yüksek olduğu bulunmuştur (%11,63, %8,97, %2,66). Diyet lifleri buğday tanesinde kepek tabakasında yoğun olarak bulunmaktadır. Bu bakımdan bulgur üretim prosesi gereği kepeğinden daha az ayrılmasından dolayı diyet lifi açısından daha zengin bir ürün haline gelmektedir. Bulgurda partikül boyutunun küçülmesi ile diyet lifinde miktar artışı olduğu tespit edilmiştir. Partikül boyutunun küçülmesi ile bulgura geçen kepek oranının artışı ile diyet lifi miktarı artışı ile pozitif etki göstermiştir. Kullanılan kontrol örneğinin diyet lifi miktarları, çalışmada kullanılan çeşitlerin değerlerinden düşük olduğu görülmüştür (%3,69, %2,53, %1,16).

Çiğ köfte örneklerinde nem miktarı makarnalık çeşitte yüksek bulunmuştur (%44,63). Partikül boyutunun küçülmesi nem miktarının azalmasına yol açmıştır (%43,24). Kontrol örneklerinin nem değeri ekmeklik çeşit ile elde edilen örneklerle benzer sonuçlar verirken makarnalık çeşit ile elde edilen örneklerin nem değeri kontrol nem değerlerinden yüksek bulunmuştur (%42,25).

Çiğ köfte örneklerinin kül miktarı (%4,45) ve protein oranı (%13,11) üzerinde makarnalık çeşidin 0,5 mm partikül boyutu değerleri istatistik olarak önemli bulunmuştur. Protein oranında partikül boyutu etkili olmuş ve boyut küçüldükçe değeri artmıştır (%12,99). Devir hızının artması ile protein oranında artış görülmüştür (%12,82). Kül miktarı üzerinde partikül boyutunun etkisi görülmüş ve partikül boyutu küçüldükçe kül miktarında artış görülmüştür (%4,34) ancak devir hızının bir etkisi görülmemiştir. Kontrol örneklerinin kül ve protein miktarı sonuçları çalışma örneklerinden düşük çıkmıştır.

Çiğ köfte örneklerinin renk özellikleri bakımından L*, a*, b* makarnalık çeşitte daha yüksek değer almıştır (25,11 & 5,49 & 16,38). Partikül boyutu üzerinde L* değerinin etkisi görülmüş ve partikül boyutu küçüldükçe değerde artış olduğu tespit edilmiştir (25,75).

Ayrıca devir hızının artması L* değerinde bir artışa sebep olmuştur (25,22). Kontrol örneklerinde düşük devir hızında renk değerleri daha yüksek değerler (30,11 & 7,51 & 20,92) alırken devir hızının artması ile çalışma örneklerinin renk değerlerinin daha yüksek olduğu bulunmuştur (21,83 & 4,25 & 15,31).

Mineral madde miktarlarından N (%2,47), Mg (%0,17), Zn (30,63 mg/kg) ve Mn (35,62 mg/kg) yönünden ekmeklik çeşitten elde edilen çiğ köfte örnekleri daha yüksek değer almış, P (%0,35), K (%0,92), Fe (76,10 mg/kg) yönünden makarnalık çeşitten elde edilen çiğ köfte örnekleri daha yüksek değer almıştır. Ca, ve Cu değerlerinde istatistiki bir fark bulunmamıştır. Fe (77,03 mg/kg), Cu (6,56 mg/kg), Zn (30,77 mg/kg) ve Mn (31,88 mg/kg) miktarında partikül boyutu küçüldükçe artış göstermiş, N (%2,33, Fe (76,48 mg/kg), Cu (6,48 mg/kg) ve Zn (30,02 mg/kg) miktarı devir hızı ile birlikte artış göstermiştir. Kontrol örneklerinin mineral madde miktarları çalışma örneklerinden daha düşük olduğu bulunmuştur.

Diyet lifi değerlerinde toplam diyet lifi ve çözünmez diyet lifinde ekmeklik çeşidin 0,5 mm partikül boyutlu çiğ köfte örnekleri (%26,37 ve %24,27), çözünür diyet lifinde makarnalık çeşidin 0,5 mm partikül boyutlu çiğ köfte örneği yüksek değer almıştır (%3,96). Diyet lifinde partikül boyutunun küçülmesi lif miktarında artışa sebep olmuştur. Düşük devir hızında çözünmez diyet lifi miktarı artarken (%21,64) devir hızının artması çözünür diyet lifi miktarında artışa sebep olmuştur (%3,45). Kontrol örnekleri ile yapılan karşılaştırmada toplam diyet lifi ve çözünmez diyet lifi değerleri çalışma örneklerinde daha yüksek bulunurken devir hızındaki artış ile çözünür diyet lifi miktarı çalışma örneğinden daha yüksek değerde olduğu bulunmuştur.

Antioksidan aktivite değeri makarnalık çeşitten elde edilen çiğ köfte örneklerinde, toplam fenolik madde miktarı ekmeklik çeşitten elde edilen çiğ köfte örneklerinde yüksek bulunmuştur (17,29 %inh. ve 225,93 mgGAE/Kg). β-karoten değerinde çiğ köfte örneklerinde istatistiki bir fark bulunmamıştır. Partikül boyutunun küçülmesi antioksidan aktivite değeri (17,76 %inh.) ve β-karoten değeri (29,21 ppm) üzerinde artışa, toplam fenolik madde miktarında (219,35 mgGAE/Kg) azalışa neden olmuştur. Devir hızının artması ile her üç değerde artış görülmüştür (225,6 mgGAE/Kg, 18,01 %inh. 29,18 ppm). Kontrol örneklerinde devir hızındaki artış ile toplam fenolik madde miktarı ve β-karoten miktarının

değerleri çalışma örneklerinden daha yüksek bulunmuş, antioksidan aktivite değerinin çalışma örneklerinde daha düşük olduğu bulunmuştur.

Tekstürel özellikler açısından sertlik ve yapışkanlık üzerine çeşit etkili olmuş ve ekmeklik çeşitten elde edilen örneklerin değeri yüksek bulunmıştur. Aynı zamanda partikül boyutu değeri küçüldükçe koheziflik, sakızımsılık, sertlik ve çiğnenebilirlik değeri artmıştır. Karıştırma hızı yapışkanlık ve esneklik üzerinde etkili olmuştur. Değerler kontrol örnekleri ile karşılaştırıldığında yapışkanlık, elastikiyet değerleri çalışma örneklerinden düşük bulunmuş, sertlik, koheziflik, sakızımsılık, çiğnenebilirlik ve esneklik değerleri kontrol örneklerinde daha yüksek değer almıştır.

Çalışmada çiğ köfte örneklerinin duyusal değerlendirmelerinde tane belirginliği, lezzet ve genel beğeni olarak ekmeklik çeşit daha yüksek değer almıştır. Bu durum, ekmeklik buğday bulgurlarının daha yüksek protein ve çözünmez diyet lifi içeriğine sahip olmasından kaynaklı olarak, ürünün ağızda daha homojen bir yapıya sahip olması ile ilişkilendirilebilir. Macunumsuluk ve ele yapışmada ise makarnalık daha yüksek değerdedir. Bu örneklerin, yoğurma sırasında parçalanmadan kalabilen daha büyük taneler içermesi ve daha elastik bir yapı göstermesi bu sonuca etki etmiş olabilir. Kontrol örneği incelendiğinde macunumsuluk, ele yapışma, dişe yapışma lezzet ve genel beğeni yönünden çalışma örneklerinden düşük değer almıştır. Partikül boyutunun artması panelistler tarafından daha düşük puan ile değerlendirilmiştir. Partikül boyutu küçüldükçe homojenlik, yapı bütünlüğü ve lezzet algısı artmıştır. Karıştırma hızı arttıkça ürünün daha homojen karışması katılan katkıların daha iyi dağılım sağlaması lezzet üzerinde olumlu etkiler göstermiştir. Genel olarak, duyusal analiz bulguları, ekmeklik buğday çeşidinden elde edilen çiğ köfte örneklerinin tüketici tercihi açısından daha olumlu algılandığını, ancak makarnalık çeşidin de bazı fiziksel özellikler bakımından avantaj sağladığını ortaya koymuştur.

Sonuçlar incelendiğinde buğdayın bulgura işlenmesinde pişirme aşamasında mineral maddelerin kazanımını arttırmış olsa da kabuk soyma ve kırma işlemleri taneden kepeğin ayrılmasına ve mineral madde, kül ve protein gibi değerlerin azalmasına yol açabilmektedir. Bulgurda partikül boyutunun küçülmesi genel olarak değerlerde artışa neden olmuştur. Bulgur örneklerinde kontrol bulguru ile yapılan karşılaştırmada çalışma örneklerinin değerlerinin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Çiğ köfte örneklerinde genel olarak partikül

boyutu küçüldükçe değerlerin artışı görülmüş ancak karıştırma hızının artması her parametre için artış olmamıştır.

Çalışmada kullanılan buğday çeşitlerinin partikül boyutuna alternatif bir boyut çalışılmış ancak gerek tüketici alışkanlıkları gerek istenen kalite özellikleri yönünden daha küçük partikül boyutu tercih edilebilirliği arttıracağı düşünülmektedir. Devir hızları üzerindeki karşılaştırmada kalite parametreleri yönünden doğrusal bir sonuç çıkmamıştır. Çalışmada kullanılan çeşitler genel olarak kontrol örneğinden daha yüksek değerlikli ve kalite olarak daha üstün bulunmuştur.

Çalışmada kullanılan buğday çeşitlerine alternatif çeşitler eklenerek (yerli ve yabancı) çalışmanın kapsamı genişletilebilir.

Bu çalışmada kullanılan 0.5 mm ve 1.6 mm partikül boyutlarının elek skalasında boyut değerleri arasındaki farkın çok olması değerlendirmede yeterli veri elde edilememesine neden olabilmektedir. Bu sebeple 0.8 mm, 1.0 mm gibi ara boyutlardaki bulgurların kalite parametrelerine etkileri değerlendirilerek optimum partikül boyutu daha hassas şekilde belirlenebilir.

Çalışmada sabit iki karıştırma hızı (1 ve 3 devir) kullanılmıştır. Farklı yoğurma teknikleri (vakum altında yoğurma vb.) kullanılarak çiğ köftenin tekstürel ve duyusal özellikleri üzerinde oluşabilecek farklılıklar daha iyi gözlemlenebilir.

Elde edilen bulgurlardan üretilen çiğ köftelerin, fonksiyonel gıda kategorisinde değerlendirilmesi amacıyla, vitamin/mineral veya bitkisel lif gibi besin öğeleri ile zenginleştirme çalışmaları yapılarak farklılık incelenebilir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

AACCI, (2010). *Approved methods of American Association of Cereal Chemists*, St. Paul, MN.

Acar, O., Çetiner, B., Akyıldız, E. A., (2021). *Hububat Bilimi ve Teknolojisi* (1. Baskı), (Ed.), *Besinsel Lifler* (s. 117-131) Sidas Yayıncılık.

Adom, K.K., Sorrells M. E., Liu R. H.,(2003). *Phytochemical profiles and antioxidant activity of wheat varieties*. Journal of Agricultural Food Chemistry, 17;51(26):7825-34.doi: https://doi.org/10.1021/jf030404l

Akdeniz, V., Kınık, Ö., Yerlikaya, O., Akan, E. (2016). *İnsan Sağlığı ve Beslenme Fizyolojisi Açısından Çinkonun Önemi*, Akademik Gıda, 14(3), 307-314.

Altuntaş, F. (2015). *Prebiyotik Hazır Etsiz Toz Çiğ Köfte Üretimi*, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri

Altuntaş, F., (2015). *Prebiyotik Hazır Etsiz Toz Çiğ Köfte Üretimi*, (Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü). YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Anar, M. (2019). *Etsiz Çiğ Köftelerin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun

Anonim,(2009). Bulgur Standardı. TS 2284. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonymous,(2000). *American Association of Cereal Chemists*, Approved Methods of the AACC, 10th ed., Method No: 08-01, 14-50, 26-21, 26-31, 26-41.01, 38-12A, 44-15A, 46-30, 56-81B, 86-70, 86-80 The Association: St. Paul, MN., USA.

Aydoğan S., Şahin M., Göçmen Akçacık A., Yakışır E. (2014) *Farklı Tane İriliğinin Ekmeklik Buğday Kalitesine Etkisi*. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi1(1):27-33.

Aydoğan, S.,& Soylu, S. (2018). *Sulu Yetiştirme Koşullarında Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Verim ve Verim Öğeleri ile Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi*, Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi, 7(1), 23-31.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Bahar, B.,& Bahar, N. (2016). *Organik Koşullarda Yetiştirilen Bazı Kışlık Ekmeklik Buğday Genotiplerinde, Bazı Agronomik, Fizyolojik ve Teknolojik Özellikler Arasındaki İlişkilerin Saptanması*, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25(ÖZEL SAYI-1), 24-30. https://doi.org/10.21566/tarbitderg.280051

Balcı, F., Bayram, M., (2016). *Modification of mechanical polishing operation using preheating systems to improve the bulgur color*, Journal of Cereal Science, https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.03.024.

Bayram, M.,(2021). *Hububat Bilimi ve Teknolojisi* (1. Baskı), (Ed.), *Bulgur Üretim Teknolojisi* (s. 475-488) Sidas Yayıncılık.

Bayram, M., Öner, M., D., Eren, S. (2004) *Effect of cooking time and temperature on the dimensions and crease of the wheat kernel during bulgur production*, Journal of Food Engineering, 64(1), 43-51. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2003.09.011

Bayram, M., Öner, M.D., (2006).*Determination of applicability and effects of colour sorting system in bulgur production line*, Journal of Food Engineering, p.232-239.

Bek, E. (2024). *Endüstriyel Çiğ Köfte Üretimi*, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Samsun

Bek, E., (2024). *Endüstriyel Etsiz Çiğ Köfte*, (Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü). YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Beta, T., Nam, S., Dexter, J., E., Sapirstein, H., D., (2005). *Phenolic Content and Antioxidant Activity of Pearled Wheat and Roller-Milled Fractions*, Cereal Chemistry. 82(4), 390-393. https://doi.org/10.1094/CC-82-0390

Can, Z., Çimen, M., Aslan, Ş., Öztürk, B. (2014). *Mardin İlinde Üretilen Pilavlık ve Köftelik Bulgurların Kimyasal Özelliklerinin Türk Standartlarına Uygunluğunun Belirlenmesi.*İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi, 6(23), 7-11.

Candal-Uslu, C., Mutlu, C., Koç, A., Bilgin, D.G., Erbaş, M., (2020).*A new gluten-free product: Brown rice bulgur, and its physical and chemical properties*, Journal of Food Processing and Preservation, https://doi.org/10.1111/jfpp.15205.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Czerniejewski, C. P., Shank C. P., Bechtel, W. G., Bradley W. B., (1964), *The Minerals of Wheat, Flour and Bread*, Cereal Chemistry, 41(2),65-72.

Çakmak, E.,(2016).*Çanakkale Koşullarında Bazı Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Kuru Madde, Azot Birikimi ve Taşınmasının değerlendirilmesi*, (Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı), YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Çetiner, B. (2021). *Hububat Bilimi ve Teknolojisi* (1. Baskı), (Ed.), *Hububatta Tane Yapısı* (s. 269-290) Sidas Yayıncılık.

Çoksöyler, N., Özkaya, Ş., & Boncuk, H., (1993). *Bulgurda Aflatoksin Oluşma İmkanının İncelenmesi* I. Gıda, 18(2).

Doğan M., Cankurt H., Toker, Ö. S., Yetim, H., Sağdıç., (2014), *Effect of yoghurt ot yoghurt serum on mivrobial quality of cig köfte*, Journal of Food Science and Technology, 51(7), 1406-1410.

Doğan, S.,& Doğan, Y. (2023). *Yarı kurak iklim şartlarında ekmeklik buğday (Triticum aestivum L.) çeşitlerinde verim ve bazı kalite unsurlarının belirlenmesi*, Harran Tarım Ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(3), 316-324. https://doi.org/10.29050/harranziraat.1314562

Dorra, S.T., Farah, D., Nesrine, H., Wafa, A., Youkabed, Z., (2022).*Drying Behavior of Bulgur and Its Effect on Phytochemical Content*, Foods. https://doi.org/10.3390/foods11071062.

Doruk Kahraman, N., Gökmen, S.,(2023), *Determination of Some Quality Characteristics of Durum Wheat under Dry Conditions in Konya*, Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 37(1), 64-71

Durak, F.,& Köse, E. (2003). *Makarnalık Buğdaylarda Bazı Fiziksel Kimyasal ve Teknolojik Özellikleri Makarna Kalitesine Etkisi*, Akademik Gıda, 1(5), 15-22.

Elgün, A. (2021). *Hububat Bilimi ve Teknolojisi* (1. Baskı), (Ed.), *Hububat ve Hububat Ürünlerinde Kalite Değerlendirme* (s. 31-50) Sidas Yayıncılık.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M., (1990). *Corn Bulgur: Effects of Corn Maturation Stage and Cooking Form on Bulgur-Making Parameters and Physical and Chemical Properties of Bulgur Products*, Cereal Chemistry. 67(1):1-6

Elmalı, M., (2014). *Effects of Different Concentration of Nisin, Lysozyme, and Chitosan on The Changes of Microorganism Profile in Produced Çiğ Köfte (Turkish Traditional Meat Product; Raw Meatball) During The Production Stage*. MANAS Journal of Engineering, 2(2), 30-45.

Erbaş, M., Aykın, E., Arslan, S., Durak, A., N., (2016). *Adsorption Behaviour of Bulgur*, Food Chemistry, 195, 87-90. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.06.050

Erbaş, M., Aykırı, E., Arslan, S., Durak, A.N., (2016).*Adsorption Behaviour of Bulgur*, Food Chemistry, 195, p. 87-90.

Ercan, R.,& Bildik, E., (1993). *Türkiye'de Yetiştirilen Başlıca Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Kalitesi*, Gıda, 18(1).

Ercan, R., (1989). *Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Kalitesi*. Gıda, 14(4).

Ercan, R., Erbaş, S., & Bildik, E., (1992). *Bazı Buğdayların Mineral Madde Miktarları Üzerine Çeşit ve Çevrenin Etkisi*. Gıda, 17(1).

Ercan, R., Seçkin, R., & Velioğlu, S., (1988a). *Ülkemizde Yetiştirilen Başlıca Buğday Çeşitlerinin ve Değirmencilik Yan Ürünlerinin Mineral Madde Miktarları*, Gıda, 13(4).

Ercan, R., Seçkin, R., & Velioğlu, S., (1988b). *Ülkemizde Yetiştirilen Bazı Buğday Çeşitlerinin Ekmeklik Kalitesi*, Gıda, 13(2).

Erekul, O., Yiğit, A., Koca, Y. O., Ellmer, F., Weib, K., (2016*). Bazı Ekmeklik Buğday (Triticum aestivum L.) Çeşitlerinin Kalite Potansiyelleri ve Beslenme Fizyolojisi Açısından Önemi*, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25(ÖZEL SAYI-1), 31-36. https://doi.org/10.21566/tarbitderg.280110

Ertaş, N., (2017). A *Comparıson Of Industrial And Homemade Bulgur In Turkey In Terms Of Physıcal, Chemıcal And Nutrıtıonal Properties*, Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly, 23(3) 341-348.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Gülmezoğlu, N.,& Tolay, İ. (2016). *Comparison of Some Yield Components, Yield and Quality Characteristics of Bread and Durum Wheat Cultivars under Dry Conditions in Eskişehir*, Reserach Journal of Agricultural Sciences, 9(1), 5-8.

Gündüzgiden, D. (2023). Karabuğday ve Siyez Bulgurundan Üretilen Çiğ Köftelerin Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ

Gündüzgiden, D., (2023). *Karabuğday ve Siyez Bulgurundan Üretilen Çiğ Köftelerin Özellikleri*, (Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü). YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Hayta, M. & İşçimen E.M., (2021). *Hububat Bilimi ve Teknolojisi* (1. Baskı), (Ed.), *Tahıllarda fonksiyonel özellikleri ve fonksiyonel tahıl ürünleri* (s. 173-189) Sidas Yayıncılık.

Hayta, M. (2001). *Bulgur quality as affected by drying methods*, Journal of Food Science, 67(6), 2241-2244.

Hendek Ertop, M. (2018). *Comparison of industrial and homemade bulgur produced from einkorn wheat (Triticum monococcum) and durumwheat (Triticum durum): Physicochemical, nutritional and microtextural properties*, Journal Of Food Processıng And Preservatıon, https://doi.org/10.1111/jfpp.13863.

https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100569

Hussain, A., Larsson, H., Kuktaite, R., Johansson, E.,(2010). *Mineral composition of organically grown wheat genotypes: contribution to daily minerals intake*. International Journal of Environmental Research Public and Health. 7(9):3442-56. doi: 10.3390/ijerph7093442.

İnce, C.,& Çağındı, Ö. (2020). *Demir Minerali: Fonksiyonları, Gıda İşlemenin Biyoyararlılığı Üzerine Etkileri ve Biyoaktif Bileşenler ile İnteraksiyonları*, Çukurova Tarım Ve Gıda Bilimleri Dergisi, 35(2), 151-164. https://doi.org/10.36846/CJAFS.2021.29.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Kacar, B. ve İnal, A. (2008). *Bitki Analizleri*. Nobel Yayınları.

Kaplan Evlice, A. (2016). *Bulgurun Fonksiyonel Özellikleri Ve Teknolojik Kalitesine Buğday Çeşidi Ve Üretim Yönteminin Etkisi* (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü). YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Kaplan Evlice, A.,& Özkaya, H. (2020). *Effects of wheat cultivar, cooking method, and bulgur type on nutritional quality characteristics of bulgur*, Journal of Cereal Science. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.103124

Karaduman, Y. (2020). *Assessing gluten strength with a new small-scale LASRC method useful for soft wheat breeding programs.* Cereal Chemistry, *97*(2), 196-204.

Karaduman, Y., Özer, S.S., & Akın, A. (2023). *Enrichment of a local sourdough bread with zinc and selenium through the use of biofortified whole wheat flour,* Journal of Food Science Technology, 58 (9), 4562-4571, *https://doi.org/10.1111/ijfs.16556*.

Karaman, E. E.,& Çetinkaya, N. (2020). *Gıda Tercihinde Duyuların Rolü: Tat Duyusunun Tat Testi ile Demografik Özelliklere Göre Farklılığının Tespiti*. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 24(2), 883-898.

Karaman, M., Kendal, E., Aktaş, H., Tekdal, S., vd. (2012). *Kalite Parametreleri Yönünden Yerli ve Yabancı Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Değerlendirilmesi*. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi(2), 29-32.

Keçeli, A., Kaplan Evlice, A., Pehlivan, A., Şanal, T., vd. (2017). *Ekmeklik Buğdayda (Triticum aestivum L.) Zeleny Sedimantasyon Analizi ve Diğer Kalite Paramatreleri ile İlişkisinin İncelenmesi*, KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 20, 303-307. https://doi.org/10.18016/ksudobil.349266

Kemahlıoğlu, K.,& Demirağ, K. (2010). *İzmir Piyasasında Tüketime Sunulan Bazı Bulgurların Türk Gıda Kodeksi Bulgur Tebliği ile Türk Standartları Enstitüsü Bulgur Standardı'na Uyumlarının Karşılaştırılması,* Akademik Gıda, 8(4), 29-34.

Kenar, S., (2012), *Mezapotamya'dan Dünya Sofralarına Tarihinden Tarifine Bulgur*, 1. Baskı. Doğan Egmont Yayıncılık ve Yapımcılık Tic. A.Ş.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Kendal, E., Tekdal, S., Aktaş, H., Karaman, M. (2012). *Evaluation of Parameters Some of Domestic and Foreign Durum Wheat Varieties in Terms of Quality*. Reserach Journal of Agricultural Sciences(1), 97-100.

Keskin, S. N., Şin, E., Akarca, G., Tomar, O., (2018). *Çeşitli Bitki Ekstraktlarının Çiğ köfte Üzerindeki Antimikrobiyal Etkisi*, Kocatepe Veterinary Journal, 11(3), 266-278. https://doi.org/10.30607/kvj.422778

Koca, A. F.,& Anıl, M., (1996). *Farklı Buğday Çeşitleri ve Pişirme Yöntemlerinin Bulgur Kalitesine Etkisi*, Gıda, 21(5).

Köksel, H., Sivri, D., Özboy, Ö., Başman, A., ve Karacan, H,. (2000). *Hububat Laboratuarı El Kitabı*. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları.

Kundakçı, A.,& Göçmen, D., (1992). *Marmara Bölgesinde Üretilen Bazı Buğday Çeşitlerinin Ekmeklik Kalitesi*, Gıda, 17(2).

Marie, A. M.,& Gebreil, S. Y., (2024). *Influence of Cooking and Drying Methods on Quality Characteristics of Different Cereals Bulgur*, Food Technology Research Journal, 4(2), 107-122.

Molyneux, P. (2004). *The Use Of The Stable Free Radical Diphenylpicryl-Hydrazyl (DPPH) For Estimating Antioxidant Activity*, Songklanakarin J. Sci. Technol, 26(2), 211-219

Mut, Z., Aydın, N., Bayramoğlu, H. O., Özcan, H. (2007). *Bazı Ekmeklik Buğday (Triticum Aestivum L.) Genotiplerinin Verim Ve Başlıca Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi,* Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 22(2), 193-201. https://doi.org/10.7161/anajas.2007.22.2.193-201

Mutlu, A. (2020). *Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Teori ve Araştırmalar (Ed.) Buğdayda Kalite Kriterleri*, (s. 233-253). Gece Kitaplığı.

Nishinari, K., Kohyoma, K., Kumagai, H., Funami, T., Bourne, M.C. (2013*). Parameters of Texture Profile Analysis*, Food Science and Technology Research,19(3), 519-521

Onoğur Altuğ, T., Elmacı, Y. (2011). *Gıdalarda duyusal değerlendirme,* Sidas Medya

Öcal, M.H., (1997). *Özellikleri ve Güzellikleriyle Çiğköftemiz*, Özlem Kitabevi.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Özay, G., Pala, M., & Saygı, B., (1993). *Bazı Gıdaların Su Aktivitesi Yönünden İncelenmesi*. Gıda, 18(6).

Özberk, İ., Dinç, M., & Özberk, F. (2019). *Bazı ekmeklik buğday yalın çeşit ve tarla paçallarının tarımsal özellikler, kalite ve karlılık bakımından incelenmesi*, Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23(2), 196-205. https://doi.org/10.29050/harranziraat.440011

Özboy, Ö.,& Köksel, H., (1998). *Bulgur Üretiminin Buğdayların bazı Kimyasal Özelliklerinde Meydana Getirdiği Değişiklikler*. Gıda, 23(6).

Özer, M. S., Özkan, H., Kola, O., Kaya, C., (2003). *Ç.Ü.Z.F. Tarla Bitkileri Bölümü Tarafından Yetiştirilen Bazı Ekmeklik Buğday ve Tritikale Çeşit ve Hatları ile Bölgemiz Çiftliklerinde Üretilen Ticari Buğday Çeşitlerinin Fiziksel, Kimyasal ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi*, Gıda, 28(3).

Özkaya H., Kahveci B. (1990). *Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri*.

Özkaya, B., Köksel, H., & Özkaya, H. (1993). *Bazı Buğday Çeşitlerinden Farklı Yöntemlerle Üretilen Bulgurların Bazı Vitamin Ve Mineral İçerikleri İle Proteinlerinin Elektroporetik Ve Nişastalarının "Bırefrıngence" Özellikleri Üzerine Araştırmalar*. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 2(4), 36-56.

Özkaya, H. ve Özkaya, B. (2005). *Tahıl Ürünleri ve Analiz Yöntemleri*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları.

Özkaya, H.,& Kahveci, B., (1990). *Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri*, Gıda Teknoloji Derneği Yayınları.

Özkaya, H., (1986). *Buğday, Un ve Ekmeğin Besin Değeri ve Ekmeğin Zenginleştirilmesi*. Gıda, 11(3).

Öztürk, İ. (2022). *Environment by Genotype Interaction and Stability of Bread Wheat (Triticum aestivum L.) Genotypes under Rainfed Conditions in Trakia Region*, Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics, 8(2), 118-127.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Öztürk, İ., Kahraman, T., Avcı, R., Girgin, V. Ç., vd. (2018). *Makarnalık Buğday (Triticum durum L.) Genotiplerinin Agronomik Karakterler ve Kalite Parametreleri Yönünden Değerlendirilmesi*, Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi, 6(2), 33-43.

Pehlivan, A.,& Ünver İkincikarakaya, S. (2017). *Makarnalık Buğdayda Kalite Islahı Çalışmaları*, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 26(1), 127-151. https://doi.org/10.21566/tarbitderg.323615

Rasheed, A., Parveen, S., Afzaal, M., Niaz, B., Saeed, F., Hussain, M., Raza, M. A. (2023). *Exploring biochemical profile, antioxidant activity and structural properties of Bulgur prepared from traditional and autoclave methods*. International Journal of Food Properties, 26(1), 274–289.

Saka, İ., Özkaya, H., Özkaya, B., (2020).*Potential utilization of bulgur bran as a source of dietary fiber in cookies*, Cereal Chemistry, https://doi.org/10.1002/cche.10315

Savas, K.,& Basman, A. (2016), *Infrared drying: A promising technique for bulgur production*, Journal of Cereal Science, 68, 31-37. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2015.11.001

Savaş, K., (2010), Kızılötesi Uygulamasının Bulgur Üretiminde Kullanımı ve Bulgur Kalitesine Etkisi, (Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi). YÖK Ulusal Tez Merkezi

Shah, Y.A., Saeed, F., Afzaal, M., Ahmad, A., Hussain, M., Ateeq, H., Khan, M.H., (2022).*Biochemical and nutritional properties of wheat bulgur: A review*, Journal of Food Processing and Preservation, https://doi.org/10.1111/jfpp.16861.

Şahin, M., Aydoğan, S., Göçmen Akçacık, A., Hamzaoğlu, S. (2014). *Ekmeklik Buğday Kalite Değerlendirmesinde Miksolab Cihazının Kullanım*ı, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 23(1), 7-13. https://doi.org/10.21566/tbmaed.29699

Şahin, M., Göçmen Akçacık, A., Aydoğan, S., Hamzaoğlu, S., vd. (2017). *Kışlık Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Zeleny Sedimantasyon ile Verim ve Bazı Kalite Özellikleri Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi*, Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi, 6(1), 10-21.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Tacer, Z. (2008). *Bulgurun fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi*, (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı),YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Tağar, B.,(2021).*Bazı Ekmeklik ve Makarnalık Buğdayların Bulgura İşlenmeleri ile Ortaya Çıkan Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi*, (Yüksek Lisans Tezi, Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü). YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Tekdal, S.,& Kendal, E. (2015). *Comparison of Some Durum Wheat Landraces with Modern Genotypes*, Reserach Journal of Agricultural Sciences, 8(2), 40-46.

Tekin, M., Babacan, Ü., Batu, O., Akar, T., Cengiz, M.F., (2021). *The Effects of Genotypic Variation In Hulled Wheat Species A Cooking Methods on Some Quality Parameters Of Bulgur*, Journal of Food Processing and Preservation, https://doi.org/10.1111/jfpp.15979

Toprak Mahsülleri Ofisi (2025) https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/alim/2023/hubalimbaremi.pdf Erişim tarihi:23.03.2025

Türk Patent ve Marka Kurumu. (2018). *Adıyaman Etsiz Çiğ Köfte*. Erişim:https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/38154, Erişim tarihi:05.04.2025

Türksoy, S.,& Özkaya, B., (2004). *Bulgurun Besin Değeri Ve Prosesin Bileşim Üzerine Etkileri*, Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Türkiye.

Williams, P., El-Haramein, F.J., Nakkoul, H. and Rihavi, S. 1988. *Crop quality evaluation methods and guidelines*. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), 145, Aleppo, Syria.

Yıldırım, A.,& Atasoy, A. (2020). *Quality characteristics of some durum wheat varieties grown in Southeastern Anatolia Region of Turkey (GAP)*, Harran Tarım Ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(4), 420-431. https://doi.org/10.29050/harranziraat.738505

KAYNAKLAR DİZİNİ

Yıldırım, A., Bayram, M., Öner, M.D., (2008).*Ternary milling of bulgur with four rollers*, Journal of Food Engineering 84, p. 394-399.

Yılmaz, V. A., (2019). *Investigation of Bioactive Compounds and Antioxidant Capacities of Various Cereal Products*. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG), 36(1), 10-22. https://doi.org/10.13002/jafag4544

Yousif, S. İ., Bayram, M., Kesen, S., (2018). *Characterization of Volatile Compounds of Bulgur (Antep Type) Produced From Durum Wheat*, Journal of Food Quality,https://doi.org/10.1155/2018/8564086

Yousif, S.I., Bayram, M., Kesen, S., (2018).*Characterization of Volatile Compounds of Bulgur (Antep Type) Produced from Durum Wheat*, Journal of Food Quality, https://doi.org/10.1155/2018/8564086

EK AÇIKLAMALAR

Ek Açıklama-A: Resimler



























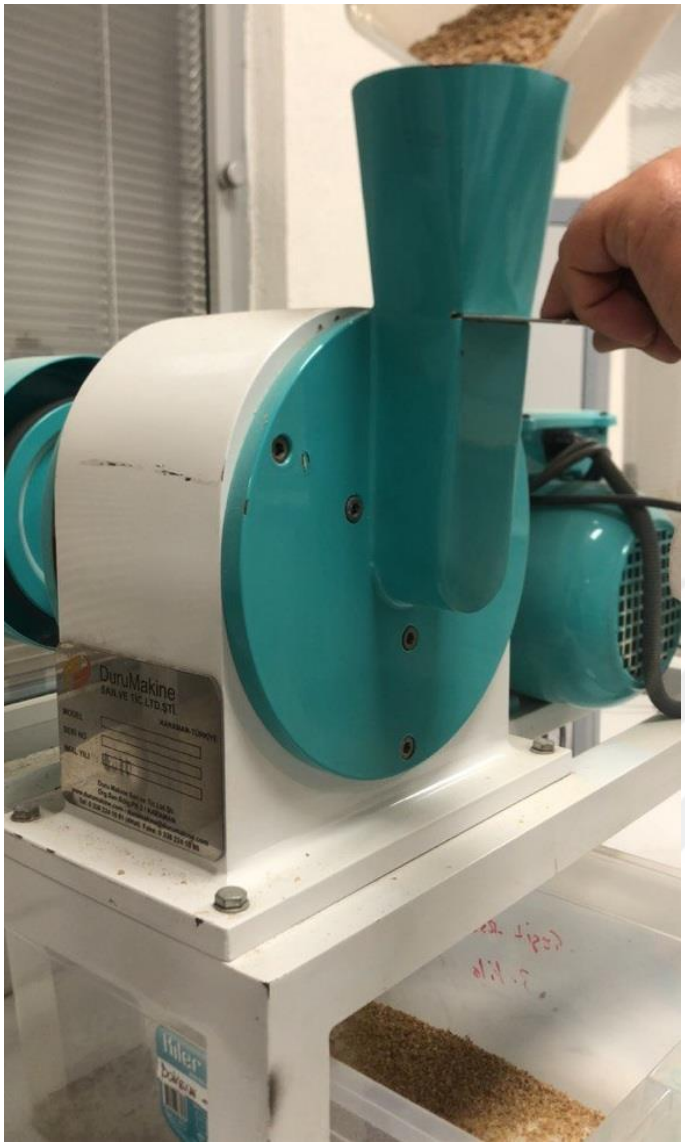

DRYING
OVEN
PROTECH






POYRAZ

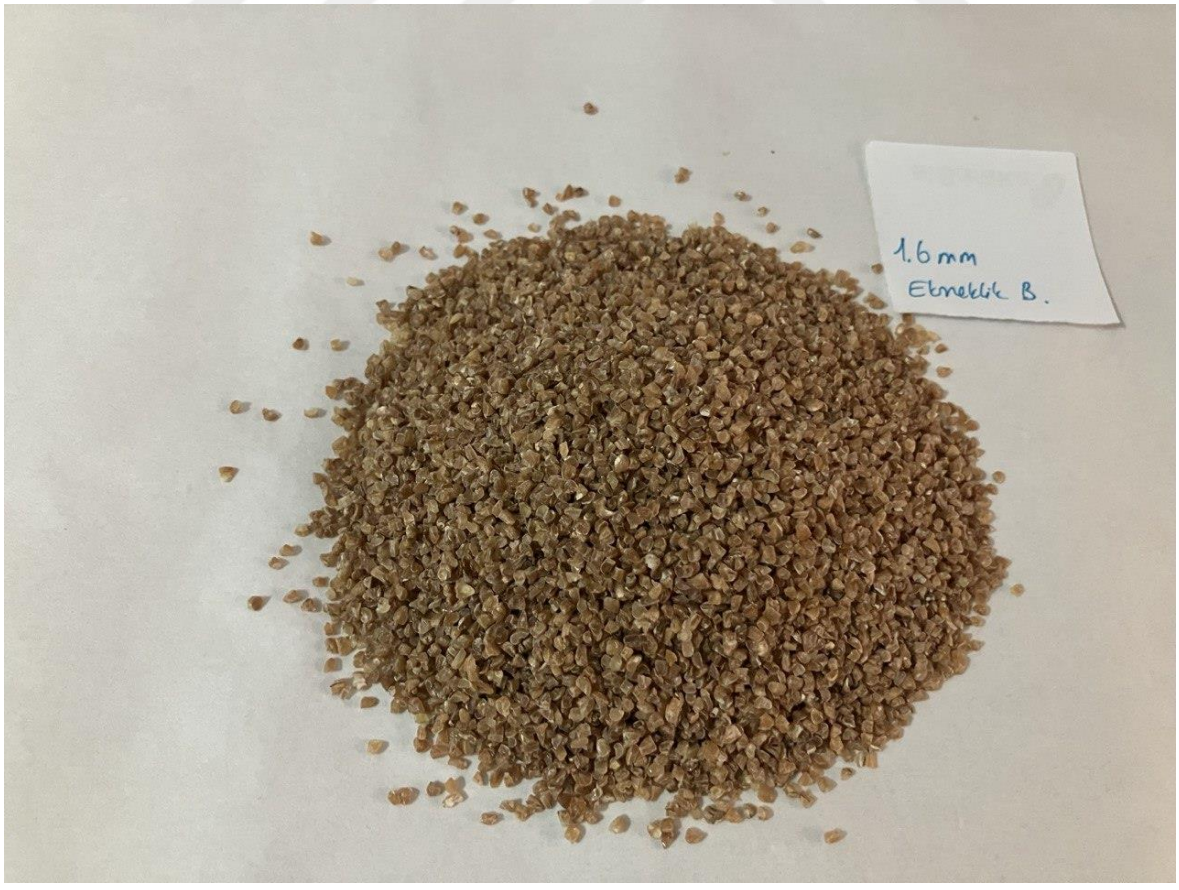


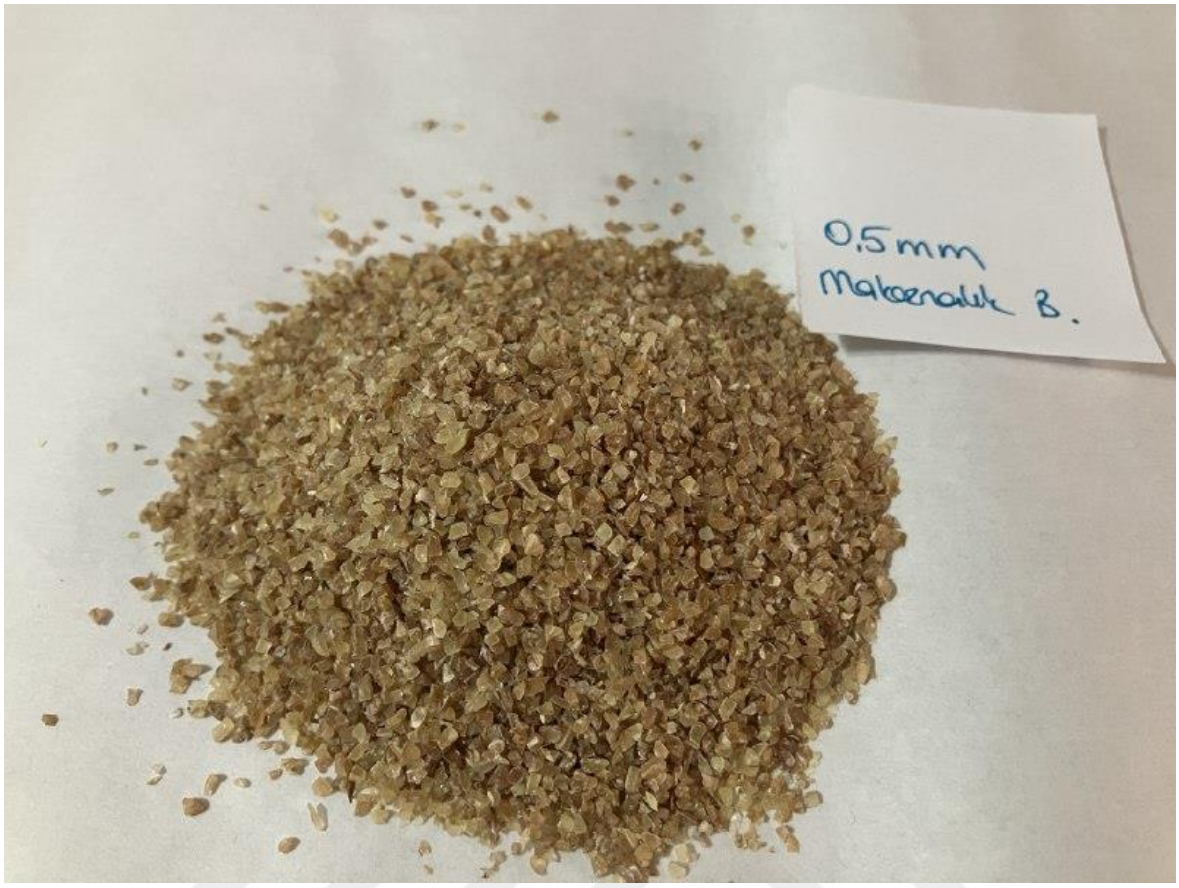

DenyMakine

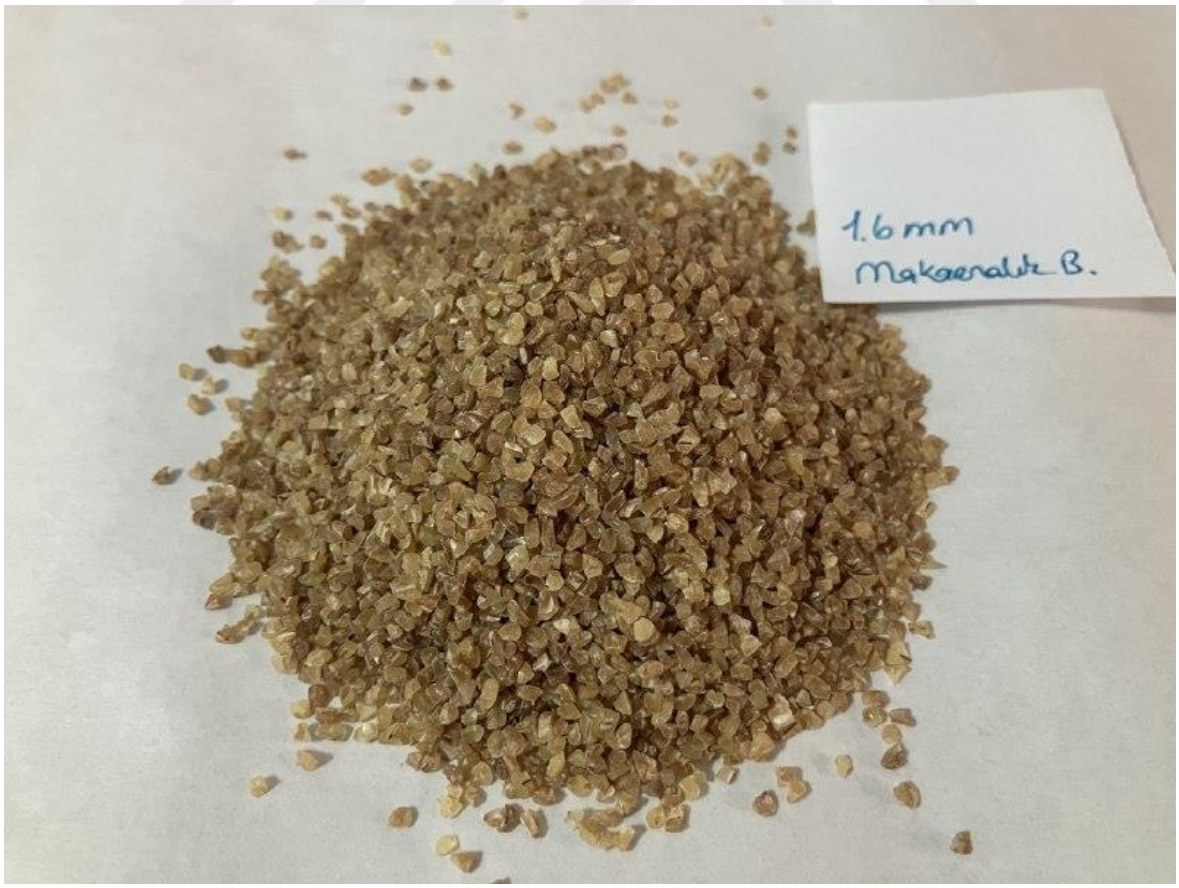


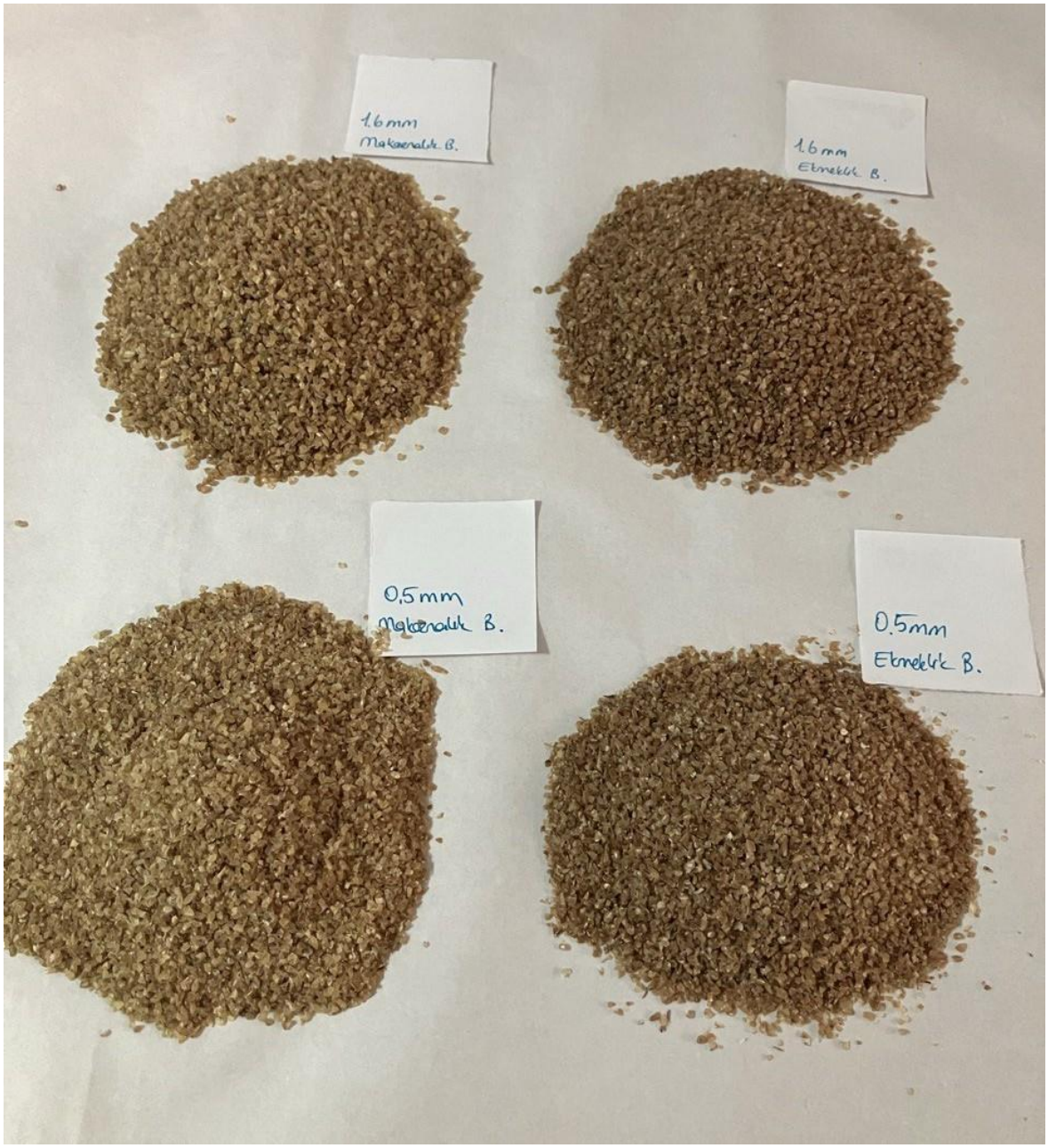



0.5mm
Etnobotik B.


1.6 mm
Etnobotik B.


0.5 mm
Makoenaluk B.

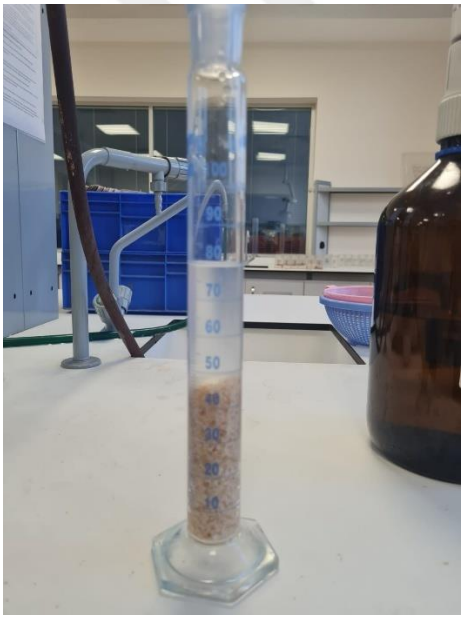

1.6 mm
Makoenaluk B.


1.6mm
1.6mm
0,5mm
0.5mm



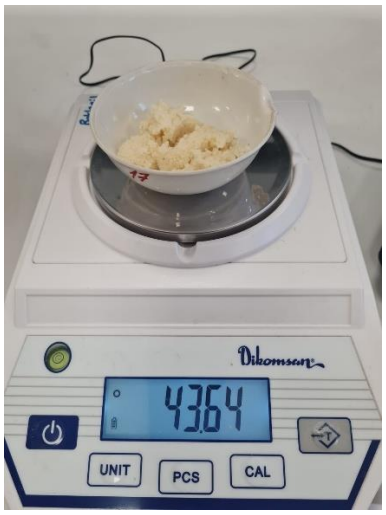


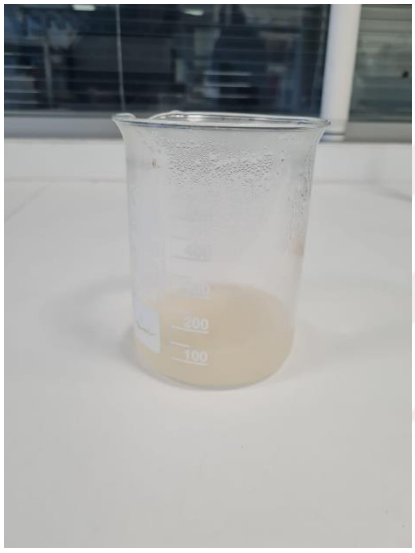






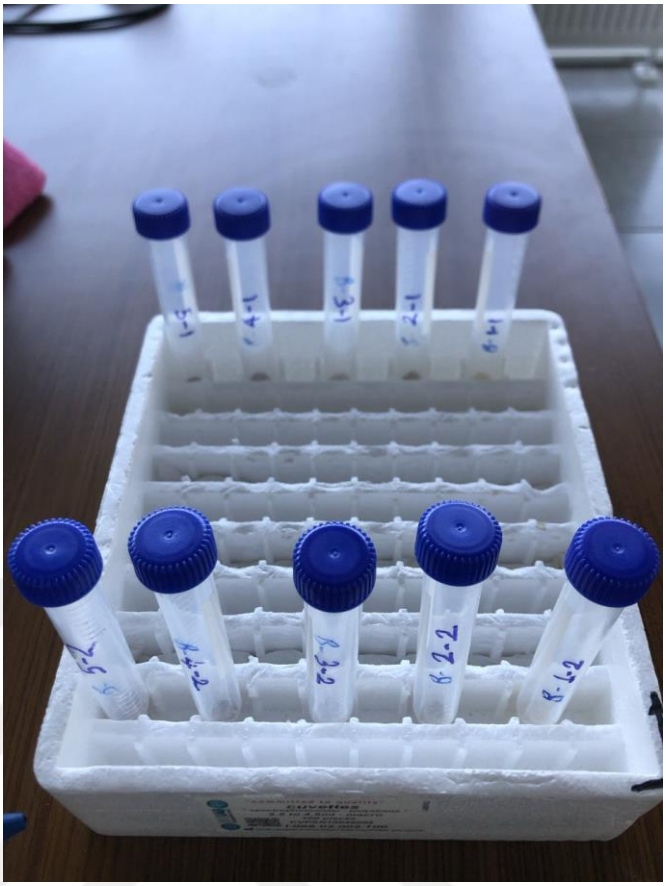



Dikomsan
43.64
UNIT
PCS
CAL






9




BRAND
Pipette Tips


Ethanol







