T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

KETEN TOHUMU VE RÜŞEYM İLAVESİ İLE ÜRETİLEN DÜŞÜK YAĞLI SIĞIR BURGER KÖFTELERİNİN TEKSTÜREL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ İLE RAF ÖMÜRLERİNİN BELİRLENMESİ

ERDİ ERGENE

DANIŞMAN
PROF. DR. ENVER BARIŞ BİNGÖL

BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI
BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ DOKTORA PROGRAMI

İSTANBUL-2022

TEZ ONAYI

(Bu sayfa yerine, başarılı geçen Tez Sınavı sonrası sınav tutanağı ekinde yer alan Tez Onay sayfası gelecektir.)

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

Erdi ERGENE

İTHAF

Eşime, Aileme ve kendini öğrencilerine adamış bilim insanlarına ithaf ediyorum…

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimime başladığın ilk günden beri bana yol gösteren, rehberlik eden, bilgi ve becerisi ile örnek olan değerli danışman hocam Prof. Dr. Enver Barış BİNGÖL'e,

Deneysel çalışmaların yürütülmesi esnasından ilgi ve yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Dr. Esra AKKAYA ve Vet. Hek. Aslıhan BİLGİN'e,

Eğitim-öğretim hayatım boyunca her daim yanımda olup destekleyen annem ve babama,

Doktora eğitimim boyunca her türlü fedakârlığı yapan, desteğiyle beni her daim cesaretlendiren kıymetli eşim Damla ERGENE'ye,

en içten duygularımda sonsuz kere teşekkür ederim.

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: TDK-2019-33664

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI ..... İİ
BEYAN ..... İİİ
İTHAF ..... İV
TEŞEKKÜR V
İÇİNDEKİLER ..... Vİ
TABLOLAR LİSTESİ ..... Xİ
ŞEKİLLER LİSTESİ ..... XXİİ
RESİMLER LİSTESİ XXX
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ ..... XXXİ
ÖZET ..... XXXİİİ
ABSTRACT ..... XXXİV
1. GİRİŞ VE AMAÇ 1
2. GENEL BİLGİLER 3
2.1. Etin Tanımı 3
2.2. Etin Beslenmedeki Önemi 4
2.3. Dünya'da ve Türkiye'de Kırmızı Et Üretimi ve Tüketimi 4
2.4. Etin Kimyasal Bileşimi 7
2.4.1. Su 7
2.4.2. Proteinler 8
2.4.3. Protein Olmayan Azotlu Maddeler 8
2.4.4. Yağlar 8
2.4.5. Karbonhidratlar 9
2.4.6. Vitaminler ve Mineral Maddeler 9
2.5. Hazırlanmış Kırmızı Et Karışımları 10
2.6. Et Karışımlarında Yağ Oranı Üzerine Etkili Faktörler 12
2.7. Diyet Lifi ve Özellikleri 15
2.8. Diyet Lifi Türevleri 17
2.8.1. Selüloz 17
2.8.2. Hemiselüloz 17
2.8.3. Lignin 18
2.8.4. İnülin ve Oligofruktoz 18

2.8.5. Dirençli Nişasta....18
2.8.6. Pektin....19
2.8.7. Gamlar....20
2.9. Diyet Lifi ve Sağlık Üzerindeki Etkileri....20
2.10. Et ve Et Ürünlerinde Diyet Lifi Kullanımı....25
2.11. Keten Tohumu ve Özellikleri....27
2.12. Rüşeym ve Özellikleri....31
2.13. Et ve Et Karışımlarında Kullanılan Gıda Muhafaza Yöntemleri....34
2.13.1. Et ve Et Karışımlarında Kullanılan Paketleme Yöntemleri....36
2.13.1.1. Vakum Paketleme....36
2.13.1.2. Kontrollü Atmosfer Paketleme....37
2.13.1.3. Modifiye Atmosfer Paketleme....37
2.13.1.4. Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP) Uygulamasının Etlerin Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerindeki Etkileri....41
2.13.1.5. Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP) Uygulamasının Etlerin Raf Ömrü Üzerindeki Etkileri....44
2.13.1.6. Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP) Uygulamasının Etlerin Duyusal Özellikleri Üzerindeki Etkileri....47
3. GEREÇ VE YÖNTEM....49
3.1. GEREÇ....49
3.1.1. Sığır Eti Örnekleri....49
3.1.2. Paketleme Uygulamalarında Kullanılan Malzemeler ve Cihazlar....49
3.1.3. Laboratuvarda Kullanılan Alet-Ekipman ve Cihazlar....49
3.1.4. Analizlerde Kullanılan Besiyerleri ve Kimyasallar....50
3.1.4.1. Mikrobiyolojik Analizlerde Kullanılan Besiyerleri....50
3.1.4.2. Kimyasal Analizlerde Kullanılan Çözeltiler....50
3.2. YÖNTEM....51
3.2.1. Sığır Etlerinin Burger Köfte Üretimi için Hazırlanması....51
3.2.2. Laboratuvar Analizleri....53
3.2.2.1. Mikrobiyolojik Analizler....54
3.2.2.2. Fiziko-Kimyasal Analizler....56
3.2.2.3. İnstrumental Renk ve Tekstür Analizleri....61
3.2.2.4. Duyusal Analizler....63

4. BULGULAR.....66
4.1. Keten Tohumu ve Rüşeym Ilavesi ile Üretilen Düşük Yağlı Burger Köfte Örneklerinin Muhafaza Süresi Boyunca Mikrobiyolojik Analiz Bulguları.....66
4.1.1. Toplam Aerob Mezofil Bakterilere (TAMB) Ait Analiz Bulguları.....66
4.1.2. Psikrotrof Mikroorganizmalara Ait Analiz Bulguları.....70
4.1.3. *Enterobacteriaceae* Familyası Bakterilerine Ait Analiz Bulguları.....73
4.1.4. *Escherchia coli*'ye Ait Analiz Bulguları.....76
4.1.5. *Staphylococcus aureus*'a Ait Analiz Bulguları.....76
4.1.6. Laktik Asit Bakterilerine (LAB) Ait Analiz Bulguları.....76
4.1.7. *Pseudomonas* spp.'e Ait Analiz Bulguları.....80
4.1.8. *Brochothrix thermosphacta*'ya Ait Analiz Bulguları.....83
4.1.9. Küf ve Mayalara Ait Analiz Bulguları.....86
4.2. Keten Tohumu ve Rüşeym Ilavesi ile Üretilen Düşük Yağlı Burger Köfte Örneklerinin Muhafaza Süresi Boyunca Fiziko-Kimyasal Analiz Bulguları.....89
4.2.1. pH Değerlerine Ait Analiz Bulguları.....89
4.2.2. Su Aktivitesi (a_w) Değerlerine Ait Analiz Bulguları.....92
4.2.3. Nem Miktarı Değerlerine Ait Analiz Bulguları.....95
4.2.4. Kül Miktarı Değerlerine Ait Analiz Bulguları.....98
4.2.5. Yağ Miktarı Değerlerine Ait Analiz Bulguları.....101
4.2.6. Protein Miktarı Değerlerine Ait Analiz Bulguları.....104
4.2.7. Tuz Miktarı Değerlerine Ait Analiz Bulguları.....107
4.2.8. Diyet Lif Miktarı Değerlerine Ait Analiz Bulguları.....110
4.2.9. Serbest Yağ Asitleri (FFA) Miktarı Değerlerine Ait Analiz Bulguları.....113
4.2.10. Karbonhidrat Miktarı Değerlerine Ait Analiz Bulguları.....116
4.2.11. Enerji Miktarı Değerlerine Ait Analiz Bulguları.....119
4.2.12. Tiyobarbitürik Asit (TBARS) Değerlerine Ait Analiz Bulguları.....122
4.2.13. Metmiyoglobin Miktarına Ait Analiz Bulguları.....125
4.2.14. Pişirme Özelliklerine Ait Analiz Bulguları.....128
4.3. Keten Tohumu ve Rüşeym İlavesi ile Üretilen Düşük Yağlı Burger Köfte Örneklerinin Muhafaza Süresi Boyunca İnstrumental Renk ve Tekstür Profil Analizi Bulguları.....137
4.3.1. Renk Analizi Bulguları.....137
4.3.2. Tekstür Profil Analizi Bulguları.....146

4.4. Keten Tohumu ve Rüşeym Ilavesi ile Üretilen Düşük Yağlı Burger Köfte Örneklerinin Muhafaza Süresi Boyunca Duyusal Analiz Bulguları 167
5. TARTIŞMA 232
5.1. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi 232
5.1.1. Toplam Aerob Mezofil Bakteriler (TAMB) 232
5.1.2. Psikrotrof Bakteriler 235
5.1.3. *Enterobacteriaceae* Familyası Bakterileri 238
5.1.4. Laktik Asit Bakterileri (LAB) 242
5.1.5. *Pseudomonas* spp. 244
5.1.6. Brochothrix thermosphacta 246
5.1.7. Küf ve Mayalar 248
5.2. Fiziko-Kimyasal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi 251
5.2.1. pH 251
5.2.2. Su Aktivitesi (a_w) 253
5.2.3. Nem Miktarı 255
5.2.4. Kül Miktarı 258
5.2.5. Yağ 261
5.2.6. Protein 263
5.2.7. Tuz Miktarı 266
5.2.8. Diyet Lif Miktarı 268
5.2.9. Serbest Yağ Asitliği Miktarı 270
5.2.10. Karbonhidrat 272
5.2.11. Enerji Değeri 274
5.2.12. Tiyobarbütirik Asit (TBARS) Değeri 276
5.2.13. Metmyoglobin Miktarı 281
5.2.14. Pişirme Özellikleri 283
5.3. İnstrumental Renk ve Tekstür Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi 292
5.3.1. Renk Analizi 292
5.3.2. Tekstür Profil Analizi 300
5.4. Duyusal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi 311
5.5. Sonuç 331
KAYNAKLAR 333
ETİK KURUL KARARI ..... **HATA! YER İŞARETİ TANIMLANMAMIŞ.**

İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI.....355
ÖZGEÇMİŞ.....356

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3-1: Deneysel sığır burger köfte örneklerinin gruplandırılması 53
Tablo 3-2: Burger köftelerin duyusal değerlendirmelerinde kullanılacak tanımlayıcı özellikler ve açıklamaları 64
Tablo 4-3: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca toplam aerob mezofil bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 67
Tablo 4-4: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca toplam aerob mezofil bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 68
Tablo 4-5: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca toplam aerob mezofil bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 69
Tablo 4-6: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca psikrotrof bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 70
Tablo 4-7: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca psikrotrof bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 71
Tablo 4-8: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca psikrofil bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g)..... 72
Tablo 4-9: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Enterobacteriaceae* sayılarındaki değişimler (Log kob/g)..... 73
Tablo 4-10: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Enterobacteriaceae* sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 74
Tablo 4-11: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Enterobactericeae* sayılarındaki değişimler (Log kob/g)..... 75
Tablo 4-12: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca laktik asit bakteri (LAB) sayılarındaki değişimler (Log kob/g)..... 77
Tablo 4-13: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca laktik asit bakteri (LAB) sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 78
Tablo 4-14: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca laktik asit bakterileri (LAB) sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 79
Tablo 4-15: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Pseudomonas* spp. sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 80

Tablo 4-16: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Pseudomonas* spp. sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 81
Tablo 4-17: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Pseudomonas* spp. sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 82
Tablo 4-18: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Brochothrix thermosphacta* sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 83
Tablo 4-19: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Brochothrix thermosphacta* sayılarındaki değişimler (Log kob/g)..... 84
Tablo 4-20: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Brochothrix thermosphacta* sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 85
Tablo 4-21: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca küf-maya sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 86
Tablo 4-22: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca küf-maya sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 87
Tablo 4-23: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca küf ve maya sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 88
Tablo 4-24: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pH değerlerindeki değişimler 89
Tablo 4-25: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pH değerlerindeki değişimler..... 90
Tablo 4-26: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pH değerlerindeki değişimler 91
Tablo 4-27: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca su aktivitesi (a_w) değerlerindeki değişimler 92
Tablo 4-28: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca su aktivitesi (a_w) değerlerindeki değişimler 93
Tablo 4-29: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca su aktivitesi (a_w) değerlerindeki değişimler 94
Tablo 4-30: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca nem miktarı değerlerindeki değişimler (%) 95
Tablo 4-31: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca nem miktarı değerlerindeki değişimler (%) 96

Tablo 4-32: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kül miktarı değerlerindeki değişimler (%) 98
Tablo 4-33: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kül miktarı değerlerindeki değişimler (%) 99
Tablo 4-34: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kül miktarı (%) değerlerindeki değişimler 100
Tablo 4-35: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yağ miktarı değerlerindeki değişimler (%) 101
Tablo 4-36: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yağ miktarı değerlerindeki değişimler (%) 102
Tablo 4-37: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yağ miktarı (%) değerlerindeki değişimler 103
Tablo 4-38: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca protein miktarı değerlerindeki değişimler (%) 104
Tablo 4-39: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca protein miktarı değerlerindeki değişimler (%) 105
Tablo 4-40: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca protein miktarı (%) değerlerindeki değişimler 106
Tablo 4-41: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca tuz miktarı değerlerindeki değişimler (%) 107
Tablo 4-42: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca tuz miktarı değerlerindeki değişimler (%) 108
Tablo 4-43: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca tuz miktarı (%) değerlerindeki değişimler 109
Tablo 4-44: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca diyet lif miktarı değerlerindeki değişimler (%) 110
Tablo 4-45: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca diyet lif miktarı değerlerindeki değişimler (%) 111
Tablo 4-46: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca diyet lif miktarı (%) değerlerindeki değişimler 112
Tablo 4-47: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca serbest yağ asitleri (FFA) miktarı değerlerindeki değişimler (%) 113

Tablo 4-48: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca serbest yağ asitleri (FFA) miktarı değerlerindeki değişimler (%) 114
Tablo 4-49: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca serbest yağ asitleri (FFA) miktarı (%) değerlerindeki değişimler 115
Tablo 4-50: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca karbonhidrat değerlerindeki değişimler (%) 116
Tablo 4-51: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca karbonhidrat değerlerindeki değişimler (%) 117
Tablo 4-52: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca karbonhidrat miktarı (%) değerlerindeki değişimler 118
Tablo 4-53: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca enerji değerlerindeki değişimler (kcal) 119
Tablo 4-54: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca enerji değerlerindeki değişimler (kcal) 120
Tablo 4-55: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca enerji değerlerindeki değişimler (kcal)..... 121
Tablo 4-56: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca TBARS değerlerindeki değişimler (mg MDA/kg)..... 122
Tablo 4-57: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca TBARS değerlerindeki değişimler (mg MDA/kg) 123
Tablo 4-58: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca tiyobarbitürik asit (TBARS) değerlerindeki değişimler (mg MDA/kg)..... 124
Tablo 4-59: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca % metmyoglobin değerlerindeki değişimler 125
Tablo 4-60: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca % metmyoglobin değerlerindeki değişimler..... 126
Tablo 4-61: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca metmyoglobin (%) değerlerindeki değişimler..... 127
Tablo 4-62: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (Pişirme kaybı) 129

Tablo 4-63: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (Pişirme kaybı) 130
Tablo 4-64: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (% Pişirme verimi) 131
Tablo 4-65: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (% Pişirme verimi) 132
Tablo 4-66: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (% Burger çapında azalma) 133
Tablo 4-67: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (% Burger çapında azalma) 134
Tablo 4-68: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (% Burger kalınlığında azalma) 135
Tablo 4-69: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (% Burger kalınlığında azalma) .. 136
Tablo 4-70: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca parlaklık (CIE *L**) değerlerindeki değişimler 137
Tablo 4-71: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca parlaklık (CIE *L**) değerlerindeki değişimler 138
Tablo 4-72: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca parlaklık (CIE *L**) değerlerindeki değişimler 139
Tablo 4-73: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kırmızılık (CIE *a**) değerlerindeki değişimler 140
Tablo 4-74: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kırmızılık (CIE *a**) değerlerindeki değişimler 141
Tablo 4-75: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kırmızılık (CIE *a**) değerlerindeki değişimler 142
Tablo 4-76: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sarılık (CIE *b**) değerlerindeki değişimler 143
Tablo 4-77: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sarılık (CIE *b**) değerlerindeki değişimler 144
Tablo 4-78: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sarılık (CIE *b**) değerlerindeki değişimler 145

Tablo 4-79: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sertlik (hardness) değerlerindeki değişimler (N)..... 146
Tablo 4-80: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sertlik (hardness) değerlerindeki değişimler (N) 147
Tablo 4-81: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sertlik (hardness) değerlerindeki değişimler (N)..... 148
Tablo 4-82: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca bağlayıcılık (cohesiveness) değerlerindeki değişimler 149
Tablo 4-83: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca bağlayıcılık (cohesiveness) değerlerindeki değişimler 150
Tablo 4-84: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca bağlayıcılık (cohesiveness) değerlerindeki değişimler..... 151
Tablo 4-85: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sakızımsılık (gumminess) değerlerindeki değişimler (N) 152
Tablo 4-86: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sakızımsılık (gumminess) değerlerindeki değişimler (N)..... 153
Tablo 4-87: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sakızımsılık (gumminess) değerlerindeki değişimler (N) ... 154
Tablo 4-88: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerindeki değişimler (J) 155
Tablo 4-89: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerindeki değişimler (J)..... 156
Tablo 4-90: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerindeki değişimler (J) .. 157
Tablo 4-91: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca liflilik (stringiness) değerlerindeki değişimler (mm) 158
Tablo 4-92: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca liflilik (stringiness) değerlerindeki değişimler (mm)..... 159
Tablo 4-93: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca liflilik (stringiness) değerlerindeki değişimler (mm) 160
Tablo 4-94: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca esneklik/yaylanma (springiness) değerlerindeki değişimler (mm) 161

Tablo 4-95: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca esneklik/yaylanma (springiness) değerlerindeki değişimler (mm) 162
Tablo 4-96: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca esneklik/yaylanma (springiness) değerlerindeki değişimler (mm)..... 163
Tablo 4-97: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (adhesiveness) değerlerindeki değişimler (J)..... 164
Tablo 4-98: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (adhesiveness) değerlerindeki değişimler (J) 165
Tablo 4-99: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (adhesiveness) değerlerindeki değişimler (J)... 166
Tablo 4-100: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca görünüm (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler..... 168
Tablo 4-101: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca görünüm (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler 169
Tablo 4-102: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca görünüm değerlerindeki değişimler..... 170
Tablo 4-103: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca renk tonu (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler 171
Tablo 4-104: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca renk tonu (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler..... 172
Tablo 4-105: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca renk tonu değerlerindeki değişimler..... 173
Tablo 4-106: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca renk yoğunluğu (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler 174
Tablo 4-107: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca renk yoğunluğu (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler..... 175
Tablo 4-108: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca renk yoğunluğu değerlerindeki değişimler..... 176
Tablo 4-109: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca koku yoğunluğu (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler 177
Tablo 4-110: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca koku yoğunluğu (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler..... 178

Tablo 4-111: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca koku yoğunluğu değerlerindeki değişimler 179
Tablo 4-112: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca unumsu koku (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler..... 180
Tablo 4-113: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca unumsu koku (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler 181
Tablo 4-114: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca unumsu koku değerlerindeki değişimler 182
Tablo 4-115: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kötü koku (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler 183
Tablo 4-116: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kötü koku (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler..... 184
Tablo 4-117: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kötü koku değerlerindeki değişimler..... 185
Tablo 4-118: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yumuşaklık (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler.. 186
Tablo 4-119: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yumuşaklık (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler 187
Tablo 4-120: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yumuşaklık (çiğ burger köftesi) değerlerindeki değişimler 188
Tablo 4-121: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sululuk (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler..... 189
Tablo 4-122: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sululuk (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler 190
Tablo 4-123: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sululuk (çiğ burger köftesi) değerlerindeki değişimler 191
Tablo 4-124: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler .. 192
Tablo 4-125: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler 193

Tablo 4-126: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (çiğ burger köftesi) değerlerindeki değişimler. 194
Tablo 4-127: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler 195
Tablo 4-128: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler..... 196
Tablo 4-129: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (çiğ burger köftesi) değerlerindeki değişimler 197
Tablo 4-130: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yumuşaklık (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler. 198
Tablo 4-131: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yumuşaklık (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler 199
Tablo 4-132: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yumuşaklık (pişmiş burger köftesi) değerlerindeki değişimler 200
Tablo 4-133: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sululuk (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler..... 201
Tablo 4-134: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sululuk (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler 202
Tablo 4-135: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sululuk (pişmiş burger köftesi) değerlerindeki değişimler.. 203
Tablo 4-136: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler. 204
Tablo 4-137: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler 205

Tablo 4-138: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (pişmiş burger köftesi) değerlerindeki değişimler 206
Tablo 4-139: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler 207
Tablo 4-140: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler..... 208
Tablo 4-141: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (pişmiş burger köftesi) değerlerindeki değişimler..... 209
Tablo 4-142: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca lezzet yoğunluğu (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler 210
Tablo 4-143: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca lezzet yoğunluğu (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler . 211
Tablo 4-144: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca lezzet yoğunluğu değerlerindeki değişimler..... 212
Tablo 4-145: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca lezzet kalitesi (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler..... 213
Tablo 4-146: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca lezzet kalitesi (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler 214
Tablo 4-147: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca lezzet kalitesi değerlerindeki değişimler 215
Tablo 4-148: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca tuzlu tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler..... 216
Tablo 4-149: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca tuzlu tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler 217
Tablo 4-150: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca tuzlu tat değerlerindeki değişimler 218
Tablo 4-151: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca baharatlı tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler..... 219

Tablo 4-152: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca baharatlı tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler 220
Tablo 4-153: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca baharatlı tat değerlerindeki değişimler 221
Tablo 4-154: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca unumsu tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler 222
Tablo 4-155: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca unumsu tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler..... 223
Tablo 4-156: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca unumsu tat değerlerindeki değişimler 224
Tablo 4-157: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kötü tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler..... 225
Tablo 4-158: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kötü tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler 226
Tablo 4-159: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kötü tat değerlerindeki değişimler 227
Tablo 4-160: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca genel kabul edilebilirlik (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler 228
Tablo 4-161: Modifiye atmosfer paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca genel kabul edilebilirlik (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler..... 229
Tablo 4-162: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca genel kabul edilebilirlik değerlerindeki değişimler..... 231

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4-1: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresiboyunca toplam aerob mezofil bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 67
Şekil 4-2: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca toplam aerob mezofil bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 68
Şekil 4-3: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca psikrotrof bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 70
Şekil 4-4: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca psikrotrof bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g)..... 71
Şekil 4-5: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Enterobacteriaceae* sayılarındaki değişimler (Log kob/g)..... 73
Şekil 4-6: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Enterobacteriaceae* sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 74
Şekil 4-7: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca laktik asit bakteri (LAB) sayılarındaki değişimler (Log kob/g)..... 77
Şekil 4-8: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca laktik asit bakteri (LAB) sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 78
Şekil 4-9:Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Pseudomonas* spp. sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 80
Şekil 4-10: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Pseudomonas* spp. sayılarındaki değişimler (Log kob/g)..... 81
Şekil 4-11: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Brochothrix thermosphacta* sayılarındaki değişimler (Log kob/g)..... 83
Şekil 4-12: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Brochothrix thermosphacta* sayılarındaki değişimler (Log kob/g)..... 84
Şekil 4-13: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca küf-maya sayılarındaki değişimler (Log kob/g)..... 86
Şekil 4-14: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca küf-maya sayılarındaki değişimler (Log kob/g) 87
Şekil 4-15: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pH değerlerindeki değişimler..... 89

Şekil 4-16: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pH değerlerindeki değişimler 90
Şekil 4-17: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca su aktivitesi (a_w) değerlerindeki değişimler 92
Şekil 4-18: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca su aktivitesi (a_w) değerlerindeki değişimler 93
Şekil 4-19: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca nem miktarı değerlerindeki değişimler (%) 95
Şekil 4-20: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca nem miktarı değerlerindeki değişimler (%) 96
Şekil 4-21: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kül miktarı değerlerindeki değişimler (%) 98
Şekil 4-22: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kül miktarı değerlerindeki değişimler (%) 99
Şekil 4-23: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yağ miktarı değerlerindeki değişimler (%) 101
Şekil 4-24: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yağ miktarı değerlerindeki değişimler (%) 102
Şekil 4-25: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca protein miktarı değerlerindeki değişimler (%) 104
Şekil 4-26: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca protein miktarı değerlerindeki değişimler (%) 105
Şekil 4-27: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca tuz miktarı değerlerindeki değişimler (%) 107
Şekil 4-28: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca tuz miktarı değerlerindeki değişimler (%) 108
Şekil 4-29: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca diyet lif miktarı değerlerindeki değişimler (%) 110
Şekil 4-30: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca diyet lif miktarı değerlerindeki değişimler (%) 111
Şekil 4-31: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca serbest yağ asitleri (FFA) miktarı değerlerindeki değişimler (%) 113

Şekil 4-32: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca serbest yağ asitleri (FFA) miktarı değerlerindeki değişimler (%) 114
Şekil 4-33: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca karbonhidrat değerlerindeki değişimler (%) 116
Şekil 4-34: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca karbonhidrat değerlerindeki değişimler (%) 117
Şekil 4-35: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca enerji değerlerindeki değişimler (kcal) 119
Şekil 4-36: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca enerji değerlerindeki değişimler (kcal) 120
Şekil 4-37: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca TBARS değerlerindeki değişimler (mg MDA/kg) 122
Şekil 4-38: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca TBARS değerlerindeki değişimler (mg MDA/kg) 123
Şekil 4-39: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca % metmyoglobin değerlerindeki değişimler 125
Şekil 4-40: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca % metmyoglobin değerlerindeki değişimler 126
Şekil 4-41: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (Pişirme kaybı) 129
Şekil 4-42: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (Pişirme kaybı) 130
Şekil 4-43: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (% Pişirme verimi) 131
Şekil 4-44: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (% Pişirme verimi) 132
Şekil 4-45: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (% Burger çapında azalma) 133
Şekil 4-46: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (% Burger çapında azalma) 134
Şekil 4-47: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (% Burger kalınlığında azalma) 135

Şekil 4-48: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (% Burger kalınlığında azalma) .. 136
Şekil 4-49: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca parlaklık (CIE *L**) değerlerindeki değişimler 137
Şekil 4-50: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca parlaklık (CIE *L**) değerlerindeki değişimler 138
Şekil 4-51: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kırmızılık (CIE *a**) değerlerindeki değişimler 140
Şekil 4-52: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kırmızılık (CIE *a**) değerlerindeki değişimler 141
Şekil 4-53: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sarılık (CIE *b**) değerlerindeki değişimler 143
Şekil 4-54: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sarılık (CIE *b**) değerlerindeki değişimler 144
Şekil 4-55: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sertlik (hardness) değerlerindeki değişimler (N) 146
Şekil 4-56: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sertlik (hardness) değerlerindeki değişimler (N) 147
Şekil 4-57: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca bağlayıcılık (cohesiveness) değerlerindeki değişimler 149
Şekil 4-58: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca bağlayıcılık (cohesiveness) değerlerindeki değişimler 150
Şekil 4-59: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sakızımsılık (gumminess) değerlerindeki değişimler (N) 152
Şekil 4-60: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sakızımsılık (gumminess) değerlerindeki değişimler (N) 153
Şekil 4-61: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerindeki değişimler (J) 155
Şekil 4-62: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerindeki değişimler (J) 156
Şekil 4-63: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca liflilik (stringiness) değerlerindeki değişimler (mm) 158

Şekil 4-64: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca liflilik (stringiness) değerlerindeki değişimler (mm) 159
Şekil 4-65: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca esneklik/yaylanma (springiness) değerlerindeki değişimler (mm) 161
Şekil 4-66: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca esneklik/yaylanma (springiness) değerlerindeki değişimler (mm) 162
Şekil 4-67: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (adhesiveness) değerlerindeki değişimler (J)..... 164
Şekil 4-68: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (adhesiveness) değerlerindeki değişimler (J) 165
Şekil 4-69: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca görünüm (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler..... 168
Şekil 4-70: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca görünüm (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler 169
Şekil 4-71: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca renk tonu (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler..... 171
Şekil 4-72: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca renk tonu (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler..... 172
Şekil 4-73: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca renk yoğunluğu (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler..... 174
Şekil 4-74: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca renk yoğunluğu (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler..... 175
Şekil 4-75: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca koku yoğunluğu (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler 177
Şekil 4-76: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca koku yoğunluğu (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler..... 178
Şekil 4-77: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca unumsu koku (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler..... 180
Şekil 4-78: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca unumsu koku (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler 181
Şekil 4-79: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kötü koku (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler 183

Şekil 4-80: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kötü koku (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler 184
Şekil 4-81: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yumuşaklık (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler .. 186
Şekil 4-82: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yumuşaklık (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler 187
Şekil 4-83: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sululuk (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler 189
Şekil 4-84: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sululuk (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler 190
Şekil 4-85: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler .. 192
Şekil 4-86: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler 193
Şekil 4-87: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler 195
Şekil 4-88: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler..... 196
Şekil 4-89: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yumuşaklık (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler . 198
Şekil 4-90: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yumuşaklık (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler 199
Şekil 4-91: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sululuk (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler 201
Şekil 4-92: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sululuk (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler 202

Şekil 4-93: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler . 204
Şekil 4-94: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler 205
Şekil 4-95: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler 207
Şekil 4-96: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler..... 208
Şekil 4-97: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca lezzet yoğunluğu (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler 210
Şekil 4-98: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca lezzet yoğunluğu (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler . 211
Şekil 4-99: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca lezzet kalitesi (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler..... 213
Şekil 4-100: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca lezzet kalitesi (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler 214
Şekil 4-101: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca tuzlu tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler..... 216
Şekil 4-102: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca tuzlu tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler 217
Şekil 4-103: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca baharatlı tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler..... 219
Şekil 4-104: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca baharatlı tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler 220
Şekil 4-105: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca unumsu tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler..... 222
Şekil 4-106: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca unumsu tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler..... 223
Şekil 4-107: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kötü tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler..... 225

Şekil 4-108: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kötü tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler 226
Şekil 4-109: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca genel kabul edilebilirlik (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler 228
Şekil 4-110: Modifiye atmosfer paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca genel kabul edilebilirlik (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler..... 229
Şekil 4-111: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca genel kabul edilebilirlik değerlerindeki değişimler..... 230

RESİMLER LİSTESİ

Resim 3-1: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen deneysel sığır burger köfteleri 52
Resim 3-2: Tekstür profil analizi (TPA) parametreleri (Bourne, 1978). 63
Resim 4-3: Pişirme işlemine tabi tutulan keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilmiş düşük yağlı sığır burger köfteleri 128

SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

ADP: Adenozin difosfat

ALA: α-linoleik asit

AMSA: Amerikan Et Bilimi Derneği (American Meat Science Association)

AOAC: Analitik Topluluklar Birliği (Association of Official Analytical Communities)

AP: Ortam havası ile paketleme

ATP: Adenozin trifosfat

CIE: Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale de l'Éclairage)

DN: Dirençli nişasta

FAO: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization of the United Nations)

FFA: Serbest yağ asitleri (Free fatty acids)

FM: Keten tohumu müsilajı

FSA: Gıda Standartları Ajansı (Food Standards Agency)

HAYGEM: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Hayvancılık Genel Müdürlüğü

IARC: Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (The International Agency for Research on Cancer)

IMP: Inosin mono fosfat

MAP: Modifiye atmosfer paketleme

Mb: Miyoglobin

MbCO: Karboksimiyoglobin

MbO_2: Oksimiyoglobin

MMb: Metmiyoglobin

MUFA: Tekli doymamış yağ asitlerinden (Monounsaturated fatty acids)

NAD: Nikotinamid adenin dinukleotid

NADP: Nikotinamid adenin dinukleotid fosfat

OECD: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development)

PUFA: Çoklu doymamış yağ asitleri (Polyunsaturated fatty acids)

SCFA: Kısa zincirli yağ asitleri (Short chain fatty acids)

SFA: Doymuş yağ asitleri (Saturated fatty acids)

TEPGE: Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü

TİGEM: Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü

TGK: Türk Gıda Kodeksi

TSE: Türk Standartları Enstitüsü

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

VP: Vakum paketleme

ÖZET

Ergene, E. (2022). Keten Tohumu ve Rüşeym İlavesi ile Üretilen Düşük Yağlı Sığır Burger Köftelerinin Tekstürel ve Duyusal Özellikleri ile Raf Ömürlerinin Belirlenmesi. İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı. Doktora Tezi. İstanbul.

Bu çalışmada, farklı oranlarda keten tohumu ve buğday rüşeymi ilavesi ile üretilen düşük yağlı sığır burger köftelerinin farklı gaz oranlarıyla paketlenmesi neticesinde soğuk ve donmuş muhafaza süresi boyunca raf ömrü ve kalite parametrelerindeki değişimlerin araştırılması amaçlanmıştır.

Bu doğrultuda, burger köftelerinin üretiminde farklı formülasyonlar kullanılarak iki farklı yağ oranına (%5 ve %10 hayvansal yağ) sahip köfte hamurlarına %5, %10 ve %15 oranlarında keten tohumu ya da %1 ve %3 oranında buğday rüşeymi ilavesi yapılarak, deneysel köfte üretimi gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubu olarak ayrılan hamurların sadece yağ oranları farklılık gösterirken, hiçbir gruba keten tohumu veya buğday rüşeymi ilavesi yapılmamıştır. Her bir gruba ait örnekler belirtilen şekilde hazırlandıktan sonra 5 cm yarıçaplı burger köfteleri haline getirilerek, paketleme tabakları içine alınmıştır. Örnekler ortam havası (AP: %78,08 N_2, %20,96 O_2, %0,04 CO_2) ve modifiye atmosfer (MAP: %70/%30:O_2/CO_2) altında paketlendikten sonra 2 gün süreyle soğuk muhafazaya (4°C) ve 6 ay süreyle donmuş muhafazaya (-18°C) tabi tutulmuştur. Paketlenen burger köfte örnekleri depolamanın 0. ve 2. günleri ile 1., 3. ve 6. aylarında mikrobiyolojik, fiziko-kimyasal, instrumental renk (CIE *L**, *a**, *b**) ve tekstür (tekstür profil analizleri [TPA]), duyusal (vizüel renk, doku, lezzet, koku, genel kabul edilebilirlik) ve pişirme özellikleri bakımından analizlere tabi tutuldu.

Sonuç olarak, keten tohumu ve buğday rüşeymi oranındaki artış mikrobiyal kriterlerde nisbi ölçüde azalma sağlarken, yağ, karbonhidrat, diyet lif oranlarında artışa neden olmuştur. Keten tohumu ilavesi sertlik, liflilik, sakızımsılık gibi tektürel özellikler üzerinde artışa; buğday rüşeymi ise sululuk, bağlayıcılık, çiğnenebilirlik özelliklerinde iyileşmeye yol açarken, duyusal özellikler bakımından artan oranlarda bileşime katılmaları tüketici beğenisini olumsuz yönde etkilemiştir. Netice itibariyle, besin değerini arttırmak için ürün bileşimine ilave edilecek keten tohumu ve buğday rüşeymi ununun düşük miktarlarda kullanımının kabul edilebilir olduğu, ancak yüksek oranlarda katılımının ürünün yapısal özellikleri ve lezzetine olumsuz yönde etki ettiği için tercih edilmeyeceği ve uzun süreli donmuş muhafazanın burger köftelerinde bozulma belirtilerinin şekillenmesine yol açmasından ötürü ürünün raf ömrünün 3 aydan fazla olmaması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Burger Köfte, Keten Tohumu, Rüşeym, Raf Ömrü, Kalite

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: TDK-2019-33664

ABSTRACT

Ergene, E. (2022). Determination of Textural and Sensorial Characteristics and Shelf-Life of Low-Fat Beef Burger Patties Produced by Flaxseed and Wheat Germ. Istanbul University-Cerrahpasa, Institute of Graduate Studies, Department of Food Hygiene and Technology. PhD Thesis. Istanbul.

In this study, it was aimed to investigate the changes in shelf-life and quality parameters of low-fat beef burger patties produced with the addition of flaxseed and wheat germ at different rates during cold and frozen storage period under different gas ratios' packaging.

In this direction, meatballs which have two different fat ratios (5% and 10% animal fat) were produced by using different formulations with the addition of 5%, 10% and 15% flaxseed or 1% and 3% wheat germ into meatball doughs. In control groups, only the fat ratios were different, while no flaxseed or wheat germ was added to the doughs. After the manucafturing of each group as specified, burger patties with a radius of 5 cm were placed in packaging trays and were packaged under ambient air (AP: 78.08% N_2, 20.96% O_2, 0.04% CO_2) and modified atmosphere (MAP: 70%/30%:O_2/CO_2) conditions. Afterwards, they were kept in cold (4°C) storage for 2 days and frozen storage (-18°C) for 6 months. Packaged burger patties were analyzed in terms of microbiological, physico-chemical, instrumental color (CIE *L**, *a**, *b**) and texture (texture profile analysis [TPA]), sensory (visual color, texture, flavor, smell, general acceptability) and cooking properties on the begining and 2^{nd} days, 1^{st}, 3^{rd} and 6^{th} months of storage.

As a result, while the increase in flaxseed and wheat germ ratios caused a relative decrease in microbial criteria, it caused an increase in fat, carbohydrate and dietary fiber ratios. Addition of flaxseed increases the textural properties such as hardness, stringiness, gumminess, and wheat germ improves juiciness, cohesiveness and chewiness properties, while their additions in the composition at increasing rates has negatively affected the consumer's preference in terms of sensory properties. Consequently, it is acceptable to add low amounts of flaxseed and wheat germ flour into the product composition in order to increase its nutritional value, however high amounts usage in meatball portions would not be preferred as it negatively affects the flavor and structural properties of the product. It has been also concluded that the product's shelf-life should not be more than 3 months since long-term frozen storage causes deterioration symptoms in burger patties.

Key Words: Burger Patties, Flaxseed, Wheat Germ, Shelf-Life, Quality

The present work was supported by the Research Fund of Istanbul University-Cerrahpaşa. Project No: TDK-2019-33664

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Beslenme yaşamın temel koşuludur. Yaşantımızın sağlıklı ve düzenli bir şekilde devam etmesi için günlük diyetimizde bulunduracağımız gıdaların, besleyici unsurları dengeli oranlarda içerecek nitelikte olması zorunludur (Yıldırım 1996). Et, içermiş olduğu biyolojik değeri yüksek proteinler nedeniyle insan beslenmesinde vazgeçilmez bir yere sahiptir. Özellikle vücut tarafından sentezlenemeyen eksojen aminoasitleri bol miktarda içermesi, Fe ve Zn gibi mineral maddeler ile vitamin B_{12} gibi vitaminler yönünden zengin olması açısından etin insan beslenmesinde önemi çok büyüktür (Anar 2015; Yıldırım 1996).

Günümüzde birçok gıda maddesi, pişirilmiş veya pişirilmeye hazır ürün halinde tüketiciye sunulmaktadır. Beslenme alışkanlıklarının değişmesi ve yoğun çalışma temposuna bağlı olarak bu şekilde satışa sunulan hazır gıdalara tüketiciler büyük bir eğilim göstermektedir. Bu ürünler arasında kıymadan yapılan et ürünleri yüksek oranda talep görmekte; burger köfte de tüketiciler tarafından en çok tercih edilen gıdalar arasında bulunmaktadır (Soyutemiz 1990; Soyutemiz ve Anar 1993).

Kıymadan yapılan ürünlerde yağ miktarı ürünün kalitesini belirlemede önemli bir rol oynamaktadır. Lezzet yoğunluğu, sululuk ve yumuşaklık sığır etinde doğrudan yağ içeriği ile ilgili olduğundan yağ miktarının azaltılması genel tüketici kabul edilebilirliğini azaltmaktadır. Ürün kabul edilebilirliğini arttırmak için günümüzde birçok gıda katkı maddesi, gıda formülasyonunda yağın yerine dokusal, fonksiyonel ve lezzet özelliklerinin yerini tutması için ilave edilmektedir (Anar 2015; Alişarlı 2000).

Sağlıklı yaşamın bir gerekçesi olarak değişen hazır yemek sektöründe de üretilen ürünün kalitesine özen göstermek gerekmektedir. Tüketicilerin daha düşük serum kolesterol düzeyine sahip olmaları için toplam diyet yağ alımını düşürecek gıdaları tüketmeleri tavsiye edilmektedir. Dolaşım sisteminde çeşitli kronik hastalıklara yatkınlık oluşumuna sebep olan yağ ve kolesterol alımındaki sınırlamalar, obezite ve hiperkolesterolemiyi önlemek için uygulanabilecek önemli tedbirler olarak görülmektedir (Jimenez-Colmenero ve ark. 2001).

Et ürünlerinde lifli gıda kullanımındaki artış, teknolojik kullanım kolaylığı ve insan sağlığı yararları yönünden kaynaklanmaktadır. Gıdalardaki lif oranının artışı, kolon

kanser riskini, obezite, kalp damar hastalıkları ve diğer bazı bozuklukları azalttığı bilinmektedir. Birçok diyet lifleri et ürünlerinde sadece sağlık üzerine olası olumlu etkilerini belirlemek için değil, aynı zamanda potansiyel yağ türevleri olarak kullanılmaya başlamıştır.

Keten tohumu, eşsiz besin profili ve kardiyovasküler hastalıklar ve bazı kanser olgularını etkileme potansiyeli ile son zamanlarda “fonksiyonel bir gıda" olarak dikkat çekmektedir. Bileşimi % 21 protein, % 28 diyet lifi ve % 41 yağdan oluşmaktadır. Keten tohumu yağı bitkisel kaynaklar içinde α-linoleik asit (ALA) içeriğince en zengin kaynak olması nedeniyle de önemli bir endüstriyel üründür (Bilek ve Turhan 2009; Silva ve ark. 2017).

Rüşeym, buğdayın en tepesindeki embriyo kısmı olup, tohumun üremesini ve çimlenmesini sağlayan lif değeri yüksek, tokluk hissi veren lezzetli bir besin maddesidir (Ma ve ark. 2014). Özellikle hayvan yemi veya yağ üretiminde ham madde olarak kullanılmaktadır. Yüksek miktarda mineral ve vitamin içerir. Antioksidan özelliğe sahip rüşeym, sadece besleyici değeri arttırmak için değil, aynı zamanda ürün karakteristiğini de etkilemek için kullanılmaktadır (Gómez ve ark. 2012).

Ülkemizde fast-food sanayinde sıklıkla kullanılan pişirilmeye hazır sığır burgerlerinin yapısal özelliklerini ve besin değerlerini yükseltmeye yönelik planlanan bu çalışmada, keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile düşük yağlı burger köftelerinin soğuk ve donmuş muhafaza koşulları altında duyusal ve tekstürel özelliklerindeki değişimlerin tayin edilmesi ve raf ömürlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Etin Tanımı

Türk Gıda Kodeksi Et Ürünleri Tebliği'ne göre;

"Et; sığır, manda, koyun, keçi gibi büyük ve küçükbaş hayvanlar; tavuk, hindi, kaz, ördek, beç tavuğu gibi evcil kanatlı hayvanlar ile tavşan ve domuzdan elde edilen, insan tüketimine uygun olan tüm parçalar" olarak tanımlanmaktadır (TGK 2000/4).

Başka bir tanıma göre ise sıcakkanlı kasaplık hayvanların iskelet kaslarından elde edilen kaslar ile bunlardan ayrılamayan kemik, kıkırdak, sinir, lenf damarları, bağ ve epitelyum doku karışımıdır (Soyer 2018).

Farklı bilim insanları tarafından geliştirilen et tanımlamalarında bazı hususlar ortak noktalar olarak belirtilmektedir (Soyer 2018);

1. Et sıcakkanlı ve kasaplık hayvanlardan temin edilmektedir.

2. Et terimi, çoğu zaman iskelet kasları için kullanılmaktadır.

3. Et, mutlaka Veteriner hekim tarafından kontrol edildikten sonra kesilen hayvandan elde edilmeli, kontrol işlemi hayvan kesildikten sonra da mutlaka devam etmelidir.

4. Karkastan ayrılmayan yağ, bağ doku (deri vs.), kan damarları, kan, lenf sistemi, sinir doku, epitelyum doku, kemik doku ve kıkırdak doku gibi unusurlar da et olarak sayılmaktadır.

5. Tüketime uygun olan iç organlar sakatat olarak belirlenmekte ancak et gibi muamele görmektedir.

6. Taze etler tüketime sunulmadan önce türlere göre olgunlaştırma evresinden geçirilmelidir.

7. Ete dayanıklılığını artırmak amacıyla soğutma ve dondurma işlemi dışında uygulanan fiziksel ve kimyasal işlemler sonucu oluşan yeni ürün, "et ürünü" olarak tanımlanmaktadır.

8. Et ve et ürünleri tür ve sınıfı belirtilerek satılmalı, bu amaca yönelik geliştirilen mevzuata uygun olmalıdır (Soyer 2018).

2.2. Etin Beslenmedeki Önemi

Sağlıklı ve dengeli beslenmenin en önemli şartlarından biri kişi başına tüketilmesi gereken günlük protein miktarının %40-50'sinin hayvansal kaynaklardan sağlanmasıdır. Et kaliteli bir protein kaynağı olup büyüme, gelişme ve fizyolojik fonksiyonların sürdürülmesinde gerekli olan birçok bileşeni içerir (Atay ve ark. 2004). Et, içeriğindeki yüksek biyolojik değere sahip proteinler sayesinde insan beslenmesinde oldukça önemli bir yere sahiptir (Akkaya 2019; Bingöl ve Bostan 2012). Yeterli ve dengeli beslenme açısından kırmızı etin önemli bir yeri vardır. Kırmızı et; hayvansal kaynaklar arasında vitamin, bazı mineraller (özellikle P ve Fe bakımından) ve biyolojik değeri yüksek kaliteli proteinler açısından zengin, lezzetli ve besleyici bir gıdadır. Kırmızı et löysin, izolöysin, lizin, metiyonin, fenilalanin, triptofan, triyonin, valin gibi esansiyel amino asitleri yeterli ve dengeli oranda içermesi sebebiyle mutlaka tüketilmesi gerekmektedir (Yıbar ve Çetin 2014).

Et içerdiği yüksek protein konsantrasyonu ile metabolizmayı uyararak, ısı ve enerji üretimine katkıda bulunmaktadır. Yağların sindirimi daha uzun sürede olduğu için, yağlı etler tüketildiğinde uzun süre devam eden tokluk hissi sağlanabilmektedir. Et veya et ürünü tüketildiği zaman gastrik sekresyonu stimule etmekte ve sindirimi kolaylaştırmaktadır (Arslan 2013).

Et ve et ürünleri bazı koşullarda ve yüksek miktarlarda tüketildiğinde insan sağlığı açısından bazı olumsuz etkiler gösterebilmektedir. Bu durum etin içeriğinde bulunan yağ, doymuş yağ asidi ve kolesterol gibi bileşenlerin kaynaklanmaktadır. Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı'nın (IARC) 2015 yılında yayınladığı raporda, kırmızı ve işlenmiş etlerin kalın bağırsak kanseri başta olmak üzere bazı kanser türleri riskini önemli ölçüde arttırdığı belirtilmiştir (IARC 2015; Turp ve ark. 2018).

2.3. Dünya'da ve Türkiye'de Kırmızı Et Üretimi ve Tüketimi

Yeterli ve dengeli beslenme, toplumu oluşturan bireylerin sağlıklı ve güçlü olarak yaşamını sürdürmesinde, ekonomik ve sosyal yönden gelişmesinde, refah düzeyinin artmasında, varlığını güvenli bir şekilde sürdürebilmesinin temel koşullarından biridir (Saygın-Alparslan ve Demirbaş 2019). Kişi başına düşen et ve hayvansal protein tüketimi ülkelerin gelişmişliği ve hayat standardının belirlenmesinde önemli bir kriter olarak kabul edilmektedir (Uzundumlu ve ark. 2011).

Kırmızı et tüketimi beslenme alışkanlıkları, iklim, gelenekler, dini inançlar ve sağlık sorunları gibi faktörlerin yanı sıra ekonomik nedenlere bağlı olarak değişmektedir. Ülkemizde kırmızı et tüketiminde bölgesel faktörlere göre hatta yöresel farklılıklara göre değişkenlik bulunmaktadır (Atay ve ark. 2004).

Gerek kişi başına düşen et tüketimi gerek toplam et tüketimi küresel olarak artış göstermektedir. Artış oranları bölgesel olarak farklılık göstermekte olup, gelir düzeyi yüksek ülkelerde durağan ve azalan bir eğilim gösterirken, orta gelirli ülkelerde orta ve yüksek düzeyde artış, düşük gelirli ülkelerde ise düşük ve stabil bir et tüketim profili gözlenmektedir (Polat ve Yılmaz-Tuncel 2020).

Birçok ülkede et tüketimi 1960'lardan itibaren yükselmeye başlamıştır. Son yıllar yapılan çalışmalar et tüketiminin 1960-2010 yılları arasındaki dönemde %204, 1992-2016 yılları arasındaki dönemde ise %500 arttığını bildirmektedir. Bu sonuçlar beslenme alışkanlığının son yıllarda büyük ölçüde değiştiğini göstermektedir. Et endüstrisinin artan nüfusun kişi başına et ihtiyacını karşılamak için üretimi yaklaşık %50-73 oranında arttırması gerektiği belirtilmektedir (Polat ve Yılmaz-Tuncel 2020).

Küresel kırmızı et sektörü, gelişmiş bir sektördür. Ülkeler arası et ticaretini; her ülkenin farklı altyapısı, et seçiminde tüketici tercihleri ve ülke içindeki sanayi yapısı belirlemektedir. Et üretimi düşük maliyetle gerçekleştirebilen ülkeler dünya ticaretinde rekabet etme avantajı sağlamaktadır (TEPGE 2020).

Hayvansal gıdalara olan talebin yükselmesi, gelişen teknolojinin kullanımı, hayvancılık endüstrisinin dünyada yaklaşık 1,5 milyar insanın geçim kaynağını oluşturan ekonomik alyapısı bu sektrörü dünayda en hızlı büyüyen sektörlerden biri haline getirmiştir. Büyüyen ekonomiyle beraber ticaret de gelişmekle birlikte, 2019 yılında küresel dana eti ticareti bir önceki yıla kıyasla yaklaşık %8,8 oranında artmıştır. Dünya dana eti ithalat miktarı 2019 yılında 9 milyon tona yaklaşmıştır. Dünya dana eti ithalatında Çin, ABD, Japonya ve Güney Kore önemli ithalatçı ülkeler arasında yer almaktadır. Öte yandan Brezilya, Hindistan, Avustralya ve ABD en önemli ihracatçı ülkelerdir. Dünyadaki toplam dana eti ihracatının %63'ü bu ülkeler tarafından gerçekleştirilmektedir (TEPGE 2020).

USDA verilerine göre 2019 yılında dünyada gerçekleşen dana eti üretimi, 2018 yılına kıyasla %1,60 oranında artarak 61 milyon 675 bin tona ulaşmıştır. Dünyadaki toplam sığır sayısına bakıldığında ise, USDA verilerine göre 2015 yılında 1 milyar 242

milyon baş olan toplam sığır varlığı, 2018 yılında 1 milyar 269 milyon baş, 2019 yılında ise 1 milyar 278 milyon baş sayılarına ulaşmıştır. Dünyada en çok büyükbaş hayvan sayısına sahip ülke 371 milyon 700 bin baş ile Hindistan iken, Hindistan'ı sırasıyla Brezilya, Çin ve ABD takip etmektedir (TEPGE 2020).

Ülkemizde 1991 yılında toplam sığır varlığı 11 milyon 973 bin olarak bildirilmişken bunun %11'i kültür ırkı, %34'ü melez, %55'ini ise yerli ırkların oluşturduğu belirtilmiştir. 2019 yılında ise sığır varlığının yaklaşık 18 milyon baş olduğu, bu sayının %48'ini kültür ırkı, %43'ünü melez ırkı ve %9'u yerli ırktan oluşmaktadır. (TİGEM 2019). Ülkemizde büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayıları incelendiğinde bazı yıllar arasında dalgalanmalar olsa da son 10 yılda hem büyükbaş hem de küçükbaş hayvan sayısında artış olmuştur (HAYGEM 2021).

TÜİK verilerine göre 2019 yılında ülkemizde, 17 milyon 872 bin 331 büyükbaş, 48 milyon 481 bin 479 da küçükbaş hayvan bulunmaktadır. En fazla sığır sayısı sahip olan ilk 5 il sırasıyla Konya, Erzurum, İzmir, Diyarbakır ve Kars'dır. Bu iller ülkemizdeki sığır varlığının %20'den fazlasını oluşturmaktadır. 2020 yılı Haziran ayı sonu itibariyle büyükbaş hayvanlar arasında yer alan sığır sayısı 2019 yılı Aralık ayına göre %4,2 oranında artış göstererek 18 milyon 426 bin baş, manda sayısı ise %2,5 oranında artarak 189 bin baş olarak gerçekleşmiştir. 2020 yılı Haziran ayı sonu itibariyle küçükbaş hayvanlar arasında yer alan koyun sayısı 2019 yılı Aralık ayına göre %14,6 oranında artarak 42 milyon 713 bin baş, keçi sayısı ise %10,2 oranında artarak 12 milyon 351 bin baş olarak gerçekleşmiştir (TÜİK 2020).

Ülkemizde et üretiminde yıllar için artış ve azalmalar olmasına rağmen yıllar içinde hayvan sayısı ve et verimindeki yükselişe bağlı olarak et üretimi artmıştır. 2019 yılında 1 milyon 201 bin 469 ton et üretimi gerçekleşmiş olup bunun 1 milyon 75 bin 479 tonu sığırlardan elde edilmiştir (HAYGEM 2021).

OECD-FAO verilerine göre 2019 yılında dünya genelinde tüketilen kırmızı et ortalaması kişi başı 20,1 kg olarak gerçekleşirken, bunun yaklaşık %60'ını domuz eti oluşturmaktadır. Türkiye dana eti tüketim miktarı gelişmiş ülkelere kıyasla daha düşük olmasına rağmen, dünya ortalamasının üstündedir. Dünya dana eti tüketim ortalaması kişi başı 6,4 kg iken Türkiye'de bu miktar 12,99 kg'dır. Dünya genelinde kişi başına en çok dana eti tüketen ülkeler 43,3kg tüketim ile Uruguay ve 39,7 kg ile Arjantin'dir. AB-28

ülkelerinde kişi başı dana eti tüketimi 10,3 kg, Rusya'da 10,3 kg, Brezilya'da 24,6 kg, ABD'de ise 26,7 kg'dır (TEPGE 2020).

2.4. Etin Kimyasal Bileşimi

Etin bileşimi genel olarak, %75 su, %18.5 protein, %3 yağ, %1.5 protein olmayan azot, %1 karbonhidrat ve %1 inorganik maddeden oluşmaktadır (Uğur ve ark. 2001; Gürbüz 2009; Arslan 2013).

2.4.1. Su

Su ette en fazla bulunan bileşendir. Etin besin değeri, rengi, tekstürü, olgunluğu, lezzeti ve raf ömrü üzerinde suyun önemli bir etkisi vardır. Su oranı hayvanın yaşına, türüne, etin yağlılık derecesine ve vücut bölgelerine göre değişkenlik gösterir. Ette bulunan suyun %70'i myofibriller, %20'si sarkoplazmik ve %10'u bağ doku proteinlerinde bulunur (Arslan 2013).

Su, ette üç farklı formda bulunmaktadır. Bunlar; bağlı su, immobilize (hareketsiz) su ve serbest sudur (Uğur ve ark. 2001).

Bağlı su: Proteinler ve diğer makro-moleküllere sıkıca bağlanmış olarak veya bu moleküllerin içerisinde yer almaktadır. Bu nedenle, uygulanan işlemlerden etkilenmeden, ette bulunan suyun %4-5'ini oluşturmaktadır (Arslan 2013).

İmmobilize su: Proteinlere bağlı halde bulunmamakta olup, etten kolayca sızmamaktadır (Uğur ve ark. 2001).

Serbest su: Ette bulunan toplam suyun aktif kısmını oluşturmaktadır. Hücreler arasına zayıf bir şekilde bağlandığı için kendiliğinden dışarı sızabilmektedir. Kas proteinleri hidrofilik özellikte olduğunda suyu bağlayabilmektedir (100 g protein 300-360 g su bağlayabilmekte), böylece serbest suyun bir kısmı immobilize suya dönüşerek etin içinde tutulmaktadır. Etlerde bulunan serbest suyun %20 ile %40 arasında olması istenmektedir (Arslan 2013).

2.4.2. Proteinler

Et proteinleri yüksek kaliteli proteinlerdir. Bu proteinler bütün aminoasitleri yeterli ve dengeli bir şekilde içerdikleri gibi sindirilme yetenekleri yüksek ve kolay emilebilirler. Yağsız bir etin sudan sonraki en büyük kısmını proteinler oluşturmaktadır. Et proteinlerinin biyolojik değeri az miktarda içerdiği metiyonin değeri göz önüne alınarak hesaplanır. Ette metiyonin miktarı az olduğu gibi metiyonin sentezinde kullanılan sistin ve sistein gibi kükürtlü amino asitlerin miktarı da azdır (Arslan 2013).

Proteinler, kökenine göre miyofibriller, sarkoplazmik ve bağ doku proteinleri olmak üzere 3 gruba ayrılır. Proteinlerin yaklaşık %13'ünü miyofibriller (tuzda çözünebilen), %7'sini sarkoplazmik (suda veya düşük tuz konsantrasyonunda çözünebilen) ve yaklaşık %2'sini yapısal proteinler (kollagen vb.) oluşturmaktadır. Yağsız kas dokusunun % protein dağılımında %55-60'ını miyofibriller proteinler, yaklaşık %30'unu sarkoplazmik ve yaklaşık %10-15'ini bağ doku proteinleri oluşturmaktadır (Arslan 2013).

2.4.3. Protein Olmayan Azotlu Maddeler

Azot içeren ancak protein olmayan bu bileşiklere protein olmayan nitrojenli maddeler denilmektedir. Bunların başlıcaları; serbest aminoasitler, kreatin, kreatinin, kreatin fosfat, nükleotidler (ATP, ADP), peptitler (anserin, karnosin), üre, inosin mono fosfat (IMP), nikotinamid adenin dinukleotid (NAD), nikotinamid adenin dinukleotid fosfat (NADP)'dır. Bu bileşiklerden serbest aminoasitler ve nükleotidler, pişmiş etteki lezzetin oluşmasında etkilidirler (Arslan 2013).

2.4.4. Yağlar

Et kalitesinin belirlenmesinde proteinlerle birlikte önemli rol oynayan unsurlardır (Gürbüz 2009). Yağlar, organizmada enerji kaynağı olarak kullanılmakla birlikte, içerdiği yağda eriyen vitaminler (A, D, E ve K) ve esansiyel yağ asitleri (linoleik, linolenik ve arachidonik asit) ile beslenmede önemli role sahiptir (Arslan 2013).

Yağlar vücutta intramuskuler, intermuskuler ve ekstrasellüler (depo) yağlar olmak üzere 3 farklı şekilde bulunmaktadırlar (Gürbüz 2009). İntramuskuler (kas fibrilleri arasında) yağ miktarı yüksek olduğunda bulunduğu kasa mozaik görünümü vermektedir

ki, bu durum mermerleşme (marbling) olarak isimlendirilmektedir. Depo yağlar ise, deri altında, kalp ve böbrek gibi organların çevresinde ve sindirim sistemi organlarının üzerinde toplanmaktadır (Arslan 2013).

Yağların etteki kompozisyonu hem tüketim, hem de teknoloji açısından önem taşımaktadır (Gürbüz 2009). Yağların et ve et ürünlerindeki varlığı, olgunlaşma sırasında bir çok aroma maddesinin çözünmesinde etkili olarak, lipolizis sonucu uçucu yağ asitleri, aldehit, keton gibi ürünlerin açığa çıkmasıyla etin lezzetine etki etmektedir (Arslan 2013).

Hayvanlardaki yağ miktarı ve bileşimi hayvan türüne, ırkına ve beslenme durumuna göre farklılık gösterir. Sığır etinin %16'sı, dana etinin %7'si, koyun etinin %22'si ve domuz etinin %20'si yağdır (Uğur ve ark. 2001).

2.4.5. Karbonhidratlar

Ette bulunan karbonhidrat oranı %0,5-1,5 arasında değişmektedir. Karbonhidratın büyük bir kısmı glikojenden oluşmaktadır. Kalan diğer kısmı ise mono ve disakkaritler ile bağ dokunun yapısında yer alan mukopolisakkaritlerden oluşmaktadır. Etin başlıca karbonhidratı olan glikojen kasın ete dönüşmesinde çok büyük öneme sahiptir, çünkü dönüşüm için gereken enerji glikojenden temin edilir. İyi bir olgunlaşma ve kaliteli bir et elde etmek kasta daha yüksek oranda glikojen bulunmasını önem arz eder. Bundan dolayı kesimden önce hayvana karbonhidratça zengin yem verilmesi, iyice dinlendirilmesi ve strese sokulmadan kesilmesi gerekmektedir (Arslan 2013).

2.4.6. Vitaminler ve Mineral Maddeler

Et iyi bir vitamin kaynağıdır. A, B_1, B_2, B_6, B_{12}, ve E vitamini içerir (Uğur ve ark. 2001). Özellikle ruminantların rumende B kompleks vitaminleri sentezleyebilmesi, etin B vitaminleri açısında önemli bir kaynak olmasnı sağlamaktadır (Gürbüz 2009).

Mineral maddeler yaklaşık olarak etin %1'ini oluşturmaktadır. Önemli olan başlıca mineral maddeler Fe, K, Na, S, Cl ve P'dur. Ca ve Mg kas reaksiyonlarında görev almaktadır. Rigor mortis ve olgunlaşmada ise fosforlu bileşiklerin önemli görevleri vardır (Uğur ve ark. 2001). Kas dokuda homojen dağılım göstermeyen mineral maddelerin

%40'ı sarkoplazmada bulunurken, %20'si kas hücrelerinin yapısında, geri kalan kısmı ise hücreler arası sıvılarda toplanmaktadır (Gürbüz 2009).

2.5. Hazırlanmış Kırmızı Et Karışımları

Tüketicilerin değişen hayat koşulları ve beslenme hususunda daha bilinçli davranmaları, hazırlaması kolay, besleyici özellikleri yüksek, güvenli ve doğal gıdalara olan talebi arttırmaktadır. Bu nedenle doğrudan fazla işlem gerektirmeden tüketime hazır gıdalara karşı artan bir talep söz konusudur. Bu tür gıdalar çoğunlukla geleneksel gıdalardan türevlenmektedir. Tüketiciler, bu ürünlerin geleneksel ürünle aynı duyusal özelliklere sahip olmasını talep ederler (Öztürk 2008).

Soğutma ve dondurma gibi fiziksel temel işlemler uygulanarak raf ömrü arttırılmış taze etler haricinde çeşitli teknolojik işlemler uygulanarak yeni ve farklı tat, koku, yapı ve dış görünüş kazandırılmış, dayanma süresi uzatılmış et bazlı gıdalar, et ürünü olarak adlandırılmaktadır (Cengiz 2019).

Önceleri ete uygulanan temel işlemler, etin dayanıklılığını arttırmak, etin bol olduğu zamanlarda çeşitli işlemler uygulayarak etin daha uzun süre saklamak amacıyla kullanılırken, katkı maddeleri ilavesiyle etten yeni ürünler üretilebileceğinin keşfedilmesiyle fiziksel ve kimyasal temel işlemler daha çok ürün teknolojisinin geliştirilmesi amacıyla kullanılmaya başlanmıştır (Cengiz 2019).

İnsan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan et, taze olarak pazarlanabildiği gibi değişik ürünlere işlenerek de tüketime sunulmaktadır. Et ürünleri; taze işlenmiş et ürünleri, fermente sosisler, emülsifiye et ürünleri, pişirilmiş et ürünleri, parça halde işlenen çiğ ya da pişirilmiş et ürünleri olmak üzere genelikle 6 grup altında toplanmaktadır. Taze işlenmiş et ürünleri farklı oranlarda yağ içeren, kıyılmış ya da parçanmış olarak hazırlanan ürünlerdir. Bu tip et ürünlerin üretiminde, tuz ve baharat formülasyona girerken nitrat veya nitrit kullanılmamaktadır. Bununla birlikte bazı taze işlenmiş et ürünlerinde lezzeti, bağlayıcılığı ve hacmi artırmak amacıyla farklı katkılardan yararlanılabilmektedir. Bu ürünler tüketimden önce kızartma veya başka bir pişirme yöntemi uygulanarak sıcak halde servis edilmektedir. Ülkemizde yaygın bir şekilde üretilen döner, kebap ve köfte gibi ürünler bu gruba girmektedir (Katmer 2019). Ülkemizde doğrudan tüketime veya kullanıma hazır et ürünleri sınıfında pişirmeye hazır

veya yarı pişmiş tavuk, hindi ve dana etinden yapılmış döner, köfte, kebap vb. ürünler bulunmaktadır. Bu ürünlerin içinde her yöreye özgü farklı formülasyonlarla hazırlanmış pişirmeye hazır köfteler (Adana, Urfa, İnegöl, Akçaabat, vb.) önemli bir yer tutmaktadır (Öztürk 2008).

Türk mutfağının önemli yemeklerinden biri olan köfte, Farsça bir kelime olan kufte kelimesinden türemiştir ve temel hammaddesi kıymadır. Etin içerisine çeşitli malzemeler katılarak ve farklı pişirme teknikleri kullanılarak çok sayıda köfte çeşidi üretilip tüketilebilir. Ülkemizde bölgelere ve ustalara göre değişen yaklaşık 290 köfte çeşidi bulunmaktadır. Bu farklılıkların temel nedenleri; üretimde kullanılan çeşitli et türleri, köfte karışımına eklenen farklı malzemeler, etin geçirdiği teknolojik işlemler ve pişirme teknikleridir (Saricaoğlu ve Turhan 2013). Ülkemizde tüketilen belli başlı köfte çeşitleri; Akçaabat köfte, İnegöl köfte, Tekirdağ köfte, kasap köfte, kadınbudu köfte ve burger köfte bunlardan bazılarıdır.

Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliğine göre "Köfte, kıyılmış büyükbaş ve küçükbaş hayvanların biri veya birkaçının etlerinin karışımına, istenildiğinde aynı tür hayvanların yağları, lezzet vericiler ile diğer gıda bileşenlerinden biri veya birkaçı ilave edilerek çeşitli şekillerde hazırlanan pişirilmeye hazır kırmızı et karışımını veya pişirilmiş et ürününü" olarak tanımlanmaktadır (TGK 2012/74).

Köfte hamuru kasaplık hayvanların gövde etlerinden kemik, tendo, fasia, kıkırdak, lenf yumrusu, sinir ve gerekli hallerde yağların da ayıklanmasından sonra iç yağ, yemeklik tuz ilave edilmesi, çekilmesi, istenildiği takdirde lezzet verici ile çeşni ve katkı maddelerinden biri veya birkaçı katıldıktan sonra tekrar çekilmesi ve homojen hale gelinceye kadar karıştırıldıktan sonra tekrar çekilmesi veya bu çekim işleminin en çok 18 saat dinlendirmeyi takiben yapılması ile elde edilen bir karışımdır (Anar 2015).

Türk mutfağının vazgeçilmez gıdalarından olan köftenin hammaddesi kıymadır. Köftenin pişirmesinde ise farklı pişirme teknikleri uygulanabilmektedir (Katmer 2019). Köfte hamuru hazırlarken lezzet ve çeşni verici madde olarak kırmızıbiber, karabiber, kimyon, yenibahar gibi çeşitli baharatlar ile sarımsak, pastörize süt, süt tozu, galeta unu, ekmek içi, kuru soğan vb. katılabilir (Anar 2015).

Yazılı kaynaklara göre hamburger köftesinin ismi Almanya'nın Hamburg şehrinden geldiği belirtilmektedir. 19. yüzyılda ilk defa Hamburg şehrinde üretilerek büyük bir şöhrete kavuşan köfte halk arasında "Hamburg'a ait" anlamında olan

“Hamburger” kelimesi ile anılmaya başlamıştır. Hem köftenin özellikleri hem de yanında servis edilen farklı sosların da lezzeti ile hızlı bir şekilde dünya mutfaklarına yayılarak fast-food restoran zincirlerinin en önemli ürünlerinden biri haline gelmiştir (Çelegen 2019).

Türk Standartları Enstitüsü (TSE) hamburger köfte için hazırlamış olduğu standartta (TS 10580) köfte görünüşünün bütün halde, birbirine ya da ambalaja yapışmamış, rengi kararmamış ve homojen yapısını korumuş olması gerektiği bildirilmiştir. Ürünün gözle görülebilen yabancı madde ve kemik parçaları içermemesi gerektiği belirtilmekle birlikte ürünün nem içeriğinin en fazla %65, tuz içeriğinin en fazla %2, toplam protein içeriğinin en az %12, toplam nişasta içeriğinin ise en fazla %5 olması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca ürünün boyar madde içermemesi, pH’sının 5,2-6,3 aralığında olması gerektiğini bildirmiştir (TSE, 2010).

Hamburger köftesi yağlı veya yağsız sığır kıymasının, hayvansal yağ, tuz ve baharatlar ile karıştırılmasından sonra kalıplanarak şekil verilmesi ile üretilmektedir. Hamburger köftesi çoğunlukla pişirilmemiş veya ön pişirme işlemi uygulanarak satışa sunulmaktadır. Hamburger köftesi pH, su aktivitesi ve mikroflora gibi kimyasal ve biyolojik özellikleri ile mikrobiyal gelişim için uygun bir ortam oluşturması sonucunda sınırlı bir raf ömrüne sahiptir. Ayrıca ürünün lezzet ve tekstür bakımından geliştirilebilmesi için yüksek oranda (%20-40) hayvansal yağ kullanımı ürünü oksidatif bozulmalara karşı oldukça hassas hale getirmektedir (Çelegen 2019). Hamburger köfte üretiminde farklı formülasyonlar uygulanmaktadır. Genellikle burger üretiminde %70 sığır eti, %20 yağ, %7 soğan, %2 tuz, %0,5 karabiber ve %0,5 kırmızıbiber kullanıkmaktadır (Arslan 2013).

2.6. Et Karışımlarında Yağ Oranı Üzerine Etkili Faktörler

Etin yapısında bulunan yağ ve protein etin kalitesi ve beslenme değerini belirleyen en önemli faktördür. Yağ, etin karakteristik özellikleri olan aroma ve tekstürel özellikler bakımından son derece önemlidir. Beslenme değeri açısından bakıldığında ise yağ; yağda çözünen vitaminlerin ve linolenik, linoleik ve araşidonik gibi elzem yağ asitlerinin vücuda alınması için son derece gereklidir (Budak ve Kayaardı 2006).

Et ürünlerinde kullanılan yağ, ürünün fonksiyonel ve lezzet özelliklerinin gelişmesinde önemli fonksiyonlara sahiptir. Emülsiye et ürünlerinde kullanılan yağ üründe lezzet, tekstür ve sululuk gibi özellikler üzerinde etkili olmaktadır. Hamburger ve köfte gibi benzer ürünlerin üretiminde kullanılan yağın ise ürün özelliklerinin gelişmesinde et ürünlerinde olduğu kadar etkin bir işlevi bulunmaktadır. Bu tür ürünlerde yağ et parçacıklarının birbirine bağlanmasını kolaylaştırarak yapıda bütünlük sağlamakta, böylece tekstür üzerinde etkili olmaktadır. Bu ürünlerde %10 veya daha az yağ kullanılması sonucu tekstür hataları oluşmaktadır. Yağ miktarı duyusal özellikler üzerine de etkili olmaktadır. Ürünlerde kullanılan yağ miktarı %10 veya daha az olduğunda duyusal olarak saptanan sululuk ve gevreklik algısının da düşük olduğu belirtilmektedir (Serdaroğlu ve Tömek 1995). Ancak yağ oranının artması et ürünlerinin enerji, kolesterol ve doymuş yağ içeriğini arttırması sebebi ile tüketiciler tarafından tercih edilmemektedir. Et ürünlerinde yağ içeriğinin düşürülmesi ise ürünlerin tekstür ve lezzet özelliklerinde kayıplara sebep olmaktadır. Bu nedenele yağ içeriğinin düşürülmesine bağlı olarak gelişen ilgili problemleri çözmek amacıyla farklı birçok çalışma yapılmıştır (Kaynakçı ve Kılıç 2009).

Et ve et ürünlerinin daha sağlıklı hale getirilmesi için farklı stratejiler geliştirilmiştir. Bunlar; karkas kompozisyonunun modifikasyonu, hammadde özelliklerinin değiştirilmesi, et ürünlerinin yeniden formüle edilmesi gibi yöntemlerdir (Jiménez-Colmenero ve ark. 2001).

Karkas kompozisyonunun modifikasyonu: Karkas kompozisyonu, hayvanın büyüme ve gelişimi aşamasında değiştirilebilmektedir. Karkasın ve karkastan elde edilen ticari preperatların kompozisyonu, hayvanın yaşı, cinsi, cinsiyeti, beslenme tipi vb. özelliklere göre değişiklik göstermektedir. Yağ, protein gibi farklı et unsurlarında değişim yaratmak için birtakım stratejiler geliştirilmiştir. Bu stratejiler şöyle özetlenebilir; genetik seleksiyon, besleme yönetimi, metobolik modifiye edic ajanlar, sindirim sistemi ajanları, hayvanların kan dolaşımındaki hormonlara karşı bağışıklık kazandırılması ve gen manipülasyon teknikleridir (Budak ve Kayaardı 2006).

Genetik faktörlere dayalı geliştirilen stratejiler, hayvanlarda genetik ıslah çalışmaları sonucu elde edilen yeni ırklarla daha sağlıklı et üretebilme esasına dayanmaktadır. Genetik ıslahın iki temel hedefi bulunmaktadır; etin yağ içeriğini azaltmak ve doymamış yağ asidi miktarını arttırmaktır (Özünlü ve ark. 2019). Genetik

seleksiyon, karkasın yağ oranının önemli düzeyde düşürülmesinde çok önemli bir faktördür. Daha az yağlı olduğu bilinen, büyük ve geç olgunlaşan ırkların seçimi, hayvanın yağ oranını azaltır (Budak ve Kayaardı 2006). Öte yandan etin bileşimi açısından özellikle lipidler, daha sağlıklı et ürünü elde edilmesinde üzerinde durulan en önemli bileşenler arasında yer almaktadır. Bu nedenle hayvan yemlerine çeşitli katkılar ilave edilerek etin yağ asidi bileşimi ve kolesterol içeriği değiştirilebilmektedir (Özünlü ve ark. 2019).

Metabolik modifiye ediciler; canlı hayvanlarda, yemin daha verimli kullanılmasını sağlamak dolayısıyla karkas verimini arttırmak, etin görsel ve yenilebilme kalitesini iyileştirmek ve raf ömrünü uzatmak amacıyla hayvanların yemine katılan veya hayvanlara enjekte edilen bileşiklerdir. Metabolik modifiye edicilerin çalışma mekanizması, hayvanda büyüme esnasında protein ve kas birikimini arttırırken aynı zamanda yağ birikimini azaltmak olarak açıklanabilmektedir (Budak ve Kayaardı 2006).

Hammadde özelliklerinin değiştirilmesi: Karkasın yağ içeriğinin azaltılması amacıyla farklı uygulamalar geliştirilmiştir. Bu uygulamaların esası; karkas yüzeyindeki görünür yağın ve kas dokunun ulaşılması zor bölümlerine yerleşmiş olan, uzaklaştırılması zor yağın ayrılması ve /veya ekstrakte edilmesine dayanmaktadır. En hızlı ve pratik olarak uygulanan prosedür, geniş bir uygulama alanına sahip olan tıraşlama (trimming) uygulamasıdır. Tıraşlama, iç ve dış yağın karkastan uzaklaştırılması işlemidir. Genellikle, karkastan elde edilen ilk parçalara uygulanmaktadır (Budak ve Kayaardı 2006). Ancak bu durum düşük verim, maliyet gibi nedenlerden dolayı her zaman arzu edilen ya da uygulanabilen bir yöntem değildir. Hammaddenin türüne ve gerekli yağ içeriğine bağlı olarak, genellikle et partikül boyutunun hazırlanmadan önce küçültülmesi ve ardından, kriyokonsantrasyon, santrifüjleme, dekantasyon temelli gerçek ekstraksiyon veya seperasyon süreçleri uygulanır (Jiménez-Colmenero ve ark. 2001).

Et ürünlerinin yeniden formüle edilmesi: ürün tipine bağlı olarak ürünün hazırlanması ya da depolanması gibi aşamalarda ürün içeriğinde bazı değişiklikler yapılabilir. Bunlardan ilki, gıdalarda normal olarak bulunan yağ, SFA'lar, tuz, nitritler vb. gibi bazı bileşiklerin uygun miktarlara indirgenmesini içerir. İkincisi, potansiyel olarak sağlığı geliştiren (işlevsel) bileşenleri, örneğin, lif, belirli sebze proteini türleri, MUFA'lar ve PUFA'lar, antioksidanlar vb. bileşenlerin ürüne ilave edilmesini içerir (Jiménez-Colmenero ve ark. 2001).

Et ürünlerine eklenen sodyum klorürün, duyusal, teknolojik ve mikrobiyolojik özelliklerden dolayı kullanılan miktarının düşürülmesi ürün türüne bağlıdır. Tuz miktarını düşürmek için benzer etkilere sahip diğer potasyum ve magnezyum tuzları gibi bileşiklerle kısmen ikame edilmesini gerekmektedir (Jiménez-Colmenero ve ark. 2001).

Soya proteini foksiyonel özelliklerinin yanı sıra ülkemizde ve dünyada; hem teknolojik sebepler hem de ürün maliyetlerini düşürmek amacıyla et ikamesi olarak salam, sosis, köfte, hamburger vb. et ürünlerinin formülasyonlarında kullanılmaktadır. Ticari olarak izole, konsantre ya da tekstüre olmak üzere 3 farklı şekilde üretilen soya proteini et ürünlerinde kullanıldığında etin su ve yağ bağlama yeteneğini arttırmaktadır (Denktaş 2017).

Çeşitli diyet lif ve kombinasyonlarının et ürünlerinin reformülasyonunda kullanımı diyet liflerin sahip olduğu su tutma, emülsiyon stabilitesi gibi teknolojik özelliklerinin yanı sıra diyet liflerin sağlık üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı giderek artmaktadır. Ayrıca çoğu diyet lif kaynağı bitkisel yan ürünlerden elde edilmesinden dolayı maliyeti düşürmektedir. Diyet lifleri, su bağlama ve su tutma gibi teknolojik işlevleri sayesinde, pişirme kaybını, depolama sırasında su kaybını azaltır ve üretim maliyetlerini en aza indirerek, son ürünün duyusal özelliklerini etkilemeden formül değişikliklerini mümkün kılmaktadır (Han ve Bertram 2017).

2.7. Diyet Lifi ve Özellikleri

Codex Alimentarius Komisyonu diyet lifleri “insanların ince bağırsağında endojen enzimler tarafından hidrolize edilmeyen 10 veya daha fazla monomerik üniteye sahip karbonhidrat polimerleri” olarak tanımlamaktadır (Agyekum ve Nyachoti 2017). Diyet lifi, insan ince bağırsağında sindirime ve emilime karşı dirençli, kalın bağırsakta tam veya kısmi fermantasyona uğrayabilen bitkilerin veya benzer karbonhidratların yenilebilir kısmıdır (Sangnark ve Noomhorm 2004).

Suda çözünürlüğe bağlı olarak genellikle suda çözünebilir diyet lifi ve suda çözünmez diyet lifi olarak ikiye ayrılır. Suda çözünebilir diyet lifi, pektin ve zamklar içerirken suda çözünmez diyet lifi, selüloz ve lignin içerir. Suda çözünebilir diyet lifi, gerekli fizyolojik fonksiyonları ve üstün fizikokimyasal özellikleri nedeniyle oldukça

popülerdir. Suda çözünebilir diyet lif içeriği %10'dan fazla olan yüksek kaliteli diyet lifi daha iyi işleme özelliği ve fizyolojik aktiviteye sahiptir (Chen ve ark. 2018).

Suda çözünür diyet lifi ince ya da kalın bağırsakta genellikle daha kolay, hızlı ve tamamen fermente edilir. Suda çözünmez diyet lifi miktarının artışı daha uzun sürede degredasyona yol açar bu da kalın bağırsağın tam uzunluğu boyunca ortaya çıkan fermantasyon ile sonuçlanır (Lyu ve ark. 2018). Diyet lifleri sindirim kanalına girdiklerinde ince bağırsağa geçer ve kolondaki endojen mikroflora tarafından fermente olarak kısa zincirli yağ asitleri, gaz ve su üretilir (Jakobek ve Matić 2019).

Diyet lif terimi ilk olarak 1953 Eban Hipsley tarafından kullanılmıştır. Hipsley, diyet lifi 1929 yılında McCance ve Lawrence tarafından daha önce tanımlandığı gibi "kullanılamaz karbonhidrat" tanımını da kapsayan bitki hücre duvarını oluşturan sindirilemeyen bileşenlerin bir toplamı olarak tanımlamıştır. Trowel 1972 yılında diyet lifi insan enzimleri tarafından sindirilemeyen polisakkarit, lignin vb. maddelerden oluşan yenilebilen bitki kısımları olarak tanımlamıştır (Dai ve Chau 2017).

Su ve yağ tutma kapasitesi, emülsiyon ve köpük oluşumu gıda ürünlerinin modifikasyonunda kilit rol oynar. Tahıllar, sebzeler ve meyveler diyet lif içeriği yüksek olan besin gruplarıdır (Kurek ve ark. 2018).

Diyet lifleri, fonksiyonel özellikleerinin yanı sıra pişirme esnasında kayıplarını önlemesi ve yapıyı düzeltmesi gibi teknolojik özellikleri nedeni ile de et endüstrisinde kullanılmaktadır. Diyet lifi ürün üzerindeki teknolojik etkileri kullanılan lifin kaynağı ve miktarına göre değişkenlik göstermektedir. Diyet liflerin su ve yağ bağlama özellikleri ürünlerin tekstürü üzerinde etkiye sahiptir. Örneğin su tutma kapasitesi yüksek olan diyet lifleri, gıdalarda su salınımının önlenmesi, viskozite ve yapının modifiye edilmesi amacyla kullanım imkanı sağlamaktadır. Çözünmeyen liflerin ağırlıklarının 5 katına kadar yağı tutarak, pişirme esnasında üründen yağ kaybını engellediği belirtilmektedir. Bu durum, gıdanın lezzetinin korunması ve teknolojik özelliklerinin iyileştirilmesi açısından önem taşımaktadır. Diyet lifinin partikül büyüklüğü yağ absorblama kapasitesini etkilemektedir, büyük partiküllü liflerin daha fazla yağ absorbladığı belirlenmiştir (Ekici ve Erçoskun 2007).

Baklagiller, sebzeler, kabuklu yemişler, tohumlar, meyveler ve tahıllar gibi farklı gıda kaynakları çözünür ve çözünmeyen lifleri farklı oranlarda içermektedir. Ancak, aynı gıda kategorisinde tüm lif türleri bulunmaz. Dirençli nişasta sadece tahıllar, baklagiller,

yumru kökler gibi nişastalı yiyeceklerde ve yeşil muz gibi olgun olmayan meyvelerde bulunur. Pektinler meyvelerde ve bazı sebzelerde daha yüksek oranda bulunur, β-glukanlar ve arabinoksilanlar ise tahıllarda bulunur (Makki ve ark. 2018).

Diyet lifleri çeşitli fizyolojik etkilerin oluşmasını teşvik eder. Diyet lifinin insan sağlığı için faydalı etkileri, günde 30 ila 45 g arasında değişen tüketim miktarlarında gerçekleştiği yaygın olarak bildirilmiştir (Sangnark ve Noomhorm 2004).

2.8. Diyet Lifi Türevleri

2.8.1. Selüloz

Selüloz, glikoz moleküllerinin β (1-4) bağları ile bağlanması sonucu oluşan, düz zincir formunda yapısal bir polisakkarittir. Molekül büyüklüğü kaynağına göre değişmektedir. Bütün bitkisel gıdalarda bulunur ve hücre duvarı bileşeni olarak rol oynar. Seyreltilmiş asitler etki etmezken kuvvetli asitlerle hidrolize edildiğinde glikoza parçalanır, kısmı hidrolize edildiğinde ise sellobioz disakkaritine parçalanır. Selüloz insan vücudu tarafından kullanılamaz çünkü selülozu sindirecek enzim sistemi insan vücudunda bulunmaz. Selüloz suda çözünmeyen diyet lifi olarak sınıflandırılır. Dışkı hacmini arttırır ve bağırsaktan geçiş süresini kısaltır (Tayar ve Çıbık 2013; Demirci 2016).

2.8.2. Hemiselüloz

Hemiselüloz, selüloz ve bir polifenol olan lignin polimeriyle birlikte oldukça karmaşık bir yapıya sahip heteropolisakkarittir. Ksilan, mannan, galaktan ve arabinan heteropolimerleri temel yapı oluşturmaktadır. Hemiselüloz fraksiyonlarının sınıflandırılması yapılarında bulunan şeker gruplarına göre yapılmaktadır. D-ksiloz, D-mannoz, Dgalaktoz ve L-arabinoz hemiselüloz yapısını meydana getiren temel monomerlerdir (Yeğin, ve Büyükkilleci 2015). Sindirim enzimlerinden etkilenmezler ancak ince ve kalın bağırsak bakterileri tarafından çok küçük moleküllere parçalamaktadır. Tam tahıl ürünleri gibi pek çok tahıl tanesinin kepek tabakası hemiselüloz yönünden zengindir (Dülger ve Şahan 2011).

2.8.3. Lignin

Ligninler esas olarak mevcut olan sekonder kalınlaşmış bitki hücre duvarının fenil propan içeren fenol alkol polimerleridir. Hücre duvarının önemli bir bileşeni oluşturan lignin, bitkinin sertliğini, mikroorganizma saldırılarına karşı bitkinin korunmasını, besin ve suyun iletimini sağlamak gibi görevleri vardır. Lignin ruminantlar tarafından gerek sindirim enzimleri ile gerek mikrobiyal enzimler ile sindirilemez (Gül ve Tekçe 2014).

2.8.4. İnülin ve Oligofruktoz

İnülin, fruktoz ünitelerinin β-2-1 bağları ile bağlanması ile oluşan, bitki depolama karbonhidratları olarak doğada yaygın olarak bulunan fruktoz polimerleridir. Oligofruktoz, glikozidik bağlar ile bağlanmış, 2-10 monosakkarit içeren bir fruktoz oligosakkaridi olarak tanımlanmıştır (Yabancı 2010). İnülin ve oligofruktoz üst gastrointestinal sistemde sindirilmez; bu nedenle, düşük kalori değerine sahiptirler. Bağırsak bifidobakterilerinin büyümesini uyarırlar. Serum glikozunda bir artışa yol açmazlar, insülin salgısını uyarmazlar. Nötr, temiz bir tada sahip olan ve düşük yağlı gıdaların ağızda bıraktığı hissi, stabiliteyi ve kabul edilebilirliğini geliştirmek için kullanılan çeşitli ticari inülin sınıfları mevcuttur. Oligofruktoz tatlı, hoş bir tada sahiptir ve yüksek oranda çözünür. Zararlı organoleptik etkilere katkıda bulunmadan lifli gıdaları güçlendirmek, düşük kalorili gıdaların lezzetini ve tatlılığını iyileştirmek ve yağı azaltılmış gıdaların dokusunu iyileştirmek için kullanılabilir. İnülin ve oligofruktoz, diyet gıdalarında değişen yüzdelerde yaygın olarak bulunan doğal gıda bileşenleridir. İnülin ve oligofruktoz, buğday, soğan, muz, sarımsak ve hindiba dahil olmak üzere bir dizi sebze ve bitkide bitki depo karbonhidratları olarak bulunur (Niness 1999).

2.8.5. Dirençli Nişasta

Dirençli nişasta (DN) amilaz ve pullulanaz enzimleri ile hidrolize edilen fraksiyonu olup sağlıklı bireylerin ince bağırsağında sindirilemeyen nişasta ve nişasta parçalanma ürünleridir. Kalın bağırsaklara ulaşıp bağırsak mikroflorası tarafından fermente edilebilme özelliğine sahiptir. Bu sebeple ince bağırsakta sindirilemeyen diyet lifin bir fraksiyonu olarak tanımlanmaktadır (Türker ve Savlak 2015). Nişastanın granül yapısı ve kristallenebilirliği, amilozun retrograsyonu, amiloz-amilopektin oranı ve amiloz

zincirinin uzunluğu gibi kimyasal ve fiziksel özelliklerine göre 5 ana sınıfa ayrılır: DN1; gastrointestinal sistemdeki enzimler tarafından parçalanamayan form olarak tanımlanır. Baklagiller ile kısmen öğütülmüş tahıllarda bulunur. DN2; çiğ patates, amiloz içeriği yüksek mısır ve olgunlaşmamış muzda bulunan ve α- amilaz tarafından yavaşça hidrolize edilen, jelatinize olmamış grup olarak sınıflandırılır. DN3; formu retrograde nişastayı ifade eder. Sindirim enzimilerine karşı en dirençli olan formdur. Termal stabilitesi nedeniyle en fazla tercih edilen gruptur. Pişirilip soğutulmuş patates, ekmek, kahvaltılık gevrekler, nemli sıcaklık uygulamasıyla üretilen gıdalar bu grupta bulunur. DN4; kimyasal işlem sonucu elde edilen asetat nişastaları, fosfat nişastaları gibi modifiye nişastaları içerir. Genellikle ekmek, kek gibi ürünlerde kullanılır. DN5; olarak tanımlanan, retrogradasyona elverişli dirençli maltodekstrinleri içine alan bu grupta amiloz ve lipid kompleksi içeren besinler bulunmaktadır (Demirekin ve Gül 2016).

2.8.6. Pektin

Pektinler, kompozisyon, yapı ve moleküler ağırlıkta farklılıklar gösteren esas olarak galakturonik asit birimlerinden oluşan bitki hücre duvarı yapısal polisakkaritleridir. Bu polisakkarit genellikle selüloz, hemiselüloz ve lignin gibi diğer hücre duvarı bileşenleri ile ilişkilidir (Lara-Espinoza ve ark. 2018). Kimyasal olarak bir polisakkarit olan pektin, α-D galakturonik asit moleküllerinin birbirlerine düz zincir halinde birleşmesi ile oluşur (Topbaş 2009). Gıda endüstrisinde pektin, reçellerde, jölelerde, dondurulmuş gıdalarda ve son zamanlarda düşük kalorili gıdalarda yağ ve/veya şeker ikamesi olarak kullanılmaktadır. İlaç endüstrisinde, kan kolesterol seviyelerini ve mide-bağırsak bozukluklarını azaltmak için kullanılır. Pektinin diğer uygulamaları arasında yenilebilir filmlerde, kağıt ikamelerinde, köpüklerde ve plastikleştiricilerde vb. kullanım yer alır. Pektolitik bozunmaya ek olarak, pektinler işleme sırasında ısıyla bozunmaya karşı hassastır ve bozunma, içinde bulunan iyonların ve tuzların doğasından etkilenir. Çoğu bitkinin hücre duvarlarında mevcut olmasına rağmen, diğer kaynaklardan gelen pektinin zayıf jelleşme davranışından dolayı elma posası ve portakal kabuğu ticari pektinin iki ana kaynağıdır (Thakur ve ark. 1997).

2.8.7. Gamlar

Gam terimi ilk olarak, yapışkan, zamkımsı, bitkilerden sızan doğal maddeler için kullanılmıştır. Gamın teknik olarak kabul edilen tanımı ise, kıvam artırıcı ve/veya jelleştirici etki vermek amacıyla kullanılan, suda dağılabilen veya çözünebilen polimerik karbonhidratlar olarak tanımlanmaktadırlar. Bu tip maddeler kolloidal yapıda ve hidrofilik kolloid özellikte olduklarından "hidrokolloidler" olarak da isimlendirilirler (Sungur ve Ercan 2004).

Gıda sanayinde sulu sistemlerde kıvam arttırıcı, sistemi stabilize edici, film ve jel oluşturucu, kaplayıcı, köpük tutucu gibi çeşitli fonsiyonel özellikleri düzenlemek amacıyla kullanılmaktadır. En önemli özellikleri hidrofilik karakterleri nedeniyle düşük miktarlarda kullanıldıklarında sulu çözeltilerde ve süspansiyonlarda jel oluşturmaları ve kıvamı arttırmalarıdır (Demirci 2016).

2.9. Diyet Lifi ve Sağlık Üzerindeki Etkileri

Diyet lifinin biyolojik aktiviteleri arasında antikanser, antibakteriyel, antiinflamatuar, antioksidatif ve anti-apoptotik etkiler yer almaktadır. Çalışmalar, diyet lifin kolesterolü, trigliseridleri, sistolik kan basıncını, bağırsak geçiş zamanını, glisemiyi ve insülin duyarlılığını azaltma özelliği olduğunu göstermiştir. Diyet lifi vücut ağırlığını düzenlemeye, bağışıklık fonksiyonunu etkilemeye ve diyabet kontrolüne katkıda bulunmaya yardımcı olur, kısa zincirli yağ asitlerinin üretimi ve yararlı bağırsak mikroflorasının büyümesini teşvik ederek kolon sağlığının düzenlenmesini sağlar, gastroözofageal reflü, duodenal ülser, irritabl bağırsak sendromu, divertikülit, kabızlık ve hemoroid gibi gastrointestinal hastalıkları da önlemede etki gösterir (Ljubicic ve ark. 2017).

Epidemiyolojik çalışmalar, daha yüksek diyet lifi alımının kardiyovasküler hastalıklar, tip 2 diyabet ve kanser gibi kronik hastalıklar riskinin azalmasıyla ilişkili olduğunu göstermektedir (Sawicki ve ark. 2017). Yüksek miktarda diyet lifi tüketen bireylerin kardiyovasküler hastalık insidansları ve mortalitelerinin önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir. Bu etkinin toplam serum ve düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterol konsantrasyonlarının azalmasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir (McRae 2017).

Diyet lif tüketiminin tahmini yaşam boyunca kardiyovasküler hastalık riski ve C-reaktif protein konsantrasyonu düzeyini belirlemek amacıyla yaşları 20-79 arası değişen 11.113 kişi ile yapılan bir çalışmada yüksek oranda diyet lif tüketiminin genç ve orta yaşlılarda yaşam boyu daha düşük veya orta düzeyde kardiyovasküler hastalık riski olduğunu ortaya koymuştur. Ancak yüksek diyet lif tüketiminin yaşlı katılımcılarda yaşam boyu kardiyovasküler hastalık riski arasında önemli bir ilişki belirlenmemiştir (Ning ve ark. 2014).

Kim ve Je (2016) yaptıkları meta analiz çalışması sonucunda diyet lifi alımının kardiyovasküler hastalıklar, koroner kalp hastalıkları ve tüm kanser türlerinden kaynaklanan mortalite ile ters ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Genel olarak, yüksek diyet lifi alımına sahip olan katılımcılar, düşük diyet lifi alımına sahip olanlara kıyasla, sırasıyla kardiyovasküler hastalık mortalitesinde % 23, koroner kalp hastalıkları mortalitesinde % 24 ve tüm kanser türleri mortalitesinde % 14 azalma gösterdiğini belirlemişlerdir. Günlük diyet lif tüketiminin 10 g arttırılması kardiyovasküler hastalıktan % 9, koroner kalp hastalıklarından % 11 ve tüm kanser türlerinden % 6 oranında mortalitede bir azalma olduğunu göstermiştir. Ayrıca diyet lifin kaynağının da sağlık üzerindeki etkilerinde farklılıklar gösterdiğini tahıl bazlı lif kaynaklarının daha güçlü etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Diyet lifi, feçeste safra asitlerinin atılımındaki artış yoluyla serum kolesterol konsantrasyonlarını düşürerek ve kısa zincirli yağ asitlerinin üretimi yoluyla karaciğerde yağ asidi sentezini inhibe ederek, kardiyovasküler sağlık üzerinde bazı yararlı etkilere sahiptir (Kim ve Je 2016).

Meta analiz sonucuna göre yüksek oranda diyet lif tüketimi ile koroner kalp hastalık insidansında ve ölümlerinde önemli ölçüde ters ilişkiye rastlanmıştır. Ayrıca etkinin lif türlerine göre de değişkenlik gösterdiği belirtilmiştir. Diyet lifi alımı ile koroner kalp hastalık riski arasındaki ters ilişki bazı mekanizmalar ile açıklanabilir. Birincisi lif, aterosklerotik plakların oluşumunda ve ilerlemesinde kritik bir rol oynayan serum toplam kolesterolü, trigliseridi ve oksitlenmiş düşük yoğunluklu lipoprotein değerlerini düşürerek kan lipid profillini düzenleyebilir. İkincisi, bağırsak emilimini yavaşlatarak ve insülin duyarlılığını artırarak kan şekeri konsantrasyonlarını azaltabilir, böylece iltihabı azaltabilir ve antioksidan prosesleri artırabilir (Wu ve ark. 2015).

Viskoz çözünür lif, sistolik ve diyastolik kan basıncı üzerinde genel bir düşürücü etkiye sahiptir. Alışılmış diyetlere viskoz lifin dahil edilmesi, kan basıncında iyileşme

yoluyla kardiyovasküler hastalık riskini azaltmada etki gösterebilir. Çözünür lifin kan basıncını düşürme etkisi için çeşitli fizyolojik mekanizmalar önerilmiştir. Yüksek viskoziteli lif alımı sindirimin viskozitesini artırır, yemek sonrası glikoz dalgalanmalarının kesilmesi ve insülin direnci indekslerinde iyileşme ile bağlantılı olan gastrointestinal sistemdeki besinlerin emilimini geciktirir. Viskoz lif alımı ayrıca tokluğa bağlı bir mekanizma yoluyla ağırlık üzerinde bir etki yaratır ve vücut ağırlığındaki azalmalar, kan basıncındaki düşüşlerle ilişkilendirilmiştir (Khan ve ark. 2018).

Diyet lifi kolon mikrobiyotası tarafından emilip kullanılabilir. Kolon mikrobiyotası için enerji kaynağı görevi görür, faydalı mikroorganizmaların gelişimini sağlar. İnülin ile diyet takviyesinin bağırsak mikrobiyotasını modüle ettiği ve daha iyi bir bağırsak sağlığı durumuna yol açtığı gösterilmiştir. Pektinin, patojenlerin epitel hücrelerine yapışmasını engelleyerek veya komensal bakterilerin yapışmasını destekleyerek intestinal immün bariyerini modüle etme üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu düşünülmektedir (Sun ve ark. 2021).

Diyet lif tüketiminin arttırılması bağırsak mikrobiyal florasını zenginleştirdiği ve/veya çeşitliliğini artırdığı, bütirat üretimi için gerekli olan bakteriyal genleri artırdığı ancak sekonder safra asidi sentezi için gerekli olan genleri azalttığı belirlenmiştir. Uzun dönem yüksek lif tüketiminin mikrobiyotanın enterotipini şekillendirebildiği, özellikle Prevotella kolonizasyonunu sağladığı tespit edilmiştir (İpek ve Yılmaz 2018). Kısa zincirli yağ asitleri (SCFA), esas olarak propiyonat, bütirat ve asetattan oluşan organik ürünlerdir. Kısa zincirli yağ asitleri konak metabolizması, bağışıklık sistemi ve hücre proliferasyonu düzenlemede kilit rollere sahiptir. Kısa zincirli yağ asitleri ve diyet lifleri bağırsak mukusunun üretimi ve salgısını düzenleyerek bağırsak mukozasını korur (Makki ve ark. 2018). Diyet liflerin kalın bağırsakta fermente olması sonucu üretilen kısa zincirli yağ asitleri bağırsak bakteri topluluklarının performansı ve bileşimi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Üretilen tüm SCFA'lar arasında bütirat, kolonik sağlık için en yararlı olanı olarak kabul edilebilir, bunun nedeni kolonisitler için temel enerji kaynağı olmasının yanı sıra kolondaki hücre döngüsünü modüle etme rolüdür. Yüksek bütirat seviyelerini kalın bağırsağın tüm uzunluğu boyunca muhafaza edecek şekilde yeterli bir diyet lifi tedarikinin sağlanmasının, genellikle uzak kolondan kaynaklanan kolon kanserinin önlenmesinde yararlı bir strateji olabileceği anlamına gelir. Bununla birlikte, üç SCFA'nın (asetat, bütirat, propiyonat) tamamının optimal seviyelerini korumak, tip 2

diyabet, obezite, kardiyovasküler hastalıklar ve metabolik sendromun ilerlemelerini etkilemek dahil olmak üzere daha geniş bir etki alanına sahiptir (Shah ve ark. 2020).

Diyet lifin, kolon ile ilişkili bazı hastalıkların sebebi olarak gösterilen organik bileşikleri bağlama veya seyreltme özelliklerinden dolayı kalın bağırsak sağlığı ile ilişkilendirilmiştir. Suda çözünmeyen liflerin bağırsak hareketleri ve geçiş süresi üzerinde pozitif etkileri olduğu belirlenmiştir. Diyet lif tüketiminin artması ile fekal hacmin arttığı ve barğırsak geçiş süresinin azaldığı belirtilmiştir. Diyet liflerin su bağlama özelliklerinden dolayı dışkı miktarı artar, bu durum da kabızlığın önlenmesine yardımcı olmaktadır (Dülger ve Şahan 2011).

Diyet lifi tüketiminin kolon kanserine karşı koruyucu etkisi olduğu belirlenmiştir. Koruyucu etkisini açıklamak için farklı hipotezler öne sürülmektedir. Bunlarda ilki bağırsaklardaki dışkı hacmindeki artışa bağlı olarak bağırsak geçiş süresini kısaltarak fekal mutajenlerin daha az reaksiyona girme olasılığıdır. İkinci hipotez, diyet lifin karsinojen ve mutajenlere bağalanarak ya da onları absorbe ederek kanser riskini azaltmasıdır. Bir başka hipotez ise lifin fermantasyonu ile kolonda oluşan kısa zincirli yağ asitlerinin etkisidir (Karlı 2017).

Tang ve ark. çalışmalarında (2013) diyet lifi tüketimi ile özofagus kanser riski arasındaki ilişkiyi incelemişler ve toplam lif alımının özofagus kanseri riski ile önemli ölçüde ters orantılı olduğunu belirtmişlerdir. Yüksek miktarda sebze ve meyve lifi alımında kanser riskinde önemli düşüşler bulunurken, tahıl lifi alımı ile özofagus kanseri riski arasında önemli bir ilişki olmadığını bildirmişlerdir. Diyet lifinin önleyici etkisinin altında yatan biyolojik birkaç mekanizma vardır. Diyet lifi kanserojenleri ve hasarlı hücreleri özofagus epitelinden çıkarabilir. Yüksek lifli gıdaların, karsinojenezde önemli bir rol oynayan interlökin 6 gibi daha düşük konsantrasyonlarda dolaşan inflamasyon belirteçleri ile ilişkili olduğu da bilinmektedir. Ayrıca, yüksek lifli yiyecekler tipik olarak antioksidanlar ve fitokimyasallar içerir. Diyet lifi yönünden zengin yiyeceklerde bulunan fitik asidin, hücre çoğalmasını engelleyerek ve apoptozu teşvik ederek in vitro özofagus kanseri gelişimini inhibe ettiği gösterilmiştir (Tang ve ark. 2013).

Yağ metabolizmasında yer alan safra asitleri, karaciğerde kolesterolden sentezlenip, sindirim sistemindeki işlevini tamamladıktan sonra tekrar karaciğere dönmektedir. Yüksek diyet lif içeren diyetlerde, safra asitleri lifler tarafından absorbe edilip, karaciğere geri dönmesi engellenir. Absorbe edilen safra asitleri dışkı ile

atılmaktadır. Bu kayıp kandaki kolesterolün karaciğerde safra asitlerine dönüştürülmesi ile karşılanmakta ve böylelikle serum kolesterol seviyesinde azalma görülmektedir. Diyet lif tüketiminin kandaki kolesterol seviyesini % 20'den fazla düşürdüğü tespit edilmiştir (Dülger ve Şahan 2011).

Yapılan bir çalışmada menopoz sonrası kadınlarda diyet lif tüketimindeki artışa bağlı olarak mental sağlığın da arttığı belirlenmiştir. Bu durumun etki mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte diyet lifin bağırsak mikrobiyotası üzerindeki olumlu etkilerinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür (Ramin ve ark. 2020).

Diyet lifinin kolesterol düşürücü özelliği ile ilgili büyük ilgi vardır. Bunun nedeni, serum kolesterolünün (özellikle düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) ve yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) kolesterolün) kardiyovasküler hastalık üzerindeki etkisinin önemli olmasıdır. Diyet lifinin serum kolesterol düşürücü özellikleri ile ilgili farklı mekanizmalar önerilmiştir. Bunlardan biri, belirli bir çözünür viskoz lif, lümen viskozitesini artırarak ve kolesterolün yeniden emilimini önleyerek kolesterolü makul ölçüde düşürebilmesidir. Bir başka hipotezde bağırsaktaki diyet liflerinin fermantasyonu ile üretilen asetik ve propiyonik asitlerin metabolik düzeyde karaciğer kolesterol sentezini inhibe ettiği düşünülmektedir. Son olarak da diyet lifleri kolesterolü doğrudan hidrofobik etkileşimler yoluyla bağlama yeteneğine sahip olmasıdır. Gerçek in vivo mekanizma bilinmemektedir ve farklı liflerin kan kolesterol seviyelerini etkilemek için her üç mekanizmanın farklı kombinasyonları yoluyla çalışması muhtemeldir (Mongeau ve Brooks 2016).

Yapılan bir çalışmada diyet lifin tip-2 diyabet üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla on altı meta-analizin sonuçları incelenmiştir. Yüksek miktarda diyet lifi, özellikle tahıl lifi tüketenlerin, tip-2 diyabet gelişme insidansında bir azalma göstermektedir. Ayrıca, günlük diyet alımlarına β-glukan veya psilyum ekleyen tip-2 diyabetli bireyler için hem açlık kan şekeri konsantrasyonlarında hem de glikolize edilmiş hemoglobin yüzdelerinde istatistiksel olarak önemli düşüşler tespit edilmiştir (McRae 2018).

Kesitsel çalışmalar diyet lifi tüketimi ile vücut ağırlığı ve yağının ters orantılı olduğunu göstermiştir. Düşük kalorili bir diyete diyet lifi eklenmesinin, kontrol gruba kıyasla lif takviyeli grubun daha fazla kilo kaybetmesiyle kilo kaybını önemli ölçüde artırdığını belirtmişlerdir. Yüksek oranda diyet lif içeren ürünlerin daha az kalori

içermesi, çiğnenmesi sırasında tükürük ve mide salgısını arttırması böylelikle tokluk ve doyma hissi oluşturması ile daha az besin tüketimi sağlanmaktadır (Slavin 2005).

2.10. Et ve Et Ürünlerinde Diyet Lifi Kullanımı

Diyet lifleri teknolojik, fonksiyonel ve beslenme özelliklerinin yanı sıra ürünün hem ekonomik hem de duyusal kalitesini üzerinde olumlu etkilere sahip olmasından dolayı et ürünlerinde kullanım olanağı bulmuştur. Bu sayede salam, sosis, sucuk, köfte gibi et ürünlerinin tadını değiştirmeden diyet lif ilavesiyle yeni formülasyonlar oluşturma yoluna gidilmektedir (Güven 2010).

Et ve et ürünlerine diyet lifi ilave edilme nedenleri diyet liflerin, su tutma kapasitesi ve su bağlama kapasitesini arttırma, formülasyon giderlerini azaltma, şişme, çözünürlük gibi hidrasyon özellikleri, yağ tutma kapasitesini arttırma, pişirme kayıplarını düşürme, tekstürü iyileştirici özellikleri gibi birçok fonksiyonel özelliklere sahip olmalarıdır (Ekici ve Erçoskun 2007; Güven 2010).

Diyet lifin ürünler üzerindeki teknolojik etkileri kullanılan lifin kaynağı ve miktarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Diyet liflerinin su ve yağ bağlama özellikleri ürünlerin tekstürünü etkilemektedir. Su tutma kapasitesi yüksek olan diyet lifleri, gıdalarda su salınımının önlenmesi, viskozite ve yapının modifiye edilmesi amacıyla kullanılmaktadır (Ekici ve Erçoskun 2007).

Tahıl kaynaklarından elde edilen lifler meyve ve sebze kaynakalrından elde edilenlere kıyasla daha sık kullanılmakla beraber, meyvelerden elde edilen liflerin toplam lif ve çözünebilir lif miktarları yüksek, kalori değerleri düşüktür. Ayrıca, yağ ve su tutma kapasiteleri de tahıl liflerine kıyasla daha yüksektir (Serdaroğlu ve Turp 2004).

Et ürünlerinde kullanılabilecek diyet lifi içerikli katkılarda aşağıda belirtilen özellikleri aranmaktadır. Bunlar;

- Minimum miktar, maksimum fizyolojik etki sağlayabilecek şekilde mümkün olduğu kadar konsantre olmalı,
- İlave edildiği üründe raf ömrünü azaltacak etkiler göstermemeli,
- Üründe tat, koku ve tekstür gibi kalite parametrelerini olumsuz etkilememeli,
- Beklenen fizyolojik etkileri gösteren özelliklerde olmalı,

- Ürüne uygulanan teknolojik işlemlere uygun özelliklerde olmalıdır.

Diyet lifinin hidrasyon özelliği et ürünlerinde optimum kullanım miktarının belirlenmesi açısından önemlidir. Hidrasyon özelliği su tutma kapasitesi, su bağlama kapasitesi, şişme ve çözünürlük gibi özelliklerle birlikte tanımlanmaktadır. Çözünürlük ve şişme özellikleri birbiriyle etkileşimli özelliklerdir. Polisakkaritlerin çözünürlüğünün ilk adımı şişmedir. Su molekülü katı yapının içine doğru hareket eder ve tamamen yayılana kadar makromoleküller halinde dağılır. Ardından makromoleküller çözünür, bununla birlikte selüloz gibi bazı polisakkaritlerde ise konformasyonlarından dolayı son dağılma gerçekleşmez, molekül şişer ancak çözünmez. Şişme, su tutma kapasitesi ve su bağlama kapasitesi çözünmeyen polisakkaritlerle ilgili özelliklerdir. Hemiselülozlar ve endoksilanlar gibi çözünmeyen lifler, lif matriksinde gözeneklilik artışına, gözenek boyutlarına ve dağılımına bağlı olarak düşük veya yüksek su tutma kapasitesi gösterirler. Partikül büyüklüğü diyet lifinin su tutma kapasitesini etkilemektedir (Serdaroğlu ve Turp 2004).

Çözünmeyen polisakkaritlerin suyu bağlaması matriksin gözenekleri içinde yüzey gerilimiyle suyun bağlanması ve suyun hidrojen bağlarıyla, iyonik bağlarla ve/veya hidrofobik interaksiyonlarla bağlanması olarak iki şekilde gerçekleşir. Çözünen lifler molekül ağırlıkları ve konsantrasyonlarına bağlı olarak gıda sisteminde sıvı fazda viskoziteyi arttırmaktadır (Serdaroğlu ve Turp 2004).

Et ürünlerinde yağın tutulması farklı kimyasal ve fiziksel mekanizmaların ortak etkisi sonucu oluşmaktadır. Çözünmeyen lifler ağırlıklarının 5 katına kadar yağ tutabilmektedirler. Yağ tutma kapasitesinin yüksek olması pişirme esnasında üründen uzaklaşan yağ miktarının azalmasını sağlamaktadır (Güven 2010).

Diyet lifinin yağı absorblama kapasitesi partikül büyüklüğüne göre değişmekte olup, partikül büyüklüğünün artmasıyla absorbe edilen yağ miktarı artmaktadır. Ayrıca lif uzunluğu arttıkça daha fazla yağ tutma özelliği göstermektedir. Hemiselüloz ve lignin içeren ayçiçeği küspesi ve buğday kepeği liflerinin yağ tutma özelliklerinin iyi düzeyde olduğu belirlenmiştir. Meyve ve sebze liflerinin pişirme esnasında üründeki yağı absorbe etme mekanizması liflerin fiziksel yapısından sağlanmaktadır. Nişasta ve lifin şişmesinin yanı sıra lifin yağ absorbsiyonu ve et proteinleri arasında gelişen matrix yağın üründen dışarı çıkmasını engellemektedir (Serdaroğlu ve Turp 2004).

Makromoleküler hidrokollidler veya gamlar birçok et ürününde tekstürü iyileştirmek amacıyla kullanılmaktadırlar. Diyet lifinin çözünürlük özelliğine göre et ürünlerinde tekstür ve yapı kararlılığı üzerine etkileri değişkenlik göstermektedir. Ksantan gam ve locust bean gam gibi kalınlaştırıcı ajanlar, karragenan ve pektin gibi su tutucular tekstür üzerine farklı etkiler göstermektedirler. Su tutma ve şişme özellikleri nedeniyle çözünmeyen lifler gıda tekstürünü etkilemektedir (Serdaroğlu ve Turp 2004).

2.11. Keten Tohumu ve Özellikleri

Keten tohumu (*Linum usitatissimum L.*) Linacae familyasına ait, 200'den fazla tanınmış türden oluşan yıllık otsu bir bitkidir. Keten, ince sapları ile 1,2 m boyuna kadar büyüyebilen tek yıllık bir bitkidir. Yapraklar mat yeşil, ince mızrak şeklinde olup, 20-40 mm uzunluğunda ve 3 mm genişliğindedir. Taç yaprakları ise saf soluk mavi ya da parlak kırmızı olabilirler (Gouda ve ark. 2017). Tohumları, 4-6 mm uzunluğunda, yumurta biçiminde, parlak, kırmızımtırak esmer renkli, kokusuz, yağlı ve lezzetlidir (İşleroğlu ve ark. 2005). Keten tohumunun çoğunlukla kahverengi ve sarı türlerinin üretimi ticari ölçekte yapılmaktadır. Her iki türün de besin içeriği benzer olmasına rağmen sarı keten tohumu daha fazla tercih edilmektedir (Epaminondas ve ark. 2011).

Keten tohumu, Kuzey yarımkürede ağırlıklı olarak 50'den fazla ülkede yetiştirilmektedir. Kanada en büyük üretici ve ithalatçı ülke konumunda olmakla birlikte Hindistan, Çin, ABD ve Etiyopya da üretici ülkeler arasında bulunmaktadır (Kajla ve ark. 2015).

Keten tohumu, eski Yunanlılar ve Mısırlılara tarafından besin kaynağı ve doğal bir müshil olarak kullanılıyorken, Asya ve Afrika'da da gıda olarak kullanılmıştır (Jhala ve Hall 2010). Ayrıca, 19. yüzyıla kadar tekstil ve kağıt sanayi için kullanılmıştır (Silva ve ark. 2017).

Keten tohumu çeşit ve yetiştirme koşullarına göre, % 40-50 oranında yağ, % 23-34 oranında protein, % 4 oranında kül, % 5 oranında müsilaj ve % 0,3-3 lignan prekürsörleri içerdiği bildirilmiştir. Keten tohumu yağı yaklaşık olarak % 73 çoklu doymamış yağ asitlerinden oluşur. Çoklu doymamış yağ asitlerinin %51-55'i esansiyel yağ asidi olan omega-3 yağ asidinden oluşur (Kasote 2013).

Lipitler, keten tohumundaki yüksek değerli fonksiyonel bileşenlerden biridir. Keten tohumunda bulunan tüm lipidler arasında α-linoleik asit (~% 53) başı çekmektedir. Onu sırayla oleik asit (~% 19), linoleik asit (~% 17), palmitik asit (~% 5) ve stearik asit (~% 3) izlemektedir. Keten tohumundan ekstrakte edilen yağ asitlerinde tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri yaklaşık % 91 gibi büyük bir oranı oluşturur. Yüksek seviyedeki doymamış yağ asitleri seviyesi önemli bir sağlık düzenleyici olarak belirtilmiştir. Bazı klinik çalışmalar α-linoleik asitlerin çok önemli sağlık yararları olduğunu bildirmiştir. Ateroskleroz, romatoid artrit, iltihaplanma ve astım gelişimini kontrol ettiği gösterilmiştir (Dzuvor ve ark. 2018).

Keten tohumu yağı bitkisel kökenli yağlar içerisinde α-linoleik asit (ALA) içeriğince en zengin kaynak olması sebebiyle önemli bir endüstriyel üründür. Günümüzde tüketicilerin fonksiyonel gıdalara karşı yükselen ilgisi nedeniyle keten tohumu gıda sektörü içinde yeni bir potansiyel kazanmıştır (Silva ve ark. 2017).

ALA uzun zincirli metabolitler içeren n-3 (ω-3) yağ asidi sınıfında yer almaktadır. n-3 yağ asidi, anti-inflamasyon, antitrombotik ve anti antiaritmik özelliklere sahiptir. Bu faydalı etkileri kalp hastalıkları üzerinde ikincil koruma etkisi göstermektedir (Zheng ve ark. 2003). Kan basıncını düşürür, serum trigliseridleri ve kolesterol seviyesinin düşük seyir etmesini sağlar. Ayrıca eikozapentaenoik asit ve dokozahegzanoik aside dönüşebilme özelliğine sahiptir (Özkal 2009).

Keten tohumu, %21 oranında protein içermektedir. Proteinler çoğunlukla kotiledon kısmında yoğunlaşmıştır. Keten tohumu, glutamik asit, metiyonin, arginin, sistein ve aspartik asit gibi amino asitleri zengin oranda içerirken lizin, treonin ve tirozin amino asitlerini düşük miktarda içerir. Ancak lisin gibi esansiyel amino asitleri içermemesinden dolayı tam bir protein kaynağı sayılmamaktadır (Dzuvor ve ark. 2018). Yüksek sistein ve metiyonin içeriği antioksidan kapasitesini artırır, böylece kanser riskini azaltmaya yardımcı olur (Kajla ve ark. 2015).

Yağsız kuru keten tohumu %35-45 oranında protein içeriğine sahiptir. Globülin (252-298 kDa) ve albümin (16-17 kDa) çözünürlüğü önemli ölçüde etkilemektedir. Ayrıca elektroforetik teknikler ile molekül ağırlığı 9-17 kDa arasında değişen proteinler tespit edilmiştir (Silva ve ark. 2017). Keten tohumu proteinleri ilk olarak Osborne (1892) tarafından izole edilmiştir. Osborne, %17,7 oranında azot içeren albümin benzeri protein ve %18,6 oranında azot içeren globülin varlığını rapor etmiştir (Tirgar ve ark. 2017).

Keten tohumu proteinleri glüten içermediği için glüten intoleransı olan bireyler diyetlerinde keten tohumu tüketilebilir. Toplam protein içeriğinin %73,4'ü globulin, %26,6'sı albüminden oluşmaktadır (Ganorkar ve Jain 2013).

Keten tohumu proteini kan glikozuna iki farklı şekilde etki edebilmektedir; (i) insulin salgısını uyararak glisemik indekste azalma sağlayabilir, (ii) polisakkaritlerle etkileşime girerek gıdaların glisemik indeksinde etkili olabilir (İşleroğlu ve ark. 2005). Keten tohumu proteinleri *Alternaria solani, Candida albicans* ve *Aspergillus flavus*'a karşı antifungal özellik gösterir (Kajla ve ark. 2015).

Keten tohumu protein hidrolizatlarının, nitrik oksit sentezini inhibe ederek anti-nörodejeneratif özellikler sergilediği, anjiyotensin I'in anjiyotensin II'ye dönüşümünü engelleyerek anti-hipertansif özelliklere sahip olduğu, plazma glikozunu düşürme yetenekleri gösterdiği bildirilmiştir (Dzuvor ve ark. 2018).

Keten tohumu proteinlerinin sindirilebilirliği, proteinin saf halde izole edilmesine veya müsilaj, lipid vb besin bileşenleri ile birlikte var olup olmadığına bağlıdır. Keten tohumu proteinleri nispeten yüksek (%77,4) biyolojik değere sahiptir. Ancak ekstrakte edilmiş protein özütleri %89,6 gibi yüksek bir sindirilebilirlik katsayısı değerine sahiptir. Müsilaj, lipid vb. bileşenleri gidermek için yapılan uygulamalar proteinlerin konsantre edilmesini böylelikle in vitro sindirilebilirliğinin iyileştirilmesini sağlar (Dzuvor ve ark. 2018).

Karbonhidrat miktarı çok düşüktür (1g/100g) bu nedenle toplam karbonhidrat alımının çok düşük oranda etkiler (Kajla ve ark. 2015). Keten tohumu polisakkaritlerinin iki ana bileşeni vardır: ramnogalakturan ve arabinoksilan. Ramnogalakturan, asidik bir polisakkarittir. L-fukoz asit, L-ramnoz, D-galakturonik asit ve D-galaktoz içerir ve keten tohumu polisakkaritlerinin yaklaşık % 25'ini oluşturur. Arabinoksilan ise nötrdür, arabinoz, galaktoz ve ksilozdan oluşur ve keten tohumu polisakkaritlerinin % 75'ini oluşturur (Dzuvor ve ark. 2018). Keten tohumundan ekstrakte edilen oligosakkaritlerin antibakteriyel ve fungustatik aktiviteleri rapor edilmiştir (Rubilar ve ark. 2010).

Keten tohumu heteropolimerleri gıda sanayinde geniş bir kullanım alanına sahiptir (Elboutachfaiti ve ark. 2017). Prebiyotik özelliğe gösteren keten tohumu müsilajı (FM), nötral polisakkaritlerden ramnogalaturan I ve arabinoksilandan oluşmaktadır. FM diyabetik hastalarda kan glukozu ve kolesterolü azaltır (Bustamante ve ark. 2017). Keten tohumunun kuru ağırlığının %8'i müsilajdan oluşmaktadır (Tirgar ve ark. 2017). Müsilaj,

suda çözünür, viskoz solüsyon ve düşük konsantrasyonlarda jel oluşturabilmektedir. Konsantrasyon, pH, sıcaklık, eletrolit, ekstraksiyon koşulları, kurutma metodu ve genotipten reolojik özellikleri etkilenir. Genellikle, zayıf jel benzeri özelliğinden dolayı jel oluşturmayan gamlar yerine kullanılabilmektedir (Elboutachfaiti ve ark. 2017).

Keten tohumu, insan beslenmesinde kullanılan en zengin lignan kaynaklarından biridir. Keten tohumundaki ana lignin, esas olarak 3-hidroksi-3-metil glutaril esterlerle oligomerlerle bağlantılı diglükosit (SDG) olarak bulunan sekoizolarisiresinoldur (Mattila ve ark. 2018). Keten tohumu diğer tahıl ürünlerinden 75-800 kat daha fazla oranda lignan içermektedir. Lignan çeşitleri arasında en fazla bulunan sekoizolarikirezinol diglukosittir. Bu fitoöstrojenler, kalp ve karaciğer hastalıkları ile osteoporoz ve karsinojenlere karşı koruma, plazma kolesterolünde azalma dahil olmak üzere sağlık üzerinde birçok olumlu özellik ile ilişkilendirilmiştir (Dzuvor ve ark. 2018). Keten tohumundaki lignanlar, sindirim sisteminde östrojenik aktiviteye sahip enterodiol ve enterolaktona metabolize edilir. Keten tohumu tüketimi soya proteinine kıyasla 2-hidroksiestronun atılımında daha büyük bir değişikliğe neden olduğundan, soya ürünlerinden daha güçlü bir fitoöstrojen kaynağıdır (Donaldson 2004).

Keten tohumu toplamda 8-10 g/kg fenolik asit içerir. Fenolik asit içeriği yaklaşık olarak 5 g/kg esterifiye fenolik asit ve 3-5 g/kg eterifiye fenolik asitten oluşmaktadır. Fenolik asitler serbest ve/veya bağlı formdadır. Serbest fenolik asitler çoğunlukla trans ve cis-sinapik, o-kumarik, p-droksibenzoik, trans-p-kumarik ve vanilik asitlerden oluşur. Ancak, p-hidroksibenzoik, trans-ferulik ve trans-p-kumarik asitler gibi fenolik asitlerin çoğu ester bağlıdır. Bu fenolik asitler arasında, ferulik ve p-kumarik asit glikozitleri, yüksek konsantrasyonlarda bulunur. Keten tohumunun fenolik asit içeriği büyük ölçüde mevsimsel etkilere göre değişim göstermektedir (Kasote 2013).

Fenolik bileşikler, doğal antioksidan aktiviteleri göstermektedir. Kanser, inflamatuar, kardiyovasküler ve Alzheimer hastalığı gibi dejeneratif hastalıkların ana faktörlerinden biri olarak kabul edilen oksidatif strese karşı önemli rol oynamaktadır. Fenolik maddelerin antioksidanlar olarak etkinliği, çok yönlü hareket tarzlarıyla bağlantılıdır. Bu bileşikler lipid radikallerinin oluşumunu inhibe eder, oto-oksidasyon zinciri reaksiyonlarının yayılmasını engeller, singlet oksijeni baskılar, hidrojen peroksitleri daha stabil bileşiklere indirger, geçiş metali iyonlarını şelatlar ve endojen pro-oksidatif ve antioksidan enzimlerin aktivitesini modüle eder (Seczyk ve ark. 2017).

Vitaminler arasında tokoferoller ve niasin miktarı yüksek oranda bulunmaktadır. Mineral maddeler arasında ise yüksek miktarda potasyum, kalsiyum, magnezyum, fosfor ve çok az miktarda sodyum içerir (Dzuvor ve ark. 2018). Çeşit ve bölge etkisine göre keten tohumu yağının toplam tokoferol içeriği 39,5 - 50 mg/100 g arasında değişim göstermektedir. Oomah, Kenaschuk ve Mazza (1997) 8 çeşit keten tohumunda α, γ, δ ve toplam tokoferol içeriğini ortalama olarak sırasıyla 0.15, 21.50, 0.56 ve 22.19 mg/100 g olarak rapor etmişlerdir (Khattab ve Zeitoun 2013).

Keten tohumunun yararlı bir besin olmasa rağmen tüketilen dozu, tüketilme süresi ve sıklığına bağlı olarak olumsuz etkilerinin olduğu da bilinmektedir. Keten tohumunun olumsuz etkileri ilk kez 1930'lu yıllarda araştırılmaya başlanmış ve alerjik reaksiyonlar oluşturabildiği belirlenmiştir (Özgöçmen 2020).

Yüksek ALA içeriği nedeniyle oksitlenmiş bileşiklerin potansiyel üretimi ve raf ömrünün azalması keten tohumu tüketimi ile ilgili endişe kaynağıdır (Chen ve ark. 1994). Yapısında bulunan çok sayıdaki çift bağ bu yağ asitlerini oksidasyon ve serbest yağ asidi oluşumuna karşı uygun hale getirmektedir. Bu sebeple, uzun süre diyetle alınan yüksek miktarda keten tohumu oksidatif stresi artırabilir ve antioksidan bileşiklerin miktarının azalmasına neden olabilir (İşleroğlu ve ark. 2005).

Keten tohumu yüksek seviyelerde fitotoksik bileşikler içerir ve bunların tüketimi biyolojik olarak yetersiz beslenme ve/veya sağlık komplikasyonlarına yol açabilir. Keten tohumundaki başlıca antinutritif bileşikler linatin, fitik asitler, proteaz inhibitörleri ve siyanojenik glikozitlerdir (Dzuvor ve ark. 2018).

Keten tohumu tüketimi ile ilgili potansiyel güvenlik endişelerinden biri de, siyanojenik glikozitlerin içeriğidir (Chen ve ark. 1994). Siyanojenik glikozitler linustatin (213-352 mg / 100 g), neolinustatin (91-203 mg / 100 g), linmarin (32 mg / 100 g) olarak sınıflandırılır. Bu üç glikozidin içeriği çeşit, yer vb. etkenlere bağlıdır. Keten tohumu içinde bulunan bir başka anti-besin ise fitik asittir. Fitik asit kalsiyum, çinko, magnezyum, bakır ve demir emilimini engellemektedir (Kajla ve ark. 2015).

2.12. Rüşeym ve Özellikleri

Tahıllar, *Gramineae* familyasına dahil yenilebilir tohumlar olarak sınıflandırılır. Yüksek besleyici değerlere sahip olmasının yanı sıra enerji, protein, B grubu vitaminler

ve mineral kaynağı olması yönünden en önemli besin kaynağıdır (McKevith 2004). Tahıllar insan beslenmesinde gerek ham madde gerek son ürün olarak önemli bir role sahiptir. Buğday, pirinç, arpa, yulaf, çavdar, mısır, sorgum ve darı gibi tahıllar *Gramineae* familyasına dahildirler. Familyanın en önemli üyesi ekmek, makarna ve diğer fırıncılık ürünlerine ham madde görevi gören buğdaydır (de Vasconcelos ve ark. 2013).

Buğday, *Triticum* ailesinin üyesi olup, dünya genelinde büyük bir öneme sahip olan tahıl ürünüdür (McKevith 2004). Kazılardan elde edilen kömürleşmiş taneler, buğdayın ortalama 8000 yıllık geçmişe sahip olduğunu göstermektedir. Anavatanın, Mezopotamya (İran, Irak, Suriye çevreleri) olduğu düşünülmektedir. Ekim zamanına, rengine, yapısal özelliklerine, kullanım amacına göre farklı gruplara ayrılabilir (Yaralı 2017). Buğday danesi temel olarak % 81-84 endosperm, % 14-16 kepek ve % 2,5-3,8 rüşeymden oluşur (Zou ve ark. 2018).

Buğday rüşeymi zengin bir α-tokoferol, B grubunun vitaminleri, proteinler, diyet lifi ve mineraller kaynağıdır. Buğday rüşeymi proteinlerinden elde edilen esansiyel amino asitlerin çoğu, referans yumurta protein modelinden daha yüksek konsantrasyonlarda bulunur. Buğday rüşeymi başta oleik, linoleik ve α-linoleik asitler olmak üzere doymamış yağ asitlerince zengindir. Ayrıca fonksiyonel fitokimyasallardan flavonoidler, steroller, oktakosanoller ve glutatyon bakımından da zengindir (Rizzello ve ark. 2010).

Buğday rüşeymi, yaklaşık % 10-15 lipit, % 26-35 protein, % 17 şeker, % 1,5-4,5 lif, % 4 mineral ve tokoferoller, fitosteroller, polikosanoller, karotenoidler, fenolikler, folat, tiamin ve riboflavin gibi çeşitli biyoaktif bileşikler içeren oldukça besleyici bir üründür (Zou ve ark. 2018; Yun ve ark. 2019).

Pişme üzerindeki olumsuz etkileri ve oksidasyona yatkınlığı sebebiyle öğütme esnasında endospermden ayrılarak hayvan yemi veya yağ üretiminde ham madde olarak kullanılmaktadır (Kumar ve Krishna 2015). Rüşeym ince duvarlı bir yapıya sahiptir. Esas fonksiyonu yeni bitkinin oluşmasını sağlamaktır. Endospermden scutellum vasıtasıyla ayrılır (McKevith 2004).

Buğday rüşeymi tam buğday tanesinin yaklaşık %2-3'lük kısmını oluşturur (Gili ve ark. 2017). Buğday ruşeymi yağının yağ asidi bileşimi, % 42-59 linoleik asit, % 12-28 oleik asit, % 11-19 palmitik asit, % 2-11 α-linolenik asit ve % 1 stearik asittir (Karabacak ve ark. 2011). Buğday rüşeymi yağının fosfolipid içeriği, % 40-60 fosfatidil kolin, % 13-20 fosfatidil inositol, % 9-15 fosfatidil etanolaminden meydana gelmektedir

(Eisenmenger ve Turgut-Dunford 2007). Tüm bitkisel yağlar arasında buğday rüşeymi yağı 2500 mg/kg'a kadar ulaşan yüksek tokoferol içeriğine sahiptir. Tokoferol içeriğinin yaklaşık % 60'ını α-tokoferol oluşturur. Büyük bölümü linoleik ve linolenik asitten oluşan çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), esas olarak olmak üzere % 80 kadar yüksektir (Zou ve ark. 2018).

Çoğunluğu albümin ve globülinlerden oluşan yüksek protein içeriği ve dengeli amino asit kompozisyonu ile tahıl proteinlerinin açığını kapatır. Buğday rüşeymi buğday unundan 6 kat daha fazla mineral, 7 kat daha fazla yağ ve 15 kat daha fazla şeker sağlar (Ma ve ark. 2014).

Zengin besin içeriğinin yanı sıra antimikrobiyal, antihipertansif, antioksidan, ve mineral bağlayıcı aktivitelere sahiptir. Ayrıca, emülsifiyer aktivite ve stabilite, köpük kapasitesi, su tutma ve çözünürlük gibi çoklu fonksiyonel özelliklere de sahiptir ancak bu özellikleri soya ve kazein proteinlerine oranla düşüktür (Wang ve ark. 2017). Yapılan çalışmalar sonucnda rüşeymin insan bağırsağındaki bifidobakterilerinin gelişimine olumlu etkileri olduğunu belirlenmiştir. Rüşeym, önemli besleyici özelliğe sahip olmasının yanı sıra spesifik formülasyonlarda kullanılma potansiyeli yüksek olan bir üründür (Gómez ve ark. 2012).

Buğday rüşeymi bileşenlerinin ve fonksiyonlarının belirlenmesi ile ilaç endüstrisinde geniş bir uygulama alanı bulmuştur. Buğday rüşeym yağı biyolojik aktivite ve biyouyumluluk özelliklerinden dolayı ilaç ve kozmetik formülasyonlarının önemli bir bileşeni haline gelmiştir. Son zamanlarda yapılan bir araştırma, buğday tohumu ekstraktlarındaki suda çözünür glikoproteinin, bağışıklık düzenlemesini, yaşlanmayı geciktirme ve tümör inhibisyonunu etkileyebileceğini göstermiştir. Güncel çalışmalar rüşeym ekstraktının endüstriyel amaçlı potansiyel kullanımı üzerine yoğunlaşmıştır (Yun ve ark. 2018).

Buğday rüşeymi yağının gıda olarak doğrudan kullanılmasının yanı sıra biyolojik böcek kontrol elemanı, ilaç sanayi ve kozmetik formülasyonlarda da kullanım alanı bulunmaktadır (Turgut-Dunford ve Eisenmenger 2003). Buğday rüşeymi yağı dermatitise karşı koruma sağlar, kas ve lenf fonksiyonlarını geliştirir (Naz ve Butt 2011).

Buğday rüşeymi yağı büyük oranda, çözücü ekstraksiyonu ve mekanik presleme veya bunların kombinasyonuyla ile ekstrakte edilirken ancak daha az oranda süperkritik sıvı ekstraksiyonu ve sulu enzimatik ekstraksiyon ile elde edilir (Zou ve ark. 2018).

Buğday rüşeymi insan tüketimi kısıtlayıcı bazı faktörler içermektedir. Bunlar; rafinoz, fitik asit ve buğday rüşeymi aglütinindir. Bu bileşenlerden rafinoz pankreatik enzimler tarafından sindirilemez ve kalın bağırsakta gaz oluşumuna neden olur. Fitik asit amino asit ve bazı minerallerin biyoyararlanımı azaltır, aglütinin ise ince bağırsak ve pankreasın hiperplastik ve hipertrofik büyümesinden sorumlu olması sebebiyle kullanımı sınırlandırmaktadır (Rizzello ve ark. 2010).

Depolama sırasında en hızlı gelişen kimyasal değişim lipid hidrolizidir. Bu nedenle rüşeymin ticari kullanımında birçok üretici ısı uygulaması ile lipaz inaktivasyonu gerçekleştirir. Ancak ısı uygulaması esmerleşme reaksiyonu ve antioksidan yıkımı gibi dezavantaja sahiptir (Megahed 2011). Lipaz ve lipoksigenaz enzimleri biyoaktif bileşenlerden olup, lipitleri hidrolize ederek oksidatif ransidite prosesini oluşturur. Bu proses sonucu asitlik artar ve uçucu bileşikler oluşur. Ham rüşeymin ya da rüşeym içeren unların raf ömrü doymamış yağ asitlerince zengin olması ve biyoaktif bileşenlerin etkisi ile kısalmaktadır (Gili ve ark. 2017; Gómez ve ark. 2012). Rüşeym bünyesinde bulunan oksidatif enzimlerin stabilizasyonu için fiziksel, kimyasal ve biyolojik olmak üzere 3 farklı yöntem kullanılmaktadır. Fiziksel stabilizasyon metotları ısıl işlem uygulamaları, radyasyon temelli uygulamalar ve ısı/mekanik uygulamaları gibi alt sınıflara ayrılmaktadır. Kimyasal stabilizasyon uygulamalarında asit ya da alkali ile muamele edilerek enzim denatürasyonu, çözgenlerle yağın ayrılması uygulamalarını içermektedir. Biyolojik stabilizasyon uygulaması ise fermantasyon ile stabilizasyon sağlamayı içermektedir (Boukid ve ark. 2018). En yaygın stabilizasyon metotları ısı işlemidir. Kuru ısı, buhar uygulamasının yanı sıra mikrodalga uygulamaları da son zamanlarda kullanılmaya başlanmıştır (Xu ve ark. 2013).

2.13. Et ve Et Karışımlarında Kullanılan Gıda Muhafaza Yöntemleri

Gıdalarda bozulma etkeni olan mikroorganizmaların üreme, çoğalma ve diğer hayati faaliyetlerini durdurmak, engellemek ya da tamamen ortadan kaldırmak amacıyla farklı koruma ve işleme teknikleri kullanılmaktadır. Etlerin muhafaza edilmesinde mikroorganizmalar hedef alınmaktadır. Bu koruma yöntemlerinde amaç, iç ve dış faktörleri mikrobiyel gelişme ve çoğalma için engelleyici birer parametre haline getirmektir. Gıda muhafazasında temel prensip bu parametrelerin tek tek ya da kombine olarak kontrol altında tutulmasıdır (Bingöl 2009).

Gıdaların muhafaza yöntemlerinin temel hedefi, mikrobiyolojik ve enzimatik değişimleri önlemek ve/veya sınırlamaktır. Gıda üzerinde kısa sürede farklı mikroorganizma türleri ürer. Üreyen bu mikroorganizmalar kendileri için gerekli olan besinleri üzerinde yaşadıkları gıdadan temin eder ve metabolizma artıklarını ortama verirler. Aynı zamanda her gıdanın yapısında doğal olarak bulunan çeşitli enzimlerin faaliyeti de devam eder. Bütün bu faaliyetlerin sonucunda gıdalarda köklü kimyasal ve fiziksel değişmeler belirir ve böylece gıdalar insanlar tarafından tüketilemeyecek bir niteliğe dönüşebilir. Çeşitli muhafaza yöntemlerinde, mikrobiyolojik bozulmalara neden olan mikroorganizmalar ya öldürülmek suretiyle etkisiz hale getirilir ya da canlı kalsalar bile, ortamda çoğalma ve faaliyetlerini engelleyecek koşullar oluşturulur (Ercan 2020).

Gıdaların muhafaza edilmesinde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik yöntemler kullanır. Fiziksel yöntemler, ısıl işlem, düşük sıcaklık, ozmotik basınç, filtrasyon, radyasyon, paketleme vb. gibi uygulamaları içerir. Kimyasal yöntemlerde gıdalarda mikrobiyolojik gelişimi engelleyen ajanlar kullanılır. Mikrobiyolojik yöntem ise fermantasyon ve mikrobiyal koruyucuların üretilmesini kapsamaktadır (Erkmen 2013). Gıdaların dayanıklı hale getirilmelerinde asıl amaç bozulma faaliyetlerinin engellenmesi olmakla birlikte gıdanın besin değeri, renk, aroma ve fiziksel yapısına ilişkin duyusal özelliklerinde en az düzeyde etkilenmesi esas amaçtır (Ercan 2020).

Et, süt, yumurta, balık gibi kolay bozulabilen gıdaların raf ömürleri atmosferik oksijenin varlığında; oksijenin kimyasal etkisi, aerobik mikroorganizmaların gelişimi ve zararlılardan dolayı kısalmaktadır. Bu faktörlerin tek başına veya birbiri ile ilişkili olarak renk, tat ve kokuda değişimler meydana getirerek gıdaların kalitesinde bozulmaya sebep olurlar. Gıdaların bozulma süresi uzatarak taze olarak muhafaza edilmesinde en uygun ve etkin yöntem soğukta muhafaza tekniğidir. Ancak soğukta muhafaza tekniklerinin etkinliğini arttırmak amacıyla ambalajlama tekniklerinin de bir arada uygulanması gıdaların tazeliklerinin daha uzun süre korunmasında giderek artan bir uygulama alanı bulmuştur. Son yıllarda soğutulmuş gıda ürünlerinde raf ömrünü artırmaya yönelik yeni gelişmeler kaydedilmiştir. Tüketicilerin tercihi taze, hazırlaması kolay ve katkı maddesi içermeyen ürünlere yönelmiştir. Bu doğrultuda, et ve et ürünlerinin muhafazasında en yaygın kullanılan yöntemlerin başında farklı paketleme uygulamaları gelirken, bunların arasında modifiye atmosfer paketleme (MAP) en yaygın kullanılan muhafaza yönetme olmuştur. Modifiye atmosfer paketlemenin başarısı düşük depolama sıcaklıkları, yüksek

kalitede taze ürün, CO_2'in kısmi basıncının uygunluğu ve gaz hacminin ürün hacmine oranına bağlı olarak değişmektedir (Kılınç ve Çaklı 2004; Bingöl 2009).

2.13.1. Et ve Et Karışımlarında Kullanılan Paketleme Yöntemleri

Paketleme gıda sanayinde; içine konulan gıdaların tüketiciye ulaşana kadar bozulmadan, en az toplam maliyetle, güvenilir bir şekilde iletilmesini ve tanıtılmasını sağlayan bir araç olarak tanımlanmaktadır (Bağdatlı ve Kayaardı 2010). Gıda paketlemesinin amacı; kaliteyi korumak ve üretim ile tüketim arasında geçen zamanda gıda güvenliğini sağlamaktır (Hecer 2012).

Taze etlerin paketlenmesinde, etin parlak kırmızı renginin korunması, su kaybının engellenmesi ve mikrobiyolojik bulaşmalara karşı korunması gerekir. Taze et özellikle bakteriyel bozulmalara karşı oldukça duyarlıdır. Kullanılacak ambalaj materyali hijyenik özelliklere sahip olmalı, etin parlak kırmızı rengini kaybetmemesi için oksijen geçirgenliği bulunmalı ve su buharı geçirgenliği düşük olmalıdır, aksi halde etin yüzeyi kurur, ağırlık kaybı ortaya çıkar. Bunların yanı sıra, paket olabildiğince ışık geçirmemeli, yeterli nem direnci göstermelidir (Bağdatlı 2008).

Et ve et ürünlerinin paketlenmesinde kullanılan vakum paketleme, modifiye atmosfer paketleme ve kontrollü atmosfer paketleme yöntemlerinin taze ve işlenmiş et ürünlerinin stabilitesini ve güvenliğini arttırdığı bilimsel çalışmalar tarafından ortaya konmuştur. Son yıllarda, aktif paketleme, yenilebilir film paketleme, akıllı paketleme, antimikrobiyal paketleme gibi yeni paketleme yöntemleri ile ilgili bilimsel çalışmalar devam etmektedir (Bağdatlı ve Kayaardı 2010).

2.13.1.1. Vakum Paketleme

Pasif modifiye atmosfer yöntemlerinden biri olan vakum paketleme yönteminde, paket içerisinde bulunan hava vakum yoluyla boşaltılarak, paket sıkıca kapatılır. Bu yöntem genellikle et ve et ürünlerinin muhafazasında kullanılmaktadır. Vakum paketleme yönteminde paket içerisinde düşük miktarda O_2 kalır. Ancak pakette kalan düşük orandaki O_2, kısa bir süre içinde aerobik ve mikroaerofilik mikroorganizmalar tarafından kullanılarak CO_2'ye dönüştürülür (Sancar 2016). İyi vakum paketleme koşulları altında O_2 oranı % 1'den daha düşük seviyede bulunurken, doku ve mikrobiyal solunumdan

üretilen CO_2 değeri paket içerisinde %10-20'ye kadar yükselebilir. Bu koşulları gösteren bazı çalışmalarda düşük miktarda O_2 ve CO_2 miktarının yükselmesi etlerde bozulmaya sebep olan aerobik mikroorganizmaların özellikle *Pseudomonas* ve *Alteromonas* türlerinin gelişimini önleyerek taze etin raf ömrünü uzatır. Vakum paketlenmiş et ve et ürünlerinde pH ve su aktivitesi gibi diğer faktörlere de bağlı olarak *Lactobacillus* türleri, anaerobik ve fakültatif mikroorganizmalar gelişebilir. İşlenmiş ve taze ürünlerin raf ömrünü artırmak için et endüstrisinde oldukça geniş ölçüde kullanılmasına rağmen pizza, pasta veya fırın mamülleri için yaygın kullanım alanı yoktur (Kılınç ve Çaklı 2001). Vakum paketlenmiş etin raf ömrü, sıcaklık ve etin paketlendiği andaki mikrobiyal yük durumundan oldukça etkilenir. Vakum paketleme kontrolü kolay bir işlemdir. Çünkü üretim sırasında meydana gelebilecek herhangi bir hata paket içinde oluşacak hava kitlesinden kolaylıkla bulunabilir (Bağdatlı 2008; Akkaya 2019).

2.13.1.2. Kontrollü Atmosfer Paketleme

Kontrollü atmosfer paketleme yönteminde, saklama süresince paketteki veya ortamdaki gaz miktarı ürünün fizyolojik cevaplarına ve gaz kaybına göre kontrol edilerek sabit tutulur (Erkmen 2013). Bu sistemin temel amacı; atmosfer bileşiminin değiştirilmesiyle ürünün solunumunu minimize etmek, enzimatik ve oksidatif bozulma reaksiyonlarını azaltmak ve/veya mikrobiyolojik bozulmayı geciktirmektir (Seylam ve Saklar 2003). Bu yöntem çoğunlukla gıdaların taşınması ve depolanması sırasında kullanılır. Yöntemin avantajı taze gıdaların devam eden solunumu veya diğer iç aktivitelerin yaratmış olduğu ters etkileri minimuma indirebilmesidir. Bu yöntem gıdaların renk, koku, tat, tekstür gibi kalite özelliklerinde bazı değişikliklere neden olabilmesi yanında özellikle aerobik mikroorganizmaların çoğalmasını ve aktivitesini engeller veya en aza indirir (Erkmen 2013).

2.13.1.3. Modifiye Atmosfer Paketleme

Günümüzün en önemli gıda ambalajlama yöntemleri arasında yer alan modifiye atmosfer paketleme (MAP) yönteminin geçmişi bu yüzyılın ilk yarısında yapılan araştırmalara dayanmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda yükseltilmiş CO_2

konsantrasyonunun ortamdaki mikrobiyal faaliyetleri yavaşlattığı ve böylece ürünün raf ömrünün uzadığı belirtilmiştir (Erdinç ve Acar 1996).

Tüketicilerin katkısız ve taze ürünlere olan taleplerinin artması sonucu MAP tekniğine karşı ilgi artışı olmuşmuşr. Bu teknik son yıllarda başta meyve-sebze ve et ürünleri olmak üzere pek çok farklı gıda maddesinde kullanımı yaygınlaşmıtır. Gıdaların raf ömrünü arttıran ve ürün imajını geliştiren önemli bir gıda muhafaza yöntemidir (Erkan ve Aksu 2012).

Temel olarak MAP'ı destekleyen araştırmalar dağıtım şirketleri ve büyük ölçekli depolamayı gerçekleştirmek amacına yönelik olarak 1950'lerin sonunda gerçekleştirilmeye başlanmış ve 1970'lerin ortasından beri yaygın olarak uygulanmaktadır. Bu yıllarda sığır eti, kuzu eti karkasları ile karışık salata gibi hazır gıda ürünlerinin paketlenmesinde kullanılan MAP, 1980 yılından itibaren Amerika ve Avrupa'da fırıncılık ürünleri ve taze olarak tüketilen diğer ürünlerin muhafazasında da kullanılmaya başlanmıştır (Erdinç ve Acar 1996).

Modifiye atmosfer paketleme (MAP), ambalajda bulunan normal gaz atmosferinin değiştirildiği ve böylelikle ambalajlanmış ürünün raf ömrünün uzatıldığı bir metot olarak tanımlanmaktadır. Normal koşullarda ambalajın gaz içeriği, %78.08 azot, %20.96 oksijen ve %0.03 karbondioksit içerirken MAP uygulamasından farklı gaz oranları uygulanmaktadır. Ambalaj atmosferinin değişimleri gazların bileşimlerinin değiştirilmesi ya da çeşitli gazların ilave edilmesi esasına dayanmaktadır. Gaz bileşiminin değişiminde ambalajlama boyunca gazların transferi ve ambalaj içinde bulunan gıdanın solunumu arasındaki interaksiyonlar baz alınmaktadır (Karagöz ve Demirdöven 2017).

Günümüzde yaygın kullanım alanına sahip olan MAP tekniği yüksek kalitede ürün eldesine olanak tanır. Raf ömrünü %50-400 oranında arttırmak suretiyle ekonomik kayıpları azaltır, ürünlerin daha uzun mesafelere dağıtılmalarına olanak sağlar, dağıtım maliyetini azaltır, daha az kimyasal ajan kullanımını destekler, dilimlenmiş ürünlerin ayırımını kolaylaştırır, kokusuz ve kullanışlı ambalajlamaya izin verir. Bu gibi avantajlar MAP kullanımının avantajları arasında yer almaktadır. Bunun yanı sıra, ek maliyet ve sıcaklık kontrolü gerektirir. Her ürün için farklı gaz kompozisyonlarının oluşturulması gerekmektedir. Nakliye sırasında paketlerde meydana gelebilecek yırtılma-delinme gibi fiziksel zararların gaz kompozisyonunu değiştirmesi dolayısıyla ürün güvenliğinin bozulması gibi dezavantajlara sahiptir (Bingöl 2009; Karagöz ve Demirdöven 2017).

Modifiye atmosfer paketleme tekniğinin gıdanın raf ömrü üzerindeki etksi birçok faktöre bağlı olarak değişir. Bunlar; gıdanın çeşidi, hammaddenin başlangıç kalitesi, paket içi gaz kompozisyonu, depolama sıcaklığı, işleme ve paketleme esnasındaki hijyen durumu, gaz/ürün hacimsel oranı ve paketleme materyalinin bariyer özellikleridir (Bağdatlı ve Kayaardı 2010). MAP uygulaması ile ilgili bazı güvenlik endişeleri oluşmaktadır. Bunlardan biri oluşan anaerobik koşulların toksin üreten türlerin gelişimini teşvik etmesi, bir diğeri ise CO_2 ve anaerobik koşulların spor çimlenmesi üzerindeki etkisidir. Bu nedenle MAP uygulamasının tek başına kullanılmasının yanı sıra düşük sıcaklık, düşük pH, koruyucu ilavesi, ışınlama, fermantasyon vb. uygulamalarla birlikte kullanılması önerilmektedir (Rao ve Sachindra 2002).

Modifiye atmosfer paketleme yönteminde oksijen, nitrojen ve karbondioksit ticari olarak yaygın kullanılan üç temel gazdır. Bu gazların yanı sıra azotmonoksit, karbonmonksit ve kükürtdioksit gibi gazlarda kullanılabilmektedir (Bilir-Ormancı ve Koluman 2006). Gaz, tek başına ya da birden fazla gaz kombinasyon halinde de kullanılabilir. Amaç, gıdanın raf ömrünün güvenli biçimde uzatılması ve depolama süresince duyusal özelliklerinin muhafaza edilmesidir (Bağdatlı ve Kayaardı 2010; Bingöl 2009).

Karbondioksit (CO_2): Karbondioksit, renksiz, yüksek konsantrasyonlarda hafif keskin kokulu, boğucu bir gazdır. Nem varlığında hafif korozif etki göstermektedir. Suda çözünerek (100 kPa ve 20°C'de 1,57 g/kg) karbonik asit (H_2CO) oluşturur. Ayrıca lipit ve diğer bazı organik bileşenler içinde de çözünebilmektedir. Ortamın pH'sına, karbondioksitin kısmi basıncına ve sıcaklığa bağlı olarak çözünürlüğü değişmektedir. Düşük sıcaklıkta daha yüksek çözünürlük özelliği gösterir. Yüksek çözünürlük durumunda pakette göçme meydana gelebilmektedir (Bağdatlı ve Kayaardı 2010).

Karbondioksit, bakteriyostatik ve fungistatik özelliğe sahip olmasından dolayı MAP teknolojisinde kullanılan en önemli gazdır. Birçok bozulma etkeni bakterinin gelişimini engellemektedir. Bu engelleme paket atmosferindeki CO_2 konsantrasyonun yükseltilmesiyle artmaktadır (Özoğul ve ark. 2006).

Karbondioksitin mikroorganizmalar üzerindeki inhibisyon etkisi mikroorganizmanın duyarlılığına, karbondioksit konsantrasyonuna, depolama sıcaklığına, mikrobiyal popülasyonun gelişim fazına, su aktivitesine ve paketlenecek ürünün tipine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Bağdatlı ve Kayaardı 2010).

Oksijen (O_2): Oksijen son derece reaktif ve yanmayı teşvik eden renksiz, kokusuz bir gazdır. Suda düşük çözünürlük özelliği gösterir (100 kPa ve 20°C'de 0,040 g/kg). Gıdalardaki yağ oksidasyonu, pigment oksidasyonu ve esmerlesme reaksiyonları gibi birçok bozulma reaksiyonuna neden olur. Yaygın bozulma etkeni bakteri ve fungusların çoğu oksijen varlığında gelişebilirler. Bu nedenle gıdaların raf ömrünü uzatmak için ambalaj atmosferi düşük bir oksijen konsantrasyonu içermelidir (Karagöz ve Demirdöven 2017). O_2'nin MAP'da en önemli fonksiyonu renk üzerindeki etksidir. Miyoglobinin oksitlenmiş formu olan oksimyoglobinin kalıcılığını sağlayarak myoglobinin metmyoglobine dönüşümünü engeller ve böylece tüketici tarafından arzulanan parlak kırmızı rengi oluşturur (Bilir-Ormancı ve Koluman 2006).

Azot (N_2): Azot, tatsız, renksiz, kokusuz inert bir gazdır. Suda çok az çözünür (100 kPa ve 20°C'de 0,018 g/kg). Yağ ve gıdaların diğer bileşenlerindeki çözünürlüğü de oldukça düşüktür. Bu nedenle MAP teknolojisinde paket göçmesi sorununu engellemek amacıyla dolgu gazı olarak kullanılmaktadır (Bağdatlı ve Kayaardı 2010). Ürünün içine ya da paketin dışına çıkma olasılığı az bir gaz olduğundan diğer gazlardan daha çok kullanılmaktadır. Pakette O_2'nin yerine geçerek oksidatif acılaşmayı geciktirmekte ve aerobik mikroorganizmaların gelişimini inhibe etmektedir (Metin 2003).

Karbonmonoksit (CO): Karbon monoksit, renksiz, tatsız ve kokusuz bir gazdır. Yüksek düzeyde reaktif ve yanıcıdır. Karbonmonoksit, miyoglobin ile birleşerek oksimiyoglobinden daha stabil olan parlak kırmızı renkli karboksimiyoglobin pigmentini oluşturarak taze etin istenen kırmızı renginin korunmasında oldukça etkilidir. %0,4 CO konsantrasyonu ete parlak kırmızı renk vermek için yeterlidir. Karbonmonoksit toksik özelliğe sahip olmasından dolayı birçok ülkede ticari olarak kullanımına izin verilmemektedir (AMSA 2008; Bağdatlı ve Kayaardı 2010).

Diğer Gazlar: Klor, etilen oksit, azot dioksit, ozon, sülfür dioksit, argon, propilen oksit gibi çeşitli gazların modifiye atmosfer paketlemede kullanım olanakları ile ilgili çalışmalar sürmektedir. Bu gazların çoğunun kullanımına yasal olarak izin verilmemiştir. Sülfür dioksit, sulu çözelti ve sülfit bileşen formunda oldukça reaktif bir gazdır. pH<4 olduğu asit koşullarda bakteriler üzerinde inhibisyon özelliği vardır. Sosis gibi bazı işlenmiş et ürünlerinde mikrobiyal gelişimi kontrol altında tutmaktadır. Argon (Ar), asal bir gazdır. Bilinen herhangi bir kimyasal ve biyolojik aktivitesi olmamasına rağmen bazı antimikrobiyal etkilere sahip olduğu belirlenmiştir (Bağdatlı ve Kayaardı 2010).

2.13.1.4. Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP) Uygulamasının Etlerin Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerindeki Etkileri

Et ürünlerinin bozulması fiziksel, biyokimyasal ve mikrobiyolojik mekanizmalardan birine bağlı olarak gelişir. Ürüne bağlı olarak, bu mekanizmalar bağımsız olarak veya birbirleriyle birlikte hareket edebilir. Hemen hemen tüm et ürünleri her üç bozulma biçimine de maruz kalsa da, bir form genellikle ürünün diğer formlardan önce kabul edilemez hale gelmesine neden olur (Hood ve Mead 1993).

Et ve et ürünlerinde gelişen karakteristik mikrobiyal popülasyon, doğal mikrofloranın veya işleme ve işleme sırasında kontaminasyon nedeniyle ortaya çıkan mikroorganizmaların büyümesi üzerindeki çevresel koşulların etkisine bağlıdır. Bazı koşullar altında, mikrobiyal büyüme durabilir ve daha sonra mikroorganizmaların yeni bir dizi çevresel koşula adapte edilmesinden sonra yeniden başlayabilir (Rao ve Sachindra 2002).

Gıdalardaki mikroorganizmaların büyümesi hem içsel hem de dışsal faktörlerden etkilenir. Çevrenin gaz halindeki bileşimi ve sıcaklık, gıda ürünlerinin depolama ortamıyla ilişkili dışsal faktörlerin iki örneğidir. Yaygın gıda bozulmasına neden olan mikroorganizmalar ve patojenler, oksijen gereksinimlerinde önemli ölçüde farklılık gösterir. MAP/VP kullanımı, bu dış faktörlerin kontrolüne dayanır, böylece bozulmayı geciktirir ve raf ömrünü uzatır (Rao ve Sachindra 2002).

Taze etlerde sık rastlanan mikrobiyolojik bozulmalar genellikle aerobik ve anaerobik koşullarda oluşan bozulmalardır. Etlerde sıklıkla görülen belli başlı aerobik bozulmalar; genellikle *Pseudomonas, Alcaligenes, Aeromonas, Acinetobacter-Moraxella, Alteromonas, Proteus, Streptococcus, Bacillus, Lactobacillus* ve *Micrococcus* türleri tarafından meydana gelir. Bozulma sonucu etlerin yüzeyinde yapışkanlık görülür. Ette mikrobiyal gelişme sonucu bozulmayı karakterize eden peroksitler, H_2S, NH_3, indol ile kadeverin ve putresin gibi bileşikler oluşur ve bu bileşikler et renginin değişmesinden sorumludurlar. Putresin özellikle *Pseudomonas* türleri, kadaverin *Enterobacteriaceae* familyasına ait bakteriler tarafından üretilir. Su aktivitesi 0,95'in altına düşmesiyle küf gelişimi başlar. Ette sakallanma, beyaz nokta ve siyah nokta oluştururlar. Anaerobik koşullarda ise ekşime meydana gelir. Ette ekşi lezzet oluşumu formik, asetik, bütirik, propiyonik asit ve daha yüksek karbonlu yağ asitleri ile laktik ve süksinik asit gibi diğer organik asitlerden kaynaklanmaktadır (Özen 2008).

Modifiye atmosferin etkisi, farklı mikroorganizma gruplarında büyük farklılıklar gösterir. *Pseudomonas, Enterobacteriaceae,* lipolitik ve proteolitik bakteriler LAB'den daha güçlü bir şekilde inhibe edilir. CO_2, izositrat dehidrojenaz ve malat dehidrojenaz aktivitesinde azalma ile organizmaların metabolizmasını bloke ederek *Pseudomonas aeruginosa*'nın büyümesini engeller. Bu, CO_2'nin Pseudomonasların büyüme hızını azaltmasına rağmen, organizmaların tam inhibisyonunun ancak oksijenin uzaklaştırılmasıyla sağlanabileceğini gösterir. Pseudomonasların büyümesinin %10 CO_2 varlığında yaklaşık %50 oranında engellendiği, CO_2 konsantrasyonunun %20'nin üzerindeki artışla inhibisyonun artmadığı gösterilmiştir. *Pseudomonas* ve *Alteromonas*'ın inhibisyonu, sıvı ortamda nispeten düşük CO_2 konsantrasyonunda maksimum seviyeye ulaşırken, CO_2 tarafından inhibisyon derecesi, sıcaklık azaldıkça artış göstermektedir (Rao ve Sachindra 2002).

Gram-negatif bakteriler CO_2'ye oldukça duyarlıdır; çünkü membran lipidleri ile etkileşime girerek iyon membran taşınımında değişikliklere neden olurlar, membrana nüfuz ederek sitoplazmik asitlenmeye ve spesifik enzimlerin düzensiz sentezine neden olurlar. Bunun yanı sıra, hücre metabolizmasını azaltır, mikrobiyal büyümenin gecikme fazını uzatır ve logaritmik faz sırasında büyüme oranını azaltırlar (Djordjevic ve ark. 2018).

Modifiye atmosfer altında paketlenmiş kıymanın depolama ömrü, başlangıç bakteri yükünden etkilenir. İlk mikrobiyal yükte 100 kat fark, değiştirilmiş atmosfer altında domuz etinin depolama ömründe 2 haftalık bir farkla sonuçlanmıştır. CO_2/N_2 atmosferinde depolanan dana biftek veya pirzolaların psikrotropik bakteri sayıları ve laktobasil sayıları genellikle VP numunelerinden daha düşük bulunmuştur. %5'in üzerindeki CO_2 konsantrasyonu, gıdalarda bozulma etkeni bakterilerin çoğunun büyümesini engellemektedir. Bozucu organizmalar hala durağan fazdayken CO_2 uygulanırsa, raf ömründeki artış %50 oranında uzamaktadır. Yüksek CO_2 içeriğine sahip bir atmosferde depolanan piliçlerde de önemli ölçüde daha düşük mikrobiyal canlı sayısı rapor edilmiştir (Rao ve Sachindra 2002).

Soğuk koşullarda aerobik olarak depolanan taze etin bozulması, esas olarak *Pseudomonas* spp.'nin büyümesi ve metabolizmasından kaynaklanmaktadır. Genellikle bozulmuş et ve kümes hayvanları ile ilişkili kokuşma kokularına neden olur ve bu popülasyon 10^8 hücre/cm^2'ye ulaştığında ürün yüzeyinde sümüksü yapı oluşumuna neden

olur. Etin bozulmasında rol oynayan diğer bakteriler arasında soğuğa dayanıklı *Enterobacteriaceae* ve *B. thermosphacta* bulunur. Havasız ortamlarda ekşimeye neden olurlar, ancak düşük O_2 ve yüksek CO_2 konsantrasyonu ile inhibe edilirler (Rao ve Sachindra 2002).

Temelli ve ark. (2011) iki farklı modifiye atmosferde paketlenen (M1: %30 O_2, %40 CO_2, %30 N_2 ve M2: %60 O_2, %30 CO_2, %10 N_2) taze pişmemiş İnegöl köftelerinin mikrobiyolojik değişikliklerin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmalarında 4°C'de saklanan ürünlerin normal atmosferde paketleme neticesinde tüm mikroorganizma sayılarında artış kaydedilirken, her iki MAP grubunda da sınırlı bir *Pseudomonas* spp. üremesi belirlendiği ifade edilmiştir.

Djordjevic ve ark. (2018) kıyma ile yaptıkları çalışmalarında *Salmonella* spp. enjekte ettikleri örnekleri vakum paket ve iki farklı MAP uygulaması ile (%20 O_2/%50 CO_2/%30 N_2 ve %20 O_2/%30 CO_2/% 50N_2) 12 gün boyunca depolamış ve her 3 günde bir analiz etmişlerdir. Analiz sonuçlarına göre *Salmonella* spp. sayısı depolama boyunca ortalama 1,5 log kob/g oranında azalmış, vakum ve modifiye atmosferde paketlenmiş etlerde *Salmonella* spp. sayıları arasında önemli bir fark bulunmuşken, %50 CO_2 veya %30 CO_2 ile paketlenmiş örneklerin *Salmonella* spp. sayıları arasında önemli bir fark bulunmadığı belirtilmiştir (Djordjevic ve ark. 2018).

Modifiye atmosfe paketlemenin bakteriler üzerindeki inhibisyon etkisi kanatlı etlerinde de görülmektedir. Çiğ tavuğun modifiye atmosferde paketlenmesi, aerobik bozulma florasını inhibe ederken, patojenik *L. monocytogenes* sayısının artmasına olanak vermiştir. *L. monocytogenes* gelişiminin, düşük CO_2 seviyesi ve oksijen bulunan MA paketlerinde 3°C'de uyarıldığı, ancak daha yüksek CO_2 seviyesinde ve oksijen yokluğunda uyarılmadığı bulunmuştur (Rao ve Sachindra 2002).

*Campylobacter jejuni'*nin oksijen geçirgen ve %100 CO_2 içeren paketlerde piliçlerde 4°C'deki davranışı incelenmiştir. CO_2 ile zenginleştirilmiş atmosferin *Campylobacter jejuni* üzerinde saptanabilir bir etkisi olmadığı rapor edilmiştir. Hindi rulolarının 4°C'de 18 gün ve 21°C'de 48 saat depolanması sırasında test edilen tüm atmosferik gaz karışımları altında inaktive edildiği bildirilmiştir. Paketlerin içindeki %0'dan %100'e artan CO_2 konsantrasyonları, her iki depolama sıcaklığında da daha düşük inaktivasyon oranları ile sonuçlanmıştır (Rao ve Sachindra 2002).

Fraqueza ve Barreto (2011) aerobik ve 4 farklı MAP (MAP1, %50 N_2, %50 CO_2; MAP2, %0.5 CO, %50 CO_2,%49.5 N_2; MAP3, %0.5 CO, %80 CO_2, %19.5 N_2; MAP4, %100 N_2) uygulaması ile paketlenen hindi etlerini 0±1°C'de 25 güne kadar depolanmışlar ve MAP3 ile paketlenmiş et örnekleri için toplam mezofilik ve psikrotrofik bakteri sayımları, MAP1 ile paketlenmiş et örnekleri kıyasla önemli ölçüde daha düşük bulduklarını belirtmişlerdir. Özellikle mikrobiyal kalite açısından, hindi etinin MAP koşullarında raf ömrü aerobik ambalajdaki etten daha uzun olduğu bildirilmiştir (Fraqueza ve Barreto 2011).

Derisiz tavuk etlerinde farklı gaz karışımlarının (hava; %100 N_2; %75 O_2, %25 CO_2; %70 CO_2, %15 O_2, %15 N_2) geniş spektrumlu beta-laktamaz üreten *Escherichia coli* suşu üzerindeki etkilerinin incelendiği bir araştırmada, örneklerin 3°C'de 7 gün inkübe edildikten sonra yapılan analizlerinde, mikroorganizmaların gelişiminin atmosfere bağlı olduğunu; %70 CO_2, %15 O_2, %15 N_2 atmosferinin en yüksek inhibisyon etkisine sahip olduğunu belirlenmiştir (Thomas 2020).

FSA (Food Standard Agency), taze vakumla paketlenmiş gıdaların raf ömrünün +3-8°C'lik depolama sıcaklıkları için 10 günden az olmasını önermektedir. Bunun nedeni, 3,3°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ve anaerobik koşullar altında, *C. botulinum*'un büyüme ve toksin üretme riskinden kaynaklanmaktadır (Tørngren ve ark. 2018).

2.13.1.5. Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP) Uygulamasının Etlerin Raf Ömrü Üzerindeki Etkileri

Raf ömrü, miyoglobin oksidasyonuna bağlı renk bozulmasına (görünüş) ve bakteri metabolizmasına bağlı kokuya kadar geçen süre ile tanımlanabilir. Etin raf ömrü, esas olarak mikroorganizmaların sayısına ve türüne bağlı olarak bozulmaya kadar olan depolama süresi ile de tanımlanabilir. Bakteriyel büyüme, depolama koşulları, yani sıcaklık ve paketleme türü tarafından belirlenir. Bununla birlikte, lipitlerin ve proteinlerin enzimatik bozunması ve oksidasyonu, renk stabilitesini, lezzeti ve hassasiyeti bozarak depolama sırasında et kalitesi üzerinde de bir etkiye sahip olacaktır (Tørngren ve ark. 2018).

Et ürününün raf ömrü, başlangıç et kalitesi ve mikrobiyolojik kontaminasyon, paketleme tipi, etin MAP ile paketlendiği gaz karışımının bileşimi ve soğuk tedarik zinciri güvencesi gibi çeşitli faktörler tarafından belirlenir (Chmiel ve ark. 2020).

Raf ömrü büyük ölçüde bakteriyel kontaminasyona bağlı olarak gerçekleşir. Bununla birlikte, depolama sırasında etin kalitesinin düşmesi sadece bakteri sayısına değil, aynı zamanda bakteri metabolizmasının faaliyetlerine de bağlıdır. Örneğin, proteazlar, bakteriler tarafından daha fazla metabolize edilebilen serbest amino asitler üretir ve bu da bozulma ile ilişkili kötü tatlar, kötü kokular ve sümüksü yapı oluşumu ile sonuçlanır. MAP'ın raf ömrünü uzatmak ve bozulmayı önlemek için etkili bir yöntem olduğu gösterilmiş olsa da, MAP ile ilgili mevcut çalışmalar, canlı hücre sayılarına dayanmaktadır veya bazı belirli türlerin oluşumuna ve dinamiklerine odaklanmaktadır. MAP'nin bozulma bakterilerini inhibe ettiği mekanizmalar hakkında tam bir bilgi eksikliği vardır. Bozulma sürecini etkileyen tek faktörün bozulmayan bakteri üremesi olmadığı ve bakteri canlılığı ve metabolitlerinin (örneğin hücre dışı enzim, pigment) de çok önemli olduğu iyi bilinmektedir. MAP'ın hücre canlılığı ve hücre dışı proteolitik aktivite üzerindeki etkileri incelediğinde membran bütünlüğündeki değişiklikler, MAP'ın membran yapısını bozmadığını, membran potansiyelini azaltarak solunum fonksiyonunun inhibisyonuyla metabolik bir dengesizliğe neden olduğunu göstermiştir (Wang ve ark. 2018).

Gıdaların raf ömrünü uzatmayı amaçlayan herhangi bir muhafaza yönteminin uygulanması, toplam sistemin dinamiklerini göz önünde bulundurmak zorundadır. Ete MAP uygulanması durumunda, dinamik değişikliklerden kaynaklanan başlıca endişeler enzimatik yaşlanma süreçleri, mikrobiyal bozulma, lipid oksidasyonu ve miyoglobin pigmentinin oksidatif durumundaki farklılıklardır (Rao ve Sachindra 2002).

Oksijen içeriğini azaltarak ve CO_2 ve/veya N_2 seviyesini artırarak paket içindeki atmosfer modifikasyonunun, düşük sıcaklıkta bozulabilir gıdaların raf ömrünü önemli ölçüde uzattığı gösterilmiştir. Sığır etinin gaz karışımları ile MAP uygulaması kombinasyonları denemesi sonucuna göre saf CO_2 veya CO_2/N_2 ile paketlenmiş sığır etinin, 1°C'de 6 haftalık depolama boyunca renk, mikrobiyolojik kalite, kimyasal bileşim ve organoleptik özellikleri koruduğu bulunmuştur (Rao ve Sachindra 2002).

Modifiye atmosfer paketleme, taze ve işlenmiş gıdaların paketlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Geleneksel olarak kırmızı etin çekici parlak kırmızı rengini elde etmek için %70-80 oksijen (O_2) ve mikrobiyolojik raf ömrünü uzatmak için %20-30 karbondioksit (CO_2) ile paketlenir. Yüksek oksijenli MAP'ın daha az yumuşak ve daha az sulu ete, daha ekşi bir tada ve sığır köftelerinde erken esmerleşmeye neden olduğu

bildirilmiştir. Bu yeme kalitesi kaybına lipitlerin oksidatif modifikasyonları ve yapısal proteinlerin oksidasyonu neden olur. Bununla birlikte, sığır kıyma ambalajındaki oksijen içeriğini (%50 O_2, %30 CO_2, %20 N_2) düşürmek ve hala kabul edilebilir bir renk ve düşük mikrobiyal sayımın yanı sıra 4°C'de 14 güne kadar iyi bir oksidatif stabiliteye sahip et elde etmek mümkündür (Spanos ve ark. 2014).

Kekik uçucu yağı bileşiklerinin ve modifiye atmosfer paketleme koşullarının 5 ve 15°C'de depolanan taze etin duyusal, mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri kombine etkisinin incelendiği bir çalışmada, et örneklerinin raf ömrünün uzatılmasının paketleme koşullarına bağlı olduğu ve sırasıyla hava < vakumlu paket < %40 CO_2/30 N_2/30 O_2 < %80 CO_2/ %20 hava < %100 CO_2 olarak arttığı bildirilmiştir (Skandamis ve Nychas 2002).

Kenndy ve ark. (2004) MAP uygulanmış kuzu ve domuz etinin çekici kırmızı rengini korumada ve raf ömrünün uzatmada en etkili paketleme kombinasyonu olarak 80:20:0/O_2:CO_2:N_2 gaz bileşimi ve 2:1 üst boşluk/et hacim oranını belirlemişlerdir (Kennedy ve ark. 2004).

Çiğ sığır kıymasının %50 O_2/%40 CO_2/%10 N_2 içeren üç gazlı MAP içinde paketlenmesi, %80 O_2/%20 CO_2 içeren geleneksel yüksek oksijenli MAP ile aynı raf ömrüne neden olacaktır. Buna karşılık, %40 O_2/%20-40 CO_2 içeren üç gazlı bir karışımın kullanılması, 5°C'de çiğ etin raf ömrünü %50 O_2/%20-40 CO_2'ye kıyasla 2-4 gün azaltacaktır (Spanos ve ark. 2014).

Bingöl ve ark. (2012) farklı O/CO_2/N_2 konsantrasyonları (80:20:0, 60:20:20, 70:30:0 ve 60:40:0/0,:CO,:N) ile modifiye atmosfer paketleme yaptıkları Tekirdağ köftelerinin raf ömrünün hava ile paketlenenlere oranla iyileştiğini; artan CO_2 kullanımı nedeniyle mikrobiyal gejişmenin yavaşlatıldığı ve raf ömrü 8 güne kadar arttırıldığı bildirilmiştir (Bingöl ve ark. 2012).

Bingol ve ark. (2012), eletriksel stimülasyon (500 V, 50 Hz, 60 ve 120 sn) uygulanmış sığır etlerinden elde edilen az yağlı Türk tipi köfte örneklerinde yaptıkları çalışmalarında, 4°C'de depolama sürecinde yüksek oksijen modifiye atmosfer (%70 O_2/%30, CO_2) ile paketlemenin köftelerin raf ömrünün 6. güne kadar artışa yol açtığını gözlemlemişlerdir (Bingöl ve ark. 2012).

2.13.1.6. Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP) Uygulamasının Etlerin Duyusal Özellikleri Üzerindeki Etkileri

Et rengi, tazelik ve kalitenin görsel bir ölçüsü olarak kabul edilir. Taze etin rengi, üç miyoglobin formunun nispi miktarlarına bağlıdır. Etin arzulanan parlak kırmızı rengi oksimiyoglobin (MbO_2), mor kırmızı rengi miyoglobin (Mb) ve istenmeyen kahverengi metmiyoglobin (MMb) tarafından oluşur. Pigment ve lipid oksidasyonu, taze etin raf ömrü ve tüketici tarafından kabul edilmesi için önemli faktörlerdir. Çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu, lezzeti belirlediği ve etin besin değerini ve güvenliğini azalttığı için önemli bir konudur. Lipid oksidasyonu, havada depolanan etin raf ömrü için sınırlayıcı bir faktör olarak kabul edilmez. Bununla birlikte, et, yüksek düzeyde oksijen lipid oksidasyonu ile modifiye atmosfer altında depolandığında, paketlenmiş ette kalite bozulmalarının başlıca nedenlerinden biridir. Etin oksijensiz ortamlarda paketlendiğinde oksidatif kararlılığı daha yüksektir (Orkusz ve ark. 2017).

Ette istenmeyen renk değişimlerini önlemek için MA sistemlerinde CO kullanılması önerilmiştir. CO içeren MA sistemleri altında kırmızı renk tutması, parlak kırmızı pigment olan karboksimiyoglobin (MbCO) oluşumundan kaynaklanır. MbCO, oksimyoglobine göre oksidasyona karşı çok daha kararlı olduğundan, CO'nun miyoglobin molekülündeki demir porfirin bölgesiyle daha güçlü birleşmesi nedeniyle, düşük seviyelerde CO ilavesi, yüksek CO_2 seviyeleri ile bağlantılı istenmeyen renk değişikliklerine karşı koyar. Bununla birlikte, et paketlemede CO kullanımı, Norveç hariç, güvenlik açısından düzenleyici kurumlar tarafından onaylanmamıştır (Rao ve Sachindra 2002).

Aerobik ve 4 farklı MAP (MAP1, %50 N_2, %50 CO_2; MAP2, %0.5 CO, %50 CO_2,%49.5 N_2; MAP3, %0.5 CO, %80 CO_2, %19.5 N_2; MAP4, %100 N_2) uygulaması ile paketlenen hindi etlerini 0±1°C'de 25 güne kadar depolanması esnasında MAP uygulamasında CO_2 ile anoksik gaz karışımlarında CO bulunması, az pişmiş et görünümüne yol açmadan tüketiciler tarafından tercih edilen parlak pembe rengi verdiği belirlenmiştir (Fraqueza ve Barreto 2011).

Orkusz ve ark. (2017) vakum paketleme ve %80 O_2+%20 CO_2'den oluşan modifiye atmosfer (MA) koşullarında paketlenmiş ve 4°C'de soğutulmuş koşullarda saklanan kaz göğsü eti örneklerinin vakumla paketlenmiş örneklerde 11 günlük depolama süresince renk parametrelerinin (L^*, a^*, b^*) değişmediğini, MA'da paketlenen

numunelerde renk parametrelerinden $a*$ değerinin azaldığı $L*$ ve $b*$ değerlerinin ise arttığını bildirmişlerdir (Orkusz ve ark. 2017).

Spanos ve ark. (2014) karbondioksit konsantrasyonu %40'tan %20'ye düşürüldüğünde çiğ etteki protein ve lipid oksidasyonu etkilenmediğini bildirmişlerdir. Ayrıca %80 O_2 içeren iki gaz karışımı yerine. %40-50 O_2 içeren üç gazlı karışımlar kullanıldığında, pişmiş sığır köftelerinin duyusal profilinin lezzet ve doku kriterleri bakımından herhangi bir olumlu etki göstermediklerini gözlemlemişlerdir (Spanos ve ark. 2014).

Bingol ve ark. (2012), eletriksel stimülasyon (500 V, 50 Hz, 60 ve 120 sn) uygulanmış sığır etlerinden elde edilen az yağlı Türk tipi köfte örneklerinde yaptıkları çalışmalarında, 4°C'de depolama sürecinde yüksek oksijen modifiye atmosfer (%70 O_2/%30, CO_2) ile paketlemenin köftelerin duyusal özelliklerini geliştirerek kalite kriterlerini iyileştirdiğini bildirmişlerdir (Bingöl ve ark. 2012).

Mancini ve ark. (2010), 2°C'de depolamanın dana eti köftelerinin yüzey rengi kriterleri için önemli bir etkileşim yarattığını belirtmişlerdir. Bu sıcaklık derecesinde özellikle yüksek oksijen modifiye atmosfer ile paketlenen köfteler, depolama sonunda hava ile paketlenenlere göre daha kırmızı renkte tayin edilmişlerdir (Mancini ve ark. 2010).

Bingol ve Ergun (2011), soğuk muhafaza altında tutulan devekuşu etlerinin duyusal özelliklerinin farklı paketleme koşullarına bağlı olarak paket içersinde bulunan O_2 ve CO_2 gazlarının konsantrasyonlarından önemli ölçüde etkilendiklerini bildirmişlerdir (Bingol ve Ergun 2011).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. GEREÇ

3.1.1. Sığır Eti Örnekleri

Burger köftesi yapımında kullanılacak et ile hayvansal yağlar, İstanbul ilinde et ve et ürünleri üretim ve satışı yapan bir gıda firmasından temin edilerek, soğuk zincir altında İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü laboratuvarlarına getirilmiştir. Çalışmada kullanılan etler, hayvan refahına uygun şekilde kesimi gerçekleşmiş, 1,5-2 yaş arası erkek hayvanlardan temin edildi. Köfte hamuruna ilave edilen keten tohumu unu, buğday ruşeymi unu ve diğer baharatlar ise İstanbul'da parakende satış yapan bir zincir marketten tedarik edilmiştir.

3.1.2. Paketleme Uygulamalarında Kullanılan Malzemeler ve Cihazlar

- Ambalajlama film ve tabakları (düşük O_2 geçirgenliğine sahip (STP'de 8–12 cm^3/m^2/24 saat) polistiren/etilvinilalkol (EVOH)/polietilen (PE) tabaklar ve oksijen geçirgen özeeliğe sahip (STP'de 6000–8000 cm^3/m^2/24 sa) polivinil-klorür film (Wrap Film Systems Ltd., Shropshire, İngiltere)
- Ponapack vakum ambalajlama makinesi (VTK 40 SC, Ponapack, İstanbul, Türkiye).
- Gıda ambalajlama gazı (70:30: $0/O_2$, CO_2, N_2) (Habaş Sinai ve Tibbi Gazlar İstihsal Endüstrisi A.Ş., İstanbul, Türkiye)

3.1.3. Laboratuvarda Kullanılan Alet-Ekipman ve Cihazlar

- Renk ölçüm cihazı (Hunterlab ColorFlex, US)
- Tekstür ölçüm cihazı (Instron M4333 Shear and TPA fixtures, İngiltere)
- Su aktivite ölçüm cihazı (Decagon, AquaLab LITE, ABD)
- pH metre (Hanna HI 9321, Sigma-Aldrich)
- Spektrofotometre (Chebios Optimum-One)
- Ultra-turrax (ART Miccra RT)
- Stomacher (Lab Blender 400)
- Hassas terazi (Sartorius)

- Etüv (Memmert, Heraus)
- Tüp karıştırıcı – Vortex (Velp Scientifica Rx3)
- Otoklav (Hirayama HV-501)
- Benmari (GFL)
- Distile su cihazı (Nüve NS 312)
- Buzdolabı (Arçelik)
- Duyusal muayene kabinleri ve ön hazırlık ekipmanları
- Cam malzemeler ve diğer laboratuvar malzemeleri

3.1.4. Analizlerde Kullanılan Besiyerleri ve Kimyasallar

3.1.4.1. Mikrobiyolojik Analizlerde Kullanılan Besiyerleri

- Standart Plate Count Agar (Oxoid, CM0463)
- Violet Red Bile Glucose Agar (Oxoid, CM0485)
- Tryptone Bile X-Glucuronide (TBX) Agar (Oxoid, CM0945)
- Egg-Yolk Tellurite Emulsion (Oxoid, SR0054)
- Pseudomonas Agar Base (Oxoid, CM0559)
- CFC Selective Agar Supplement (Oxoid, SR0103)
- Yeast Extract Glucose Chloramphenicol (YGC) Agar (Merck, 1.16000)
- Tryptose Sulfite Cycloserine (TSC) Agar (Merck 1.00888)
- Streptomycin Thallous Acetate Actidione Agar (Oxoid, CM0881)
- STAA Selective Supplement (Oxoid, SR0151)
- de Man Rogosa Sharpe (MRS) Agar (Oxoid, CM0361)

3.1.4.2. Kimyasal Analizlerde Kullanılan Çözeltiler

- Trikloroasetik Asit (Merck, M100810)
- Thiobarbituric Asit (Merck, M108180)
- Fosforik Asit (Merck, M100563)
- Phosphate Buffered Saline (Himedia, M1452)
- Etanol (C_2H_5OH)
- Sodyum hidroksit (NaOH)

- Hidroklorik Asit (HCl)
- Sülfürik asit (H_2SO_4)
- Borik asit (H_3BO_3)
- Tashiro indikatörü
- Metanol (CH_3OH)
- Kloroform ($CHCl_3$)
- Kalsiyum Klorür ($CaCl_2$)
- Gümüş nitrat ($AgNO_3$) çözeltisi
- Potasyum kromat (K_2CrO_4) çözeltisi

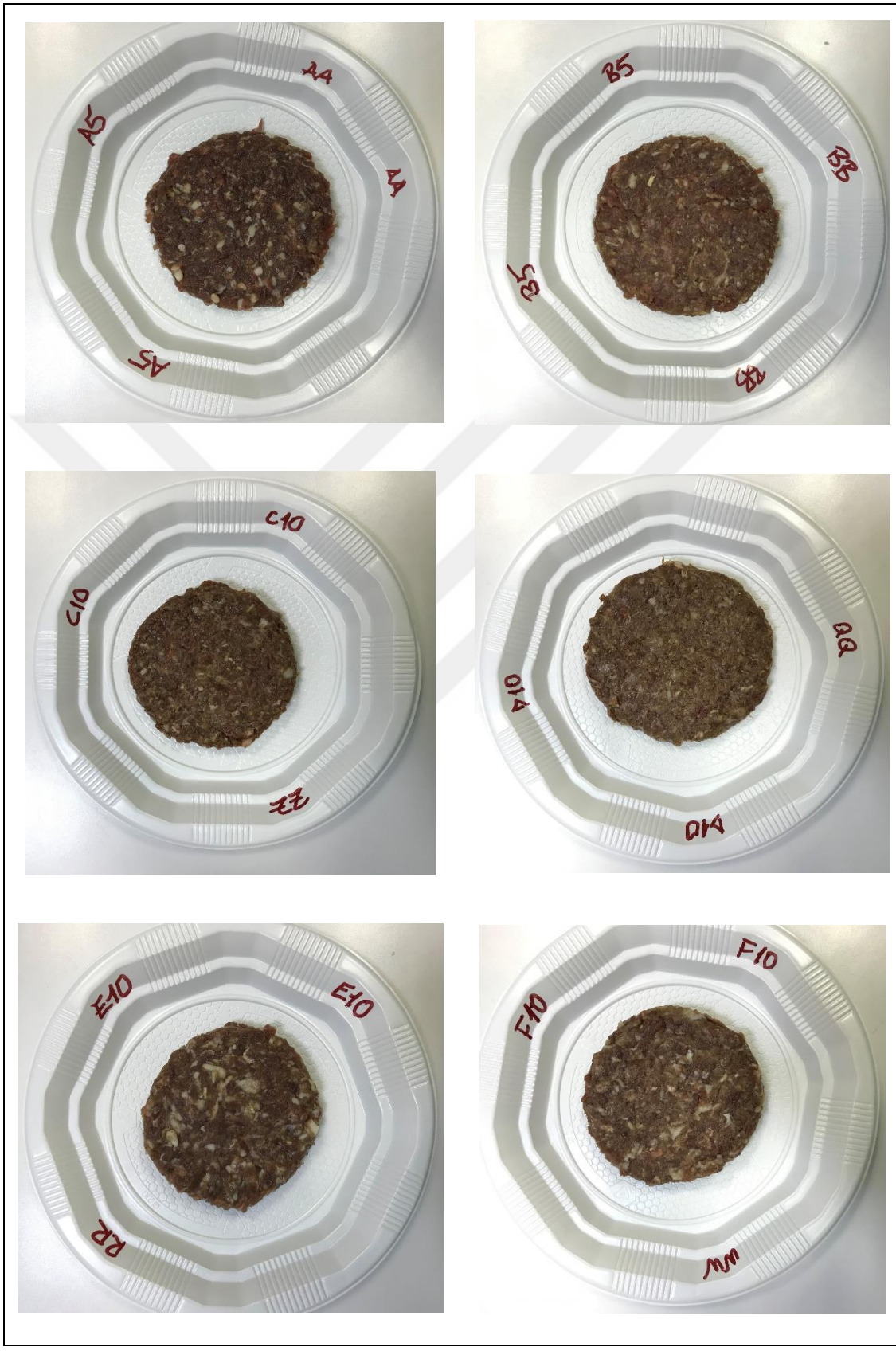
3.2. YÖNTEM

3.2.1. Sığır Etlerinin Burger Köfte Üretimi için Hazırlanması

Burger köftelerinin üretiminde Çolak ve ark. (2008) tarafından belirtilen köfte tarifi modifiye edilerk, iki farklı formülasyonda, iki farklı yağ oranına sahip köfte üretimi yapıldı. 1. Formülasyonda; %85 kıyma (düşük yağlı sığır kıyması), %5 hayvansal yağ, %2 soğan tozu, %1.5 tuz, %0.3 karabiber, %0.5 kimyon, %1.5 su kullanılmıştır. 2. Formülasyonda; %80 kıyma (düşük yağlı sığır kıyması), %10 hayvansal yağ, %2 soğan tozu, %1.5 tuz, %0.3 karabiber, %0.5 kimyon, %1.5 su kullanılmıştır. Deneme gruplarına göre %5, %10 ve %15 oranlarında keten tohumu ya da %1 ve %3 oranında buğday rüşeymi ilavesi yapılmıştır. Kontrol gruplarına keten tohumu ve buğday rüşeymi ilavesi yapılmamıştır. Netice itibariyle, deneysel burger köfte üretimi için belirlenen gruplar Tablo 3.1'de belirtildiği şekilde oluşturulmuştur.

Her bir gruba ait örnekler belirtilen şekilde hazırlandıktan sonra 5 cm yarıçaplı burger köfteleri haline getirilerek ve yaklaşık 1 kg'lık porsiyonlar halinde paketleme tabakları içine alınmıştır (Resim 1). Örnekler ortam havası (%78,08 N_2, %20,96 O_2, %0,04 CO_2) ve modifiye atmosfer (%70/%30 : O_2/CO_2) altında paketlendikten sonra 0. ve 2. gün analizleri için kullanılacak örnekler soğuk muhafazaya (4°C) alınmıştır. Çalışmanın 1., 3. ve 6. aylarında analiz edilen örnekler ise aynı şekilde paketlendikten sonra donmuş muhafazaya (-18°C) tabi tutulmuştur. Deneysel köfte üretimi farklı tarihlerde üç tekrarlı olarak yapılmıştır.

Resim 3-1: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen deneysel sığır burger köfteleri



Tablo 3-1: Deneysel sığır burger köfte örneklerinin gruplandırılması

Gruplar	Hayvansal yağ oranı	Keten tohumu	Buğday rüşeymi
F5-K (Kontrol %5)	%5	%0	%0
F5-KT5	%5	%5	%0
F5-KT10	%5	%10	%0
F5-KT15	%5	%15	%0
F5-BR1	%5	%0	%1
F5-BR3	%5	%0	%3
F10-K (Kontrol %10)	%10	%0	%0
F10-KT5	%10	%5	%0
F10-KT10	%10	%10	%0
F10-KT15	%10	%15	%0
F10-BR1	%10	%0	%1
F10-BR3	%10	%0	%3

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi, F5: %5 hayvansal yağ içeren, F10: %10 hayvansal yağ içeren

3.2.2. Laboratuvar Analizleri

Ortam havası ve modifiye atmosfer altında paketlenen burger köfte örnekleri depolamanın 0. ve 2. günleri ile donmuş muhafazanın 1., 3. ve 6. aylarında mikrobiyolojik (toplam aerob mezofil mikroorganizma, psikrotrof bakteriler, *Enterobacteriacea, Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas* spp., *Brochothrix thermosphacta,* laktik asit bakterileri, küf-maya), fiziko-kimyasal (pH, a_w, tiyobarbitürik asit değeri [TBARS], metmyoglobin miktarı, nem miktarı, protein miktarı, yağ miktarı, kül miktarı, tuz miktarı, diyet lif miktarı, karbonhidrat miktarı, serbest yağ asitleri miktarı [FFA], enerji miktaı), instrumental renk (CIE *L**, *a**, *b**) ve tekstür (tekstür profil analizleri [TPA]), duyusal (vizüel renk, doku, lezzet, koku, genel kabul edilebilirlik) özellikler ve pişirme (pişirme kaybı [CL], % pişirme verimi, burger çapında azalma, burger kalınlığında azalma) özellikleri bakımından analizlere tabi tutuldu. Başlangıç değerlendirmesi örnekler paketlendikten 6 saat sonra gerçekleştirilmiş olup, paketleme koşuluna bakmaksızın buzdolabında saklanan örneklerden yapılmıştır. Sadece pH ve duyusal muayene analizleri AP ve MAP grupları için 0.günde ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.1. Mikrobiyolojik Analizler

Burger köfte örneklerinden her grup için ayrı olacak şekilde aseptik koşullar altında steril numune poşetlerine 10 gram numune alınarak, üzerine 90 ml steril fizyolojik tuzlu su ilave edildi ve stomacherde homojenize edildi. Elde edilen ana dilüsyondan aynı sulandırıcı kullanılarak seri dilüsyonlar hazırlandı ve aranılan mikroorganizmalar yönünden analize tabi tutuldu (ISO 6887-1, 1999).

- **Toplam Aerob Mezofil Mikroorganizma Sayımı**

Toplam aerob mezofil mikroorganizma sayısının belirlenmesinde Standard Plate Count Agar (APHA) (Oxoid, CM0463) kullanıldı. Çift tabaka dökme yöntemiyle ekim yapılarak, plaklar 30°C'de 72 saat inkübe edildikten sonra üreyen bütün koloniler sayıldı (ISO 4833, 2003).

- **Psikrotrof Bakteri Sayımı**

Psikrotrof bakterilerin sayımında, Plate Count Agar (PCA) besiyeri kullanıldı. Ekim yapılan plaklar 7°C'de 10 gün inkübasyonun ardından değerlendirildi (ISO 17410, 2001).

- ***Enterobacteriaceae* Sayımı**

Enterobacteriaceae grubu bakterilerin sayımında, Violet Red Bile Glucose Agar (VRBG - Oxoid, CM0485) besiyerine inoküle edilen örnek dilüsyonları 37°C'de 24 saat inkübe edildikten sonra 0,5 mm ve daha büyük çaplı tipik koloniler sayıldı (ISO 21528-2, 2004).

- ***Escherchia coli* Sayımı**

Escherichia coli sayımında, TBX Agar (Oxoid, CM0945) besiyerine inoküle edilen örnek dilüsyonları 44°C'de 24 saat inkübe edildikten sonra üreyen bütün tipik koloniler sayıldı (ISO 16649-2, 2001).

- **Laktik Asit Bakterilerinin Sayımı**

Laktik asit bakterilerinin sayımı için de Man, Rogosa and Sharpe Agar (MRS - Oxoid, CM0361)'a çift tabaka dökme ekim tekniği uygulandı. Plaklar 30ºC'de 72 saat inkübasyon sonucunda değerlendirilip, toplu iğne başı büyüklüğündeki pembe-beyaz kolonilerin sayımı yapıldı (ISO 15214, 1998).

- ***Pseudomonas* spp. Sayımı**

Pseudomonas spp. sayımında, CFC (Cetrimide–Fucidin–Cephaloridine) Selective Agar Supplement (Oxoid, SR0103) ilaveli Pseudomonas Agar Base (Oxoid, CM0559) besiyerinde kullanılarak, inokule edilen örnekler 25°C'de 48 saat inkübasyondan sonra sayıldı. (ISO 13720, 2010).

- ***Brochothrix thermosphacta* Sayımı**

Brochothrix thermosphacta sayımında, Streptomycin Thallous Acetate Actidione agara (STAA - Oxoid, CM0881) örnekler inokule edildikten sonra, 22°C'de 48 saat inkube edildi. Saman renginde, 0,5-1,0 mm çapındaki tipik koloniler sayıldı. Kolonilerin *Pseudomonas* spp.'den ayrımı için oksidaz testi uygulanarak, oksidaz negatif koloniler *B. thermosphacta* olarak kaydedildi (NMKL 1991).

- ***Staphylococcus aureus* Sayımı**

Staphylococcus aureus sayısının saptanması Baird–Parker agar (BPA - Oxoid CM0275) besiyerine yayma plak ekim yöntemi ile ekim yapıldı ve 35°C'de 24-48 saat inokulasyondan sonra üreyen bütün tipik koloniler değerlendirildi. *S.aureus*'tan şüpheli tipik koloniler DNase, koagulaz ve katalaz testine tabi tutuldu (ISO 6888-1).

- **Küf - Maya Sayımı**

Küf-maya sayısı, hazırlanan dilüsyonların Yeast Extract Glucose Chloramphenicol (YGC) Agar (Oxoid, PO5032A)'a yayma ekim yöntemi ile inokulasyonunun ardından, 25ºC'de 5 gün inkübasyonundan sonra değerlendirilmesi ile belirlendi (ISO 7954, 1988).

3.2.2.2. Fiziko-Kimyasal Analizler

- **pH Tayini**

Homojenize edilmiş ve sulandırılmış (10 g/100 ml saf su) burger köftelerinin pH değerleri dijital bir pH metre (Hanna HI 9321) kullanılarak saptandı. pH metre kullanımlardan önce pH 4.0 ve 7.0 tampon çözeltileri ile kalibre edildikten sonra pH ölçümleri gerçekleştirilmiştir (AOAC 1990).

- **Su Aktivitesi (a_w) Tayini**

Homojenize edilen ve yaklaşık 2 gr alınan burger köfte örnekleri su aktivitesi ölçüm cihazı (Decagon AquaLab LITE, ABD) kullanılarak, AOAC tarafından önerilen metoda göre ölçülmüştür (AOAC 1990).

- **Nem Miktarı Tayini**

Homojen hale getirilmiş burger köfte örneklerinden 5 g alınarak Sartorious MA45 Nem Tayin Cihazında 105°C'de sabit tartıma kadar kurutulmak suretiyle nem miktarı belirlenmiştir (AOAC 1990).

- **Kül Miktarı Tayini**

Homojen hale getirilmiş burger köfte örneklerinde 3 g alınarak 550°C'de kül fırınında yakılmıştır. Kül kaplarının tartımları arasındaki fark kullanılarak kül miktarı % olarak hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

- **Yağ Miktarı Tayini**

Homojen hale getirilmiş burger örneklerinin yağ miktarları Soxhlet ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Yaklaşık 10 gr tartılan örnekler ekstraktöre yerleştirilerek 8 saat süreyle yağ ekstraksiyonu işlemine tabi tutulmuştur. Ekstraksiyon işlemi sonrası örnekler etüvde 30 dakika tutularak çözücülerden arındırılmış ve örnek ağırlıkları belirlenmiştir. Yağ oranı ekstraksiyon işlemi sonrası kaybedilen ağırlığın başlangıç örnek ağırlığına bölünüp 100 ile çarpılması ile belirlenmiştir (AOAC, 1990).

- **Protein Miktarı Tayini**

Homojen hale getirilmiş burger örneklerinin protein miktarları Kjeldahl metoduyla belirlenmiştir. Öncelikle Kjeldahl balonu içerisine katalizör, kaynama taşı ve parşömen kağıdı üzerine tartılmış 1 g örnek konulmuştur. Tüp içerisine 25 ml sülfürik asit ilave edilerek yakma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yakma işlemine çözelti rengi açık mavi-yeşil oluncaya kadar devam edilmiştir. Örnekler oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra destilasyon ünitesine alınarak NaOH varlığında destilasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Destilasyon işlemi sonrasında çözelti 0,1 N HCl asit çözeltisi ile titre edilerek harcanan HCl asit çözeltisi miktarına göre aşağıdaki formülle protein içeriği (%) hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

% N= [0,014 x N x (V1 – V2) x 100] / m
% Protein= 6,25 x % N
V1= Titrasyon işleminde kullanılan HCl miktarı, ml
V2= Şahit için titrasyonda harcanan HCl miktarı, ml
N= Ayarı yapılan HCl derişimi
m= Örnek miktarı, g

- **Tuz Miktarı Tayini**

Homojen hale getirilmiş burger köfte örneklerinden 10 g erlene tartılıp 3-4 defa 70°C'deki saf su ile çalkalanarak 250 ml'lik balon jojeye aktarılmış ardından balon joje çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır. Balon jojeden 25 ml alınarak erlene aktarılmış üzerine 3-4 damla %5'lik K_2CrO_4 eklenmiş 0,1N $AgNO_3$ çözeltisi ile kiremit kırmızısı renge titre edilmiştir. Tuz miktarı % olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

$$\% \text{ NaCl} = \frac{V \times 0{,}00585 \times 100 \times SF}{m}$$

V: Titrasyonda harcanan 0,1 N $AgNO_3$ miktarı, ml
m: Yaş örnek miktarı
0,00585: 1 ml 0,1 N $AgNO_3$'in nötralize ettigi klörür miktarı, g
SF: Seyreltme Faktörü

- **Diyet Lif Miktarı Tayini**

Burger köfte örneklerinin diyet lif miktarları sabit sıcaklıkta sırasıyla alfa-amilaz, proteaz ve amyloglukosidaz enzimleri ile enzimatik olarak doyurulması sonucu tayin edilmiştir (AOAC 1990).

Yaklaşık 1 g yağsız örnekteki (M) yağ uzaklaştırıldı. Deney numunesinin üzerine 40 ml MES/TRIS tamponu ekledi. 200 ml sıcaklığa dayanıklı alfa-amilaz eklenerek 100°C'de 35 dakika bekletildi. Daha sonra 100 ml proteaz enzimi eklenerek 60°C'lik su banyosunda yarım saat tutuldu ve 0.561 N HCl ile çözeltisinden 5 ml eklenerek çözeltinin pH'sı 4,1- 4,8 aralığına getirildi. Üzerine 300 ml amilo glukosidaz eklenerek tekrar 60°C'lik su banyosunda yarım saat bekletildi. Çözelti vakum altında sabit tartıma getirilmiş cam krozeden süzüldü. Çökelek 70°C sıcaklıkta 10 ml su ile iki kere yıkadı. Daha sonra kalıntıda çözünmeyen, süzüntüde çözünen diyet lif analizi yapıldı.

Diyet lif miktarının hesaplanmasında doğru sonuca varabilmek için ağırlıkları bulunan kalıntılardan AOAC prosedürlerine göre bulunan kül ve protein toplam miktarları çıkarıldı.

% Toplam diyet lif = $[(m_4 – m_1) – (k + p) \times 100] / M$

% Çözünmeyen Diyet Lif = $[(m_2 – m_1) – (k + p) \times 100] / M$

% Çözünen Diyet Lif = $[(m_3 – m_1) – (k + p) \times 100] / M$

m_1 = Sabit tartıma getirilmiş gooch krozesinin ağırlığı (g)
m_2 = Sabit tartıma getirilmiş gooch krozesi + çözünmeyen diyet lifteki kalıntının ortalama ağırlığı (g)
m_3 = Sabit tartıma getirilmiş gooch krozesi + çözünen diyet lifteki kalıntının ortalama ağırlığı (g)
m_4 = Sabit tartıma getirilmiş gooch krozesi + toplam diyet lifteki kalıntının ortalama ağırlığı
M = örnek ağırlığı (g)
k = kül miktarı

p = protein miktarı

- **Serbest Yağ Asitleri (FFA) Miktarı Tayini**

Burger köftelerinin serbest yağ asitleri (FFA) miktarının hesaplanması için ilk olarak örneklerin toplam lipid miktarları hesaplandı (Bligh & Dyer, 1959). Buradan elde edilen toplam lipid ekstraktları da serbest yağ asitleri (FFA) miktarı tayininde kullanıldı (AOAC, 2009).

Bu doğrultuda, burger köftelerinden alınan 15 g homojenize örnek, 120 ml metanol/kloroform (1/2 oranında) karışımı ile muamele edildi. Üzerine 20 ml % 0,4'lük $CaCl_2$ çözeltisi ilave edilerek daha önceden darası alınmış balonların içinde süzüldü ve 105°C'de 2 saat bekletildi. Etüvden çıkarılan balonlar oda sıcaklığına getirildikten sonra ağzı kapatılmış olarak 1 gece karanlıkta bekletildi. Bu aşamayı takiben metanol ve sudan oluşan üst tabaka ayırma hunisi yardımıyla alınıp, balonda kalan kloroform ve lipid kısmı 60°C'lik su banyosunda evaporatörde uçuruldu. Balonlar 1 saat etüvde 90°C'de bekletildikten sonra desikatörde soğutulup, tartıldı. Balonların içindeki toplam lipid ekstraktı üzerine 25 ml etanol ilave edildikten sonra fenol ftaleyn indikatörü aracılığıyla 0,1 N NaOH ile titre edildi ve aşağıdaki formül ile hesaplandı.

$$\text{FFA (\%)} = \frac{V_{NaOH} \times 0{,}028 \times 100}{\text{Örnek ağırlığı (g)}}$$

- **Karbonhidrat Miktarı Tayini**

Burger köftelerinin karbonhidrat miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

Karbonhidrat (%) = 100 - (nem + yağ + protein + kül)

- **Enerji Miktarı Tayini**

Burger köftelerinin enerji miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

Enerji (kcal)= (Yağ x 9) + (Protein x 4) + [(Karbonhidrat - Diyet lif) x 4]

- **Tiyobarbitürik Asit Değeri (TBARS) Analizi**

Burger köfte örnekleri iyice parçalandıktan sonra 20 g alınıp, 50 ml %20'lik trikloroasetik asit (2 M fosforik asit solüsyonunda hazırlanmış) ilave edilerek ultra-turraks aracılığıyla homojenize edildi. Deiyonize su ile 100 ml'ye tamamlanarak filtre edildi ve filtratın 5 ml'si, 5 ml taze hazırlanmış 0,005 M tiyobarbitürik asit solüsyonu ile karıştırıldı. Karışım birkaç defa çevrilmek suretiyle karıştırıldıktan sonra karanlıkta ve oda sıcaklığında 15 saat bekletildi. Oluşan rengin absorbansı UV spektrofotometrede 530 nm'de ölçüldü. TBARS değeri aşağıdaki formül aracılığıyla hesaplandı (Shrestha ve Min 2006).

$$\text{TBARS değeri} = \frac{(\text{Absorbans} - 0{,}0121) \times (72{,}06 / 94)}{0{,}1379} \text{ mg MDA*/ kg}$$

*Sonuç, reaksiyonda oluşan malondialdehid (MW: 72,06) üzerinden verilmektedir.

- **Metmiyoglobin Miktarı Tayini**

Burger köfte örneklerinin metmiyoglobin miktarlarını hesaplamak için 5 g örnek 40 mM soğuk tamponlanmış fosfat çözeltisinde 10 sn süre ile homojenize edildi ve homojenizat 1 saat 4°C'de beklemeye bırakıldıktan sonra 4500g'de 30 dakika santrifüj edildi. Süpernatant Whatman No.1 filtre kağıdından süzüldükten sonra 572, 565, 545 ve 525 nm absorbansta UV spektrofotometresinde ölçüldü. Yüzde metmiyoglobin miktarı ise aşağıda belirtilen formüle göre hesaplandı (Bekhit ve ark. 2003).

% Metmiyoglobin miktarı = [-2,51 x (A572 / A525) + 0,777 x (A565 / A525) + 0,8 x (A545 / A525) + 1,098] x 100

- **Pişirme özellikleri**

Burger köftelerinin pişirme (pişirme kaybı [CL], % pişirme verimi, burger çapında azalma, burger kalınlığında azalma) özellikleri aşağıda belirtilen denklemlerden yararlanılarak hesaplanmıştır (Murphy ve ark. 1975). Çiğ burger örnekleri paketler açıldıktan hemen sonra, elektrikli bir ocakta 150-170°C'de 10 dakika (iç ısısı 72±2°C olana kadar her iki köfte yüzüne de ortalama 5 dakika süresyle ısı uygulanmıştır) süreyle pişirme işlemine tabi tutulmuştur.

Pişirme kaybı = (Çiğ burger ağırlığı) - (Pişmiş burger ağırlığı)

% Pişirme verimi = (Pişmiş burger ağırlığı) / (Çiğ burger ağırlığı) x 100

% Burger çapında azalma = (Çiğ burgerin çapı – Pişmiş burgerin çapı) / (Çiğ burgerin çapı) x 100

% Burger kalınlığında azalma = (Çiğ burgerin kalınlığı – Pişmiş burgerin kalınlığı) / (Çiğ burgerin kalınlığı) x 100

3.2.2.3. İnstrumental Renk ve Tekstür Analizleri

- **Renk Analizi**

Köfte örneklerinin CIE L^* (parlaklık), a^* (kırmızılık) ve b^* (sarılık) değerleri HunterLab ColorFlex Renk Ölçüm Sistemi (Hunter Associates Laboratory, Inc., ABD) kullanılarak belirlendi. Cihaz üç boyutlu renk ölçümünü esas almakta olup, Y eksenindeki L; 0=siyahtan, 100=beyaza kadar olan açıklık-koyuluk derecesini, X eksenindeki a; yeşil (-a), kırmızı (+a) ve Z eksenindeki b; sarı (+b), mavi (-b) renk boyutunu veya yerini göstermektedir. Bütün renk ölçümleri cihazın "gün ışığı" modunda 8 mm görüş açıklığı ve 25 mm bağlantı noktası boyutu ile diffüz aydınlatma (D65 2° observer) kullanılarak değerlendirildi. Her bir örneğin üst yüzeyinden görüntülenecek şekilde beş ölçüm yapıldı ve elde edilen sonuçların aritmetik ortalamaları hesaplandı (AMSA 1991).

- **Tekstür Analizi**

Burger köfte örneklerinin tekstürel profilleri Instron, Model 3343 (Instron, UK) tekstür ölçüm cihazı ile belirlenmiştir. Örneklerin tekstür profil analizinin (TPA) değerlendirilmesi için her bir burger örneğin iki yüzünden yapılan seri ölçümlerin (en az 4 alt-örnek) aritmetik ortalamaları değerlendirilmiştir. Analiz edilen burger örneklerinde tekstür profilinin belirlenmesinde sertlik (hardness [N]), bağlayıcılık (cohesiveness), sakızımsılık (gumminess [N]), çiğnenebilirlik (chewiness [J]), esneklik/yaylanma (springiness [mm]), liflilik (stringiness [mm]) ve yapışkanlık (adhesiveness [J]) özelliklerinden yararlanılmıştır. Bu özelliklere ait değerler aşağıdaki şekilde belirtilen alanlar ve mesafeveler ile bunlarla ilgili denklemler yardımıyla hesaplanmaktadır (Resim 2) (Bourne, 1978).

Hardness (N); tekstür cihazının ilk yüklenmesi sırasında üründe oluşan kırılma gücü

Cohesiveness; tekstür cihazının ikinci yüklenmesi sırasında yapılan işin toplam işe oranı

Springiness (mm); tekstür cihazının ikinci yüklenmesi sırasında üründe oluşan deformasyonun toplam deformasyona oranı

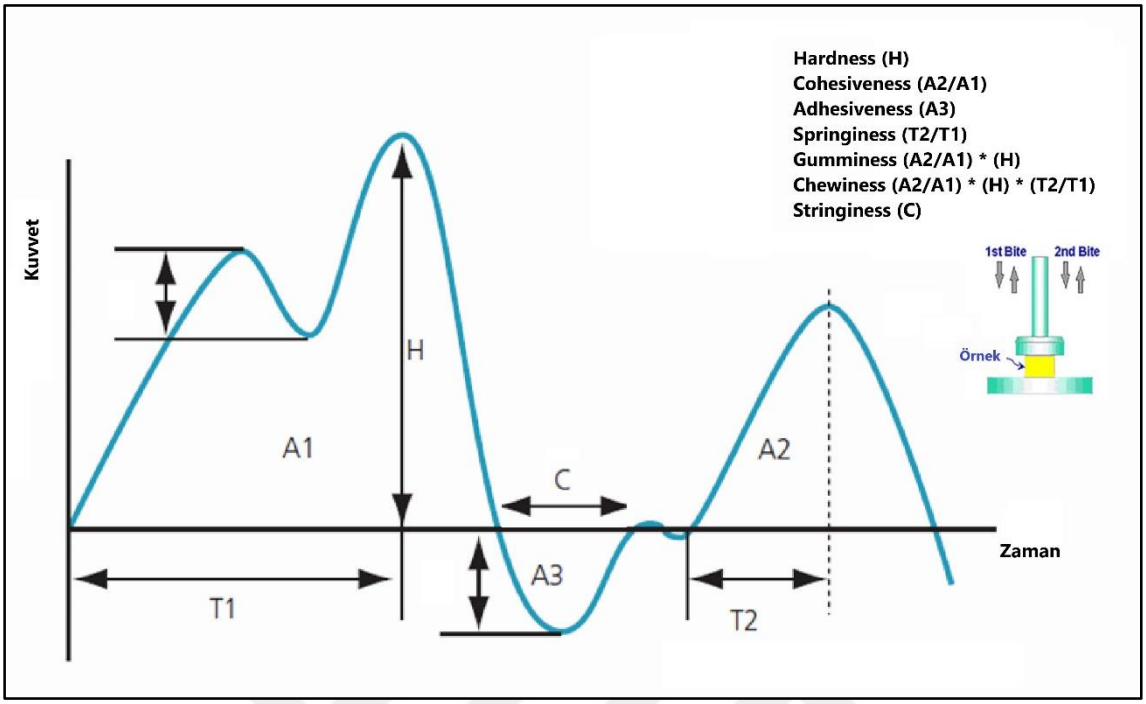
Chewiness (J); hardness x cohesiveness x springiness

Gumminess (N); hardness x cohesiveness

Stringiness (mm); tekstür cihazının ilk yüklenmesi sırasındaki baskı ile ikinci yükleme başlamadan önceki yaylanma arasında örneğin sıkıştırma plakalarından kopmadan önce uzandığı mesafe

Adhesiveness (J); bir çekme kuvvetinin neden olduğu işi temsil eden sıfır kuvvet çizgisinin altındaki alan

Resim 3-2: Tekstür profil analizi (TPA) parametreleri (Bourne, 1978).



3.2.2.4. Duyusal Analizler

Deneysel burger köfte üretimine ait örneklerin duyusal özellikleri on iki kişilik (23-46 yaş arasında, 5 kadın ve 7 erkek panelist) bir panel ekibi tarafından değerlendirildi. Panelistler her bir gruba ait köfte örneklerini çiğ ve pişmiş olarak ayrı ayrı değerlendirdi. Çiğ burger örnekleri paketler açıldıktan hemen sonra, pişmiş burger örnekleri ise elektrikli bir ocakta 150-170°C'de 10 dakika (iç ısısı 72±2°C olana kadar) pişirildikten sonra duyusal olarak değerlendirmeye tabi tutuldu. Örnekler görünüm, renk, koku, doku (hem çiğ, hem pişmiş örneklerde), lezzet (sadece pişmiş örneklerde) ve genel kabul edilebilirlik (Tablo 3-2) yönünden 10 cm'lik bir çizgi skala üzerinde (0: kabul edilemez; 10: mükemmel) derecelendirme ölçeği (görsel analog skala) kullanarak işaretlendi. Her bir panelistin skala üzerinde işaretlediği noktalar cetvel ile ölçülerek elde edilen puanlar kayıt altına alındı ve her bir duyusal özellik için panelistlerin vermiş olduğu puanlar toplanıp ortalamaları alınarak hesaplama yapıldı (ISO 6658, 1985; ISO 8586-1, 1993).

Tablo 3-2: Burger köftelerin duyusal değerlendirmelerinde kullanılacak tanımlayıcı özellikler ve açıklamaları

Karakteristik	Açıklama
Görünüm – (çiğ burger köftesi)	
• Görünüm =	Parlak, canlı görünümden koyu, mat, solgun görünüşe
Renk – (çiğ burger köftesi)	
• Renk tonu =	Canlı/parlak kırmızıdan, koyu kırmızı/kahverengiye
• Renk yoğunluğu =	Açık, berrak, kuvvetli kırmızı renkten koyu, mat, kahverengi/siyah renge
Koku – (çiğ burger köftesi)	
• Koku yoğunluğu =	Kokuyla alakalı bütün etmenlerin yoğunluğu
• Unumsu koku =	Keten tohumu veya rüşeym ile ilişkili koku
• Kötü koku =	Bozulma ile ilişkili kokular (fekal, indol, amonyak, putrik koku)
Doku (parmak hissi) – çiğ burger köftesi	
• Yumuşaklık =	Ürünün üzerine parmakla bastırıldıktan sonra harcanan güç
• Sululuk =	Parmakla ürüne baskı uygulandığında algılanan sululuk hissi
• Yapışkanlık =	Parmakla ürüne dokunulduğunda algılanan yapışkanlık hissi
• Çiğnenebilirlik =	Parmaklar ile ürünü koparmak için harcanan iş gücü
Doku (ağız hissi) – pişmiş burger köftesi	
• Yumuşaklık =	Ürünü ısırıp koparmak için harcanan güç
• Sululuk =	Ağızda ürünle ilgili olarak alınan sululuk algısı
• Yapışkanlık =	Ağızda ürünle ilgili olarak alınan yapışkanlık algısı
• Çiğnenebilirlik =	Yutmadan önce ağızda çiğnemek için gerekli iş gücü
Lezzet – (pişmiş burger köftesi)	
• Lezzet yoğunluğu =	Lezzetle alakalı bütün etmenlerin yoğunluğu
• Lezzet kalitesi =	Bilindik tipik köfte lezzeti
• Tuzlu tat =	Tuz ile ilişkili tat
• Baharatlı tat =	Baharatlar ile ilişkili tat
• Unumsu tat =	Keten tohumu veya rüşeym ile ilişkili tat
• Kötü tat =	Bozulma ile ilişkili tat (fekal, indol, amonyak, putrik tat)
Genel kabul edilebilirlik =	Panelistler tarafından algılanan hedonik beğeni ortalaması

3.2.2.5. İstatistiksel Değerlendirme

Verilerin varyans analizleri zaman periyoduna göre keten tohumu ve rüşeym, hayvansal yağ oranı ve paketleme yöntemi uygulamaları için gruplar arasındaki istatistikî karşılaştırmalar SPSS 21.00 paket programının General Linear Model (GLM) prosedürü uygulanarak hesaplanmıştır. İstatistik modellerde ana etki olarak diyet lif uygulaması, hayvansal yağ oranı, paketleme yöntemi ve bunların karşılıklı interaksiyonuna yer verilmiştir. İnteraksiyonların önemli çıktığı durumlarda alt gruplar arasındaki farkın önem kontrolü için tek yönlü Varyans Analizi ve Duncan testi uygulanmıştır (SPSS 2017).

4. BULGULAR

Farklı yağ oranlarında üretilen burger köfte örnekleri depolamanın 0. ve 2. günleri ile 1., 3. ve 6. aylarında mikrobiyolojik (toplam aerob mezofil mikroorganizma, psikrotrof bakteriler, *Enterobacteriacea*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas* spp., *Brochothrix thermosphacta*, laktik asit bakterileri, küf-maya), fiziko-kimyasal (pH, a_w, tiyobarbitürik asit değeri [TBARS], metmyoglobin miktarı, nem miktarı, protein miktarı, yağ miktarı, kül miktarı, tuz miktarı, diyet lif miktarı, karbonhidrat miktarı, serbest yağ asitleri miktarı [FFA], enerji miktaı), instrumental renk (CIE *L**, *a**, *b**) ve tekstür (tekstür profil analizleri [TPA]), duyusal (vizüel renk, doku, lezzet, koku, genel kabul edilebilirlik) özellikler ve pişirme (pişirme kaybı [CL], % pişirme verimi, burger çapında azalma, burger kalınlığında azalma) özellikleri bakımından analizlere tabi tutulmuştur.

Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin 6 aylık muhafaza süresince çift tekrarlı olarak analizlere tabi tutulan 24 farklı burger köfte örneklerine ait analiz sonuçlarının değerlendirilmesi ve istatistiksel olarak ortalamaları Şekil 4-1 – 4-111 ve Tablo 4-3 – 4-162'de gösterilmiştir.

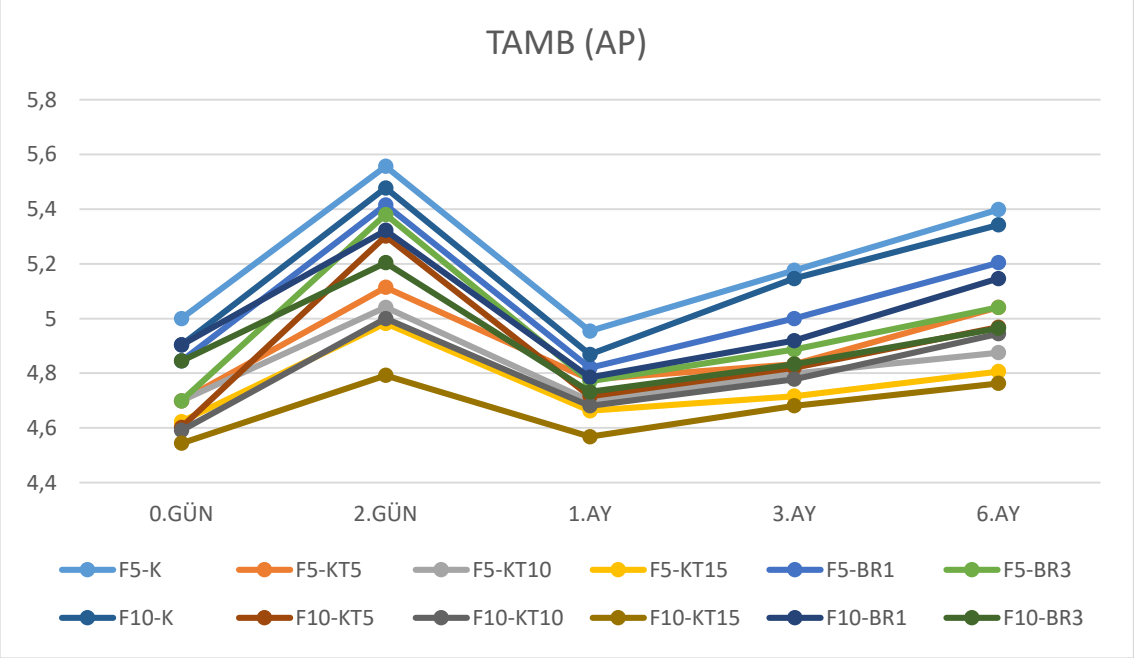
4.1. Keten Tohumu ve Rüşeym Ilavesi ile Üretilen Düşük Yağlı Burger Köfte Örneklerinin Muhafaza Süresi Boyunca Mikrobiyolojik Analiz Bulguları

4.1.1. Toplam Aerob Mezofil Bakterilere (TAMB) Ait Analiz Bulguları

Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca toplam aerob mezofil bakteri sayılarındaki değişimler Tablo 4-3, 4-4, 4-5 ve Şekil 4-1, 4-2'de gösterilmiştir.

Tablo 4-3: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca toplam aerob mezofil bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

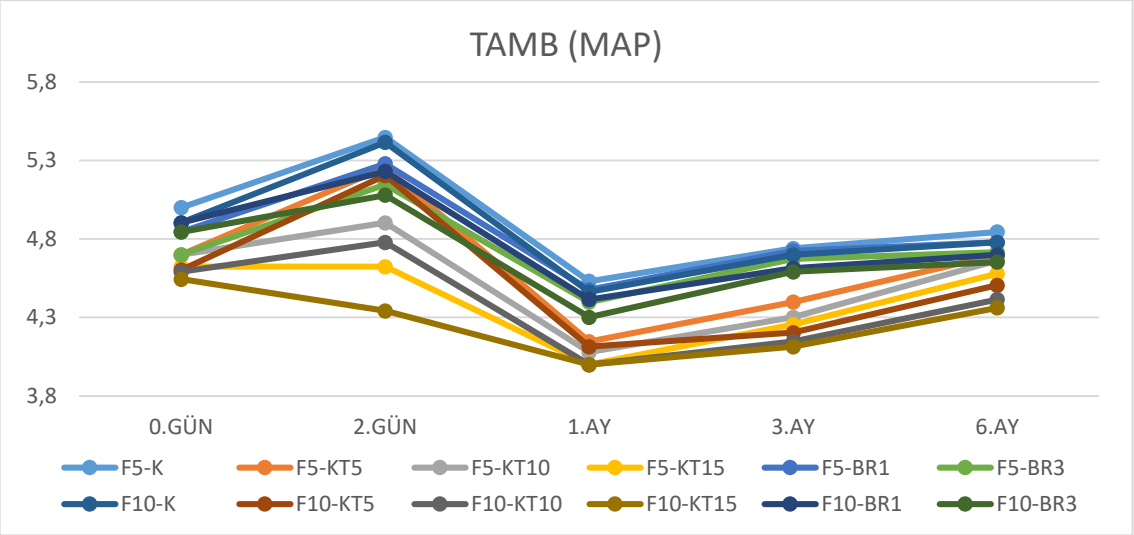
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	5	5,556	4,954	5,176	5,398
F5-KT5	4,699	5,114	4,778	4,833	5,041
F5-KT10	4,699	5,041	4,699	4,799	4,875
F5-KT15	4,623	4,982	4,663	4,716	4,806
F5-BR1	4,845	5,415	4,82	5	5,204
F5-BR3	4,699	5,38	4,771	4,886	5,041
F10-K	4,903	5,477	4,869	5,146	5,342
F10-KT5	4,602	5,301	4,716	4,82	4,968
F10-KT10	4,591	5	4,681	4,778	4,944
F10-KT15	4,544	4,792	4,568	4,681	4,763
F10-BR1	4,903	5,322	4,785	4,919	5,146
F10-BR3	4,845	5,204	4,732	4,833	4,964



Şekil 4-1: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresiboyunca toplam aerob mezofil bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Tablo 4-4: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca toplam aerob mezofil bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	5	5,447	4,531	4,74	4,845
F5-KT5	4,699	5,255	4,146	4,398	4,699
F5-KT10	4,699	4,903	4,079	4,301	4,663
F5-KT15	4,623	4,623	4	4,255	4,58
F5-BR1	4,845	5,279	4,477	4,724	4,778
F5-BR3	4,699	5,146	4,398	4,672	4,716
F10-K	4,903	5,415	4,462	4,699	4,778
F10-KT5	4,602	5,204	4,114	4,204	4,505
F10-KT10	4,591	4,778	4	4,146	4,415
F10-KT15	4,544	4,342	4	4,114	4,362
F10-BR1	4,903	5,23	4,415	4,613	4,699
F10-BR3	4,845	5,079	4,301	4,591	4,653



Şekil 4-2: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca toplam aerob mezofil bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Tablo 4-5: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca toplam aerob mezofil bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	4,952^{a}	5,474^{a}	4,704^{a}	4,940^{a}	5,091^{a}
	KT5	4,651^{bc}	5,219^{ab}	4,439^{c}	4,564^{bc}	4,803^{bc}
	KT10	4,645^{bc}	4,931^{bc}	4,365^{cd}	4,506^{bc}	4,724^{cd}
	KT15	4,584^{c}	4,685^{c}	4,308^{d}	4,442^{c}	4,628^{d}
	BR1	4,874^{ab}	5,312^{ab}	4,624^{ab}	4,814^{ab}	4,957^{ab}
	BR3	4,772^{abc}	5,202^{ab}	4,551^{b}	4,746^{abc}	4,844^{bc}
	SE	0,087	0,144	0,029	0,115	0,058
	P	**0,027**	**0,005**	**0,000**	**0,025**	**0,000**
Paketleme	AP	4,746	5,215	4,753^{a}	4,882^{a}	5,041^{a}
	MAP	4,746	5,058	4,244^{b}	4,455^{b}	4,641^{b}
	SE	0,050	0,083	0,017	0,067	0,033
	P	1,000	0,189	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	4,761	5,178	4,526^{a}	4,708	4,887
	%10 Yağ	4,731	5,095	4,470^{b}	4,629	4,795
	SE	0,050	0,083	0,017	0,067	0,033
	P	0,678	0,484	**0,021**	0,402	0,056
Uygulama × Paketleme		1,000	0,941	**0,001**	0,877	0,683
Uygulama × Yağlılık		0,864	0,988	0,998	1,000	0,995
Paketleme × Yağlılık		1,000	0,881	0,986	0,667	0,270
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	0,999	0,927	1,000	0,910

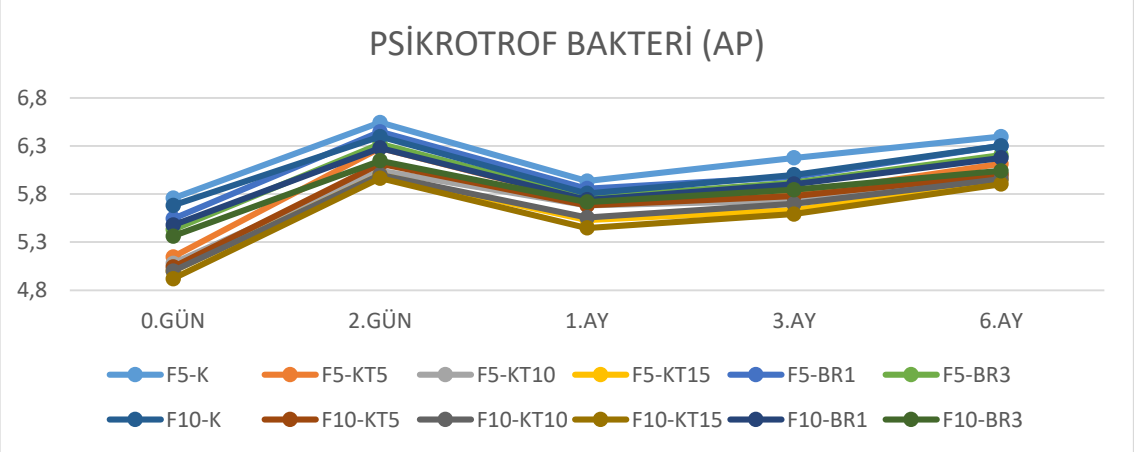
K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi
AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).
NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.
SE: Standart hata

4.1.2. Psikrotrof Mikroorganizmalara Ait Analiz Bulguları

Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca psikrotrof mikroorganizmalara sayılarındaki değişimler Tablo 4-6, 4-7, 4-8 ve Şekil 4-3, 4-4'de gösterilmiştir.

Tablo 4-6: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca psikrotrof bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

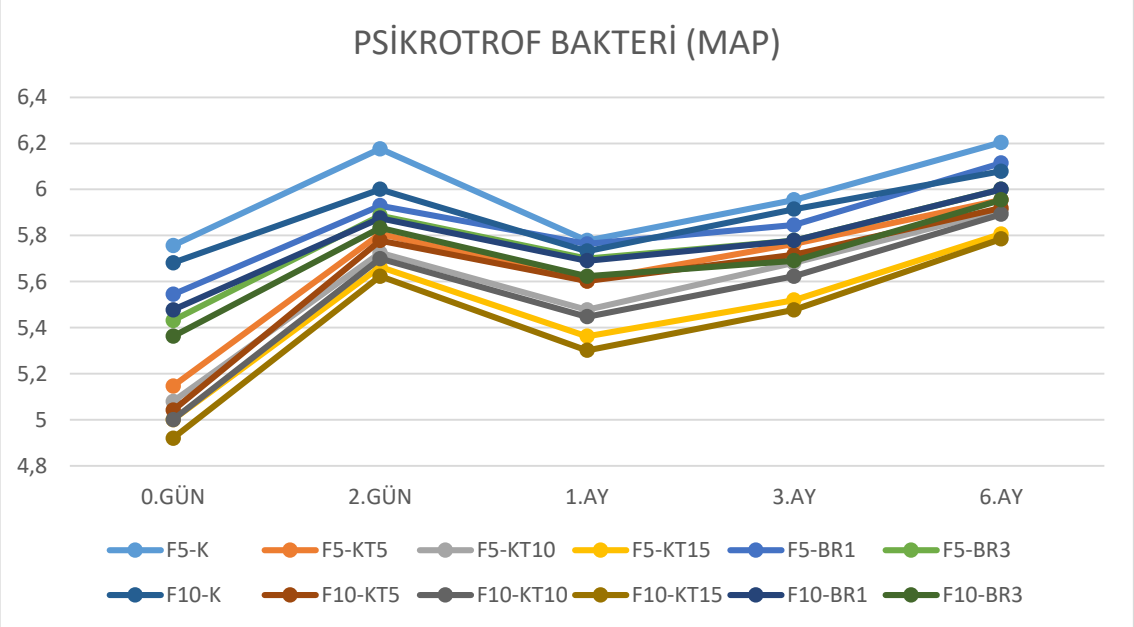
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	5,756	6,544	5,934	6,176	6,398
F5-KT5	5,146	6,279	5,732	5,792	6,114
F5-KT10	5,079	6,041	5,681	5,732	6
F5-KT15	5	6	5,531	5,633	5,954
F5-BR1	5,544	6,447	5,857	5,978	6,301
F5-BR3	5,431	6,322	5,763	5,919	6,204
F10-K	5,681	6,398	5,806	6	6,301
F10-KT5	5,041	6,114	5,681	5,778	6
F10-KT10	5	6	5,556	5,699	5,954
F10-KT15	4,919	5,964	5,447	5,591	5,903
F10-BR1	5,477	6,279	5,74	5,903	6,176
F10-BR3	5,362	6,146	5,716	5,845	6,041



Şekil 4-3: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca psikrotrof bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Tablo 4-7: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca psikrotrof bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	5,756	6,176	5,778	5,954	6,204
F5-KT5	5,146	5,806	5,602	5,763	5,954
F5-KT10	5,079	5,724	5,477	5,681	5,908
F5-KT15	5	5,663	5,362	5,519	5,806
F5-BR1	5,544	5,929	5,763	5,845	6,114
F5-BR3	5,431	5,886	5,699	5,778	6
F10-K	5,681	6	5,732	5,914	6,079
F10-KT5	5,041	5,778	5,602	5,716	5,919
F10-KT10	5	5,699	5,447	5,623	5,892
F10-KT15	4,919	5,623	5,301	5,477	5,785
F10-BR1	5,477	5,875	5,69	5,778	6
F10-BR3	5,362	5,833	5,623	5,69	5,954



Şekil 4-4: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca psikrotrof bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Tablo 4-8: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca psikrofil bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	5,719^{a}	6,280	5,813^{a}	6,011^{a}	6,246^{a}
	KT5	5,094^{bc}	5,994	5,654^{ab}	5,762^{bc}	5,997^{bcd}
	KT10	5,040^{c}	5,866	5,540^{ab}	5,684^{cd}	5,939^{cd}
	KT15	4,960^{c}	5,813	5,410^{b}	5,555^{d}	5,862^{d}
	BR1	5,511^{a}	6,133	5,763^{a}	5,876^{ab}	6,148^{ab}
	BR3	5,397^{ab}	6,047	5,700^{a}	5,808^{bc}	6,050^{bc}
	SE	0,115	0,144	0,087	0,058	0,058
	P	**0,000**	0,233	**0,021**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	5,286	6,211^{a}	5,704	5,837^{a}	6,112^{a}
	MAP	5,286	5,833^{b}	5,590	5,728^{b}	5,968^{b}
	SE	0,067	0,083	0,050	0,033	0,033
	P	1,000	**0,002**	0,113	**0,025**	**0,004**
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	5,326	6,068	5,682	5,814	6,080
	%10 Yağ	5,247	5,976	5,612	5,751	6,000
	SE	0,067	0,083	0,050	0,033	0,033
	P	0,404	0,437	0,328	0,188	0,099
Uygulama × Paketleme		1,000	0,999	0,999	0,979	0,976
Uygulama × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	0,997	0,989
Paketleme × Yağlılık		1,000	0,802	0,755	0,899	0,675
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	0,996	0,998

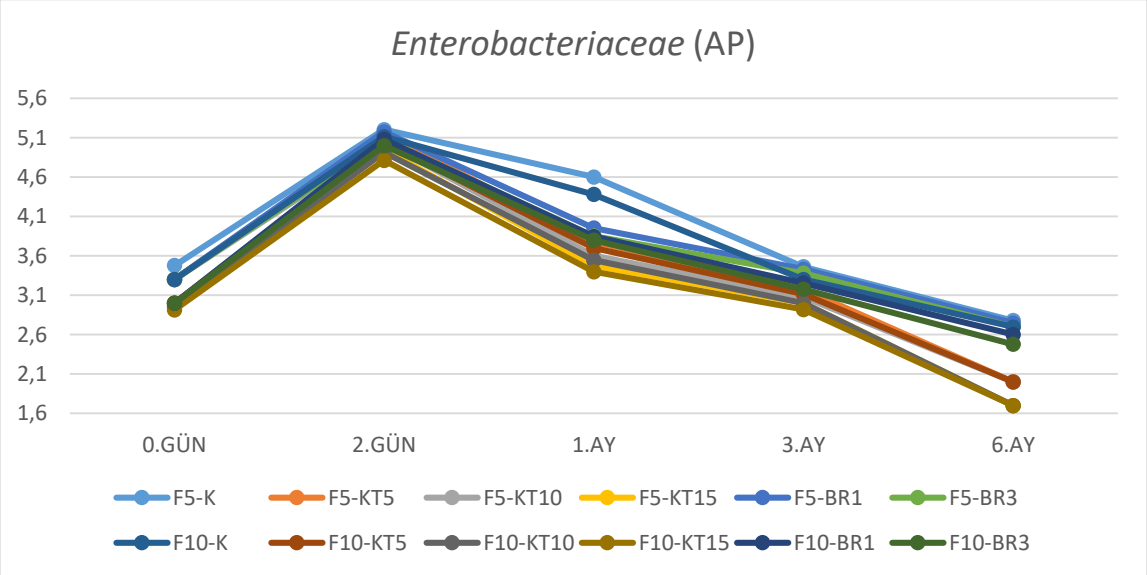
K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi
AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).
NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.
SE: Standart hata

4.1.3. *Enterobacteriaceae* Familyası Bakterilerine Ait Analiz Bulguları

Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Enterobacteriaceae* familyası bakterilerine sayılarındaki değişimler Tablo 4-9, 4-10, 4-11 ve Şekil 4-5, 4-6'de gösterilmiştir.

Tablo 4-9: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Enterobacteriaceae* sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

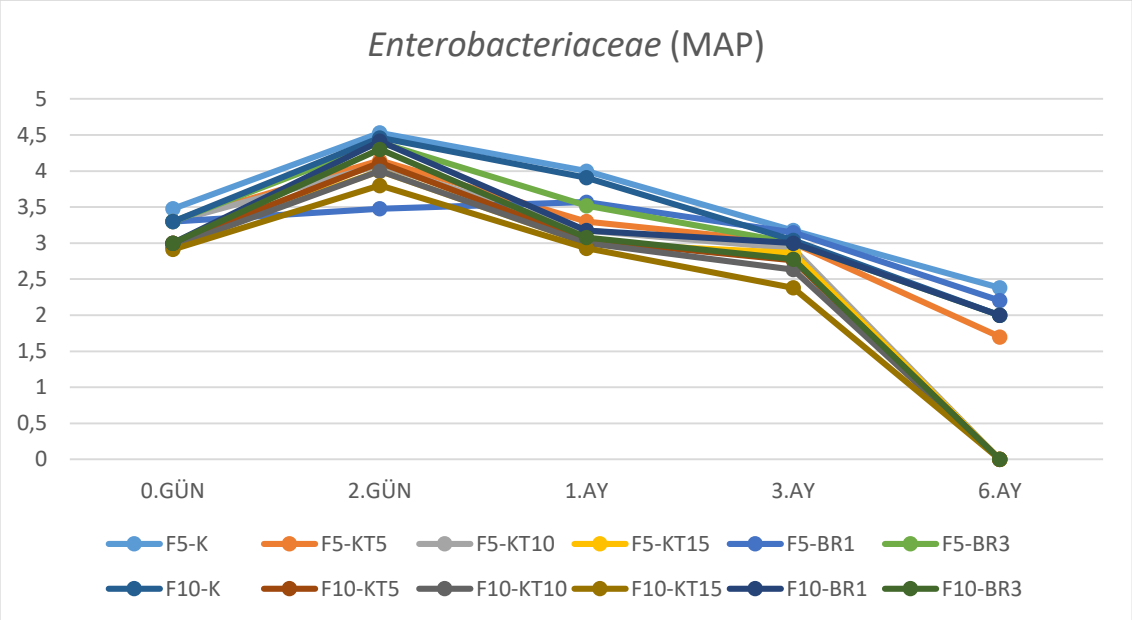
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	3,477	5,204	4,602	3,462	2,778
F5-KT5	3,301	5,146	3,778	3,176	2
F5-KT10	3,301	5,041	3,602	3,079	2
F5-KT15	3	4,954	3,477	3	1,699
F5-BR1	3,301	5,176	3,954	3,431	2,748
F5-BR3	3,301	5,079	3,851	3,38	2,699
F10-K	3,301	5,114	4,38	3,301	2,699
F10-KT5	3	5,041	3,699	3,114	2
F10-KT10	2,954	4,914	3,544	3	1,699
F10-KT15	2,914	4,813	3,398	2,919	1,699
F10-BR1	3	5,079	3,845	3,255	2,602
F10-BR3	3	5	3,799	3,176	2,477



Şekil 4-5: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Enterobacteriaceae* sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Tablo 4-10: **Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Enterobacteriaceae* sayılarındaki değişimler (Log kob/g)**

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	**2.gün**	**1.ay**	**3.ay**	**6.ay**
F5-K	3,477	4,531	4	3,176	2,38
F5-KT5	3,301	4,146	3,301	3	1,699
F5-KT10	3,301	4,079	3,176	2,924	0
F5-KT15	3	4	3	2,863	0
F5-BR1	3,301	3,477	3,568	3,146	2,204
F5-BR3	3,301	4,398	3,519	3	2
F10-K	3,301	4,462	3,908	3,041	2
F10-KT5	3	4,114	3,041	2,763	0
F10-KT10	2,954	4	3	2,633	0
F10-KT15	2,914	3,799	2,929	2,38	0
F10-BR1	3	4,415	3,176	3	2
F10-BR3	3	4,301	3,079	2,778	0



Şekil 4-6: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Enterobacteriaceae* sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Tablo 4-11: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Enterobactericeae* sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	3,389^{a}	4,828^{a}	4,223^{a}	3,245^{a}	2,464^{a}
	KT5	3,151^{b}	4,612^{bc}	3,455^{bcd}	3,013^{bc}	1,425^{c}
	KT10	3,128^{b}	4,509^{cd}	3,331^{cd}	2,909^{cd}	0,925^{d}
	KT15	2,957^{c}	4,392^{d}	3,201^{d}	2,791^{d}	0,850^{d}
	BR1	3,151^{b}	4,537^{bcd}	3,636^{b}	3,208^{a}	2,389^{a}
	BR3	3,151^{b}	4,695^{ab}	3,562^{bc}	3,084^{ab}	1,794^{b}
	SE	0,058	0,058	0,087	0,058	0,050
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	3,154	5,047^{a}	3,827^{a}	3,191^{a}	2,258^{a}
	MAP	3,154	4,144^{b}	3,308^{b}	2,892^{b}	1,024^{b}
	SE	0,033	0,033	0,050	0,033	0,029
	P	1,000	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	3,280^{a}	4,603	3,652^{a}	3,136^{a}	1,851^{a}
	%10 Yağ	3,028^{b}	4,588	3,483^{b}	2,947^{b}	1,431^{b}
	SE	0,033	0,033	0,050	0,033	0,029
	P	**0,000**	0,753	**0,021**	**0,000**	**0,000**
Uygulama × Paketleme		1,000	**0,024**	0,999	0,958	**0,000**
Uygulama × Yağlılık		0,595	**0,009**	0,975	0,961	**0,000**
Paketleme × Yağlılık		1,000	0,058	0,332	0,191	**0,000**
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	**0,012**	0,912	0,742	**0,000**

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

4.1.4. *Escherchia coli*'ye Ait Analiz Bulguları

Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köfte örnekleri hazırlanırken başlangıç hamurunda ve örnekler oluşturulduktan sonra yapılan mikrobiyolojik analizlerde hiçbir grupta *Escherchia coli* izole edilmemiştir.

4.1.5. *Staphylococcus aureus*'a Ait Analiz Bulguları

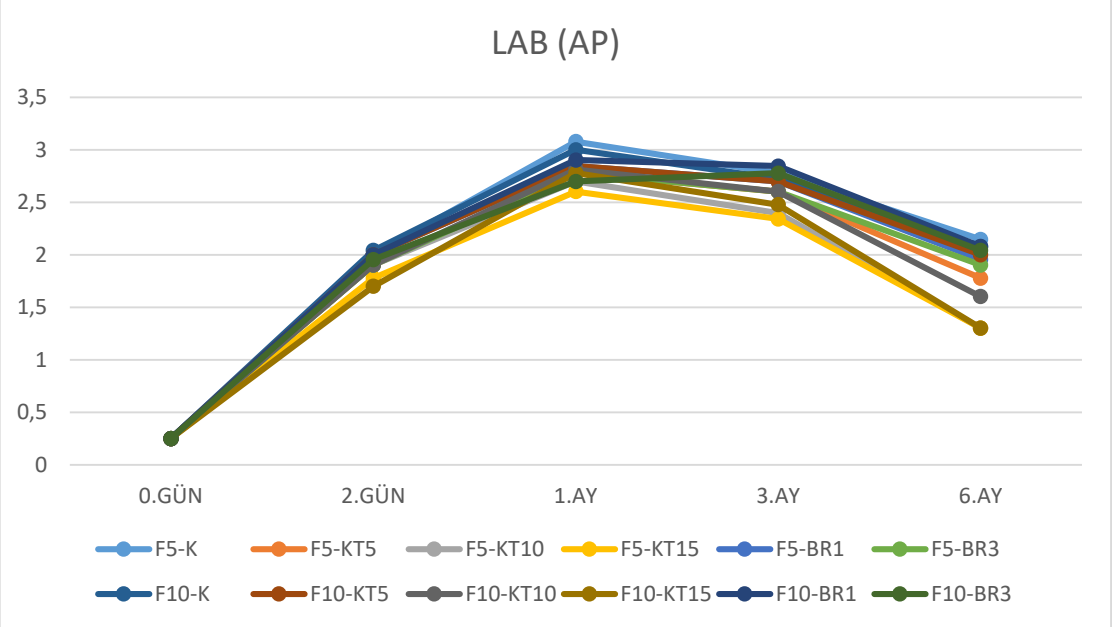
Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köfte örnekleri hazırlanırken başlangıç hamurunda ve örnekler oluşturulduktan sonra yapılan mikrobiyolojik analizlerde hiçbir grupta *Staphylococcus aureus* izole edilmemiştir.

4.1.6. Laktik Asit Bakterilerine (LAB) Ait Analiz Bulguları

Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca Laktik Asit Bakterileri (LAB) sayılarındaki değişimler Tablo 4-12, 4-13, 4-14 ve Şekil 4-7, 4-8'de gösterilmiştir.

Tablo 4-12: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca laktik asit bakteri (LAB) sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

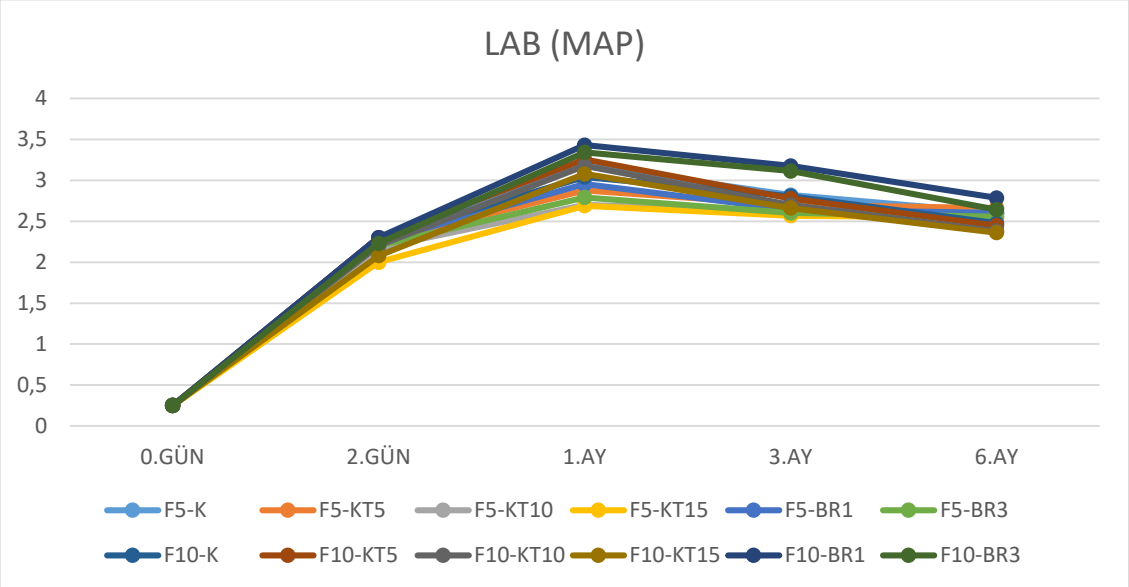
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	0,25	2	3,079	2,778	2,146
F5-KT5	0,25	1,903	2,778	2,602	1,778
F5-KT10	0,25	1,903	2,699	2,398	1,301
F5-KT15	0,25	1,778	2,602	2,342	1,301
F5-BR1	0,25	2	2,845	2,699	1,954
F5-BR3	0,25	1,903	2,778	2,602	1,903
F10-K	0,25	2,041	3	2,724	2,079
F10-KT5	0,25	2	2,845	2,699	2
F10-KT10	0,25	1,903	2,813	2,602	1,602
F10-KT15	0,25	1,699	2,778	2,477	1,301
F10-BR1	0,25	2	2,903	2,845	2,079
F10-BR3	0,25	1,954	2,699	2,778	2,041



Şekil 4-7: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca laktik asit bakteri (LAB) sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Tablo 4-13: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca laktik asit bakteri (LAB) sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	0,25	2,301	3,176	2,82	2,602
F5-KT5	0,25	2,255	2,875	2,699	2,663
F5-KT10	0,25	2,176	2,699	2,623	2,602
F5-KT15	0,25	2	2,69	2,568	2,544
F5-BR1	0,25	2,255	2,954	2,643	2,602
F5-BR3	0,25	2,204	2,792	2,602	2,556
F10-K	0,25	2,301	3,041	2,806	2,477
F10-KT5	0,25	2,301	3,255	2,778	2,447
F10-KT10	0,25	2,204	3,176	2,699	2,38
F10-KT15	0,25	2,079	3,079	2,663	2,362
F10-BR1	0,25	2,301	3,431	3,176	2,785
F10-BR3	0,25	2,23	3,342	3,114	2,643



Şekil 4-8: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca laktik asit bakteri (LAB) sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Tablo 4-14: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca laktik asit bakterileri (LAB) sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	**K**	ND	2,161^{a}	3,074	2,782^{a}	2,326^{a}
	KT5	ND	2,115^{a}	2,938	2,695^{ab}	1,814^{a}
	KT10	ND	2,047^{ab}	2,847	2,581^{bc}	1,141^{b}
	KT15	ND	1,889^{b}	2,787	2,513^{c}	1,059^{b}
	BR1	ND	2,139^{a}	3,033	2,841^{a}	2,355^{a}
	BR3	ND	2,073^{a}	2,903	2,774^{a}	1,845^{a}
	SE	-	0,058	0,087	0,058	0,214
	P	**NS**	**0,023**	0,182	**0,001**	**0,000**
Paketleme	**AP**	ND	1,924^{b}	2,818^{b}	2,629^{b}	1,790
	MAP	ND	2,217^{a}	3,043^{a}	2,766^{a}	1,723
	SE	-	0,033	0,050	0,033	0,124
	P	**NS**	**0,000**	**0,003**	**0,005**	0,702
Hayvansal yağ oranı	**%5 Yağ**	ND	2,057	2,831^{b}	2,615^{b}	1,877
	%10 Yağ	ND	2,084	3,030^{a}	2,780^{a}	1,637
	SE	-	0,033	0,050	0,033	0,124
	P	**NS**	0,556	**0,007**	**0,001**	0,176
Uygulama × Paketleme		**NS**	1,000	0,901	0,955	0,228
Uygulama × Yağlılık		**NS**	0,999	0,571	0,161	0,406
Paketleme × Yağlılık		**NS**	0,840	**0,031**	0,313	**0,045**
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		**NS**	0,989	0,823	0,520	0,298

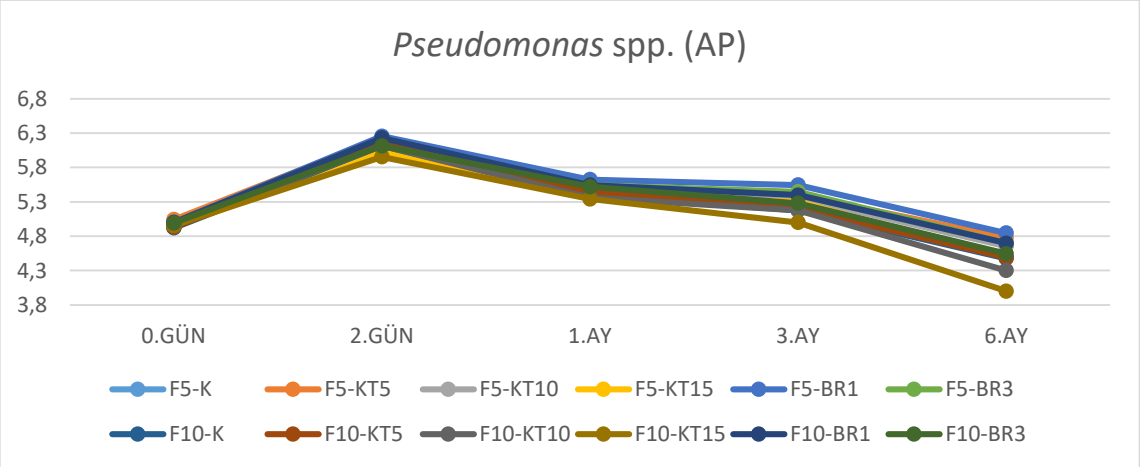
K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi
AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).
NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.
SE: Standart hata

4.1.7. *Pseudomonas* spp.'e Ait Analiz Bulguları

Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Pseudomonas* spp. sayılarındaki değişimler Tablo 4-15, 4-16, 4-17 ve Şekil 4-9, 4-10'de gösterilmiştir.

Tablo 4-15: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Pseudomonas* spp. sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

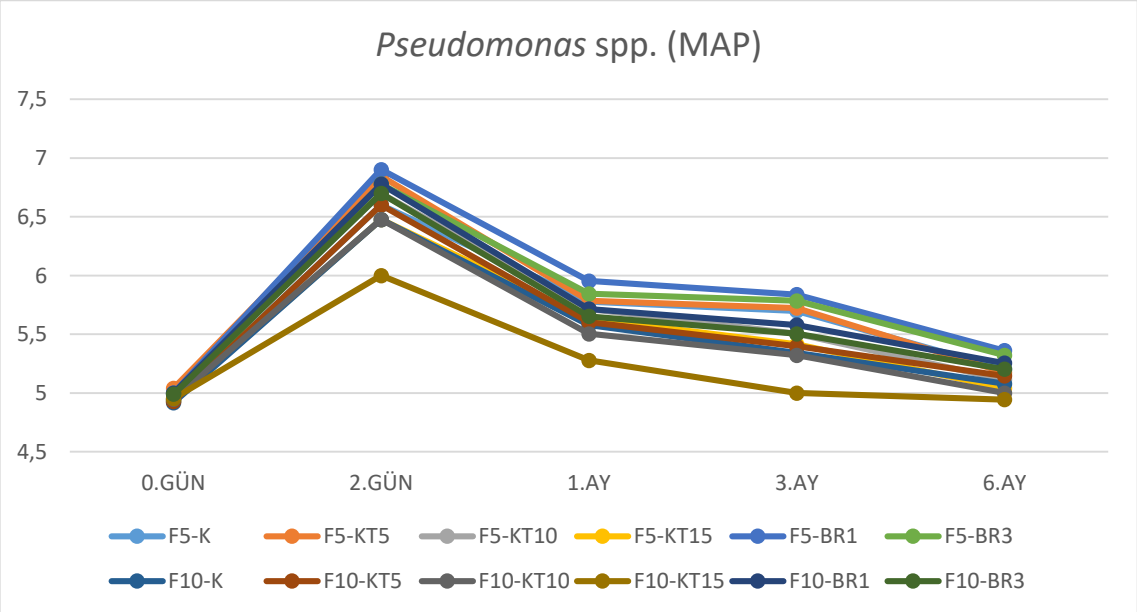
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	4,934	6,146	5,505	5,38	4,663
F5-KT5	5,041	6,23	5,531	5,398	4,778
F5-KT10	5	6,146	5,477	5,362	4,653
F5-KT15	4,929	6,041	5,38	5,301	4,477
F5-BR1	5	6,255	5,623	5,544	4,845
F5-BR3	4,944	6,204	5,544	5,447	4,699
F10-K	4,919	6,114	5,398	5,176	4,477
F10-KT5	4,929	6,146	5,447	5,204	4,491
F10-KT10	4,949	6,114	5,362	5,176	4,301
F10-KT15	4,954	5,954	5,342	5	4
F10-BR1	5	6,23	5,544	5,398	4,699
F10-BR3	4,991	6,114	5,519	5,279	4,544



Şekil 4-9:Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Pseudomonas* spp. sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Tablo 4-16: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Pseudomonas* spp. sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	4,934	6,602	5,778	5,699	5,204
F5-KT5	5,041	6,845	5,785	5,724	5,176
F5-KT10	5	6,699	5,716	5,505	5,114
F5-KT15	4,929	6,477	5,633	5,415	5,041
F5-BR1	5	6,903	5,954	5,839	5,362
F5-BR3	4,944	6,778	5,845	5,785	5,322
F10-K	4,919	6,477	5,58	5,342	5,079
F10-KT5	4,929	6,602	5,602	5,398	5,146
F10-KT10	4,949	6,477	5,505	5,322	5
F10-KT15	4,954	6	5,279	5	4,944
F10-BR1	5	6,778	5,716	5,58	5,255
F10-BR3	4,991	6,699	5,653	5,505	5,204



Şekil 4-10: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Pseudomonas* spp. sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Tablo 4-17: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Pseudomonas* spp. sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	4,927	6,335	5,565	5,399^{b}	4,856^{b}
	KT5	4,985	6,456	5,591	5,431^{ab}	4,898^{ab}
	KT10	4,975	6,359	5,515	5,341^{bc}	4,767^{bc}
	KT15	4,942	6,118	5,409	5,179^{c}	4,616^{c}
	BR1	5,000	6,542	5,709	5,590^{a}	5,040^{a}
	BR3	4,968	6,449	5,640	5,504^{ab}	4,942^{ab}
	SE	0,115	0,144	0,087	0,058	0,058
	P	0,998	0,409	0,228	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	4,966	6,141^{b}	5,473^{b}	5,305^{b}	4,552^{b}
	MAP	4,966	6,611^{a}	5,671^{a}	5,510^{a}	5,154^{a}
	SE	0,067	0,083	0,050	0,033	0,033
	P	1,000	**0,000**	**0,007**	**0,000**	**0,000**
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	4,975	6,444	5,648^{a}	5,533^{a}	4,945^{a}
	%10 Yağ	4,957	6,309	5,496^{b}	5,282^{b}	4,762^{b}
	SE	0,067	0,083	0,050	0,033	0,033
	P	0,852	0,257	**0,037**	**0,000**	**0,000**
Uygulama × Paketleme		1,000	0,955	0,992	0,733	0,744
Uygulama × Yağlılık		0,997	0,996	1,000	0,911	0,910
Paketleme × Yağlılık		1,000	0,518	0,280	0,278	0,080
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	0,998	0,997	0,998	0,856

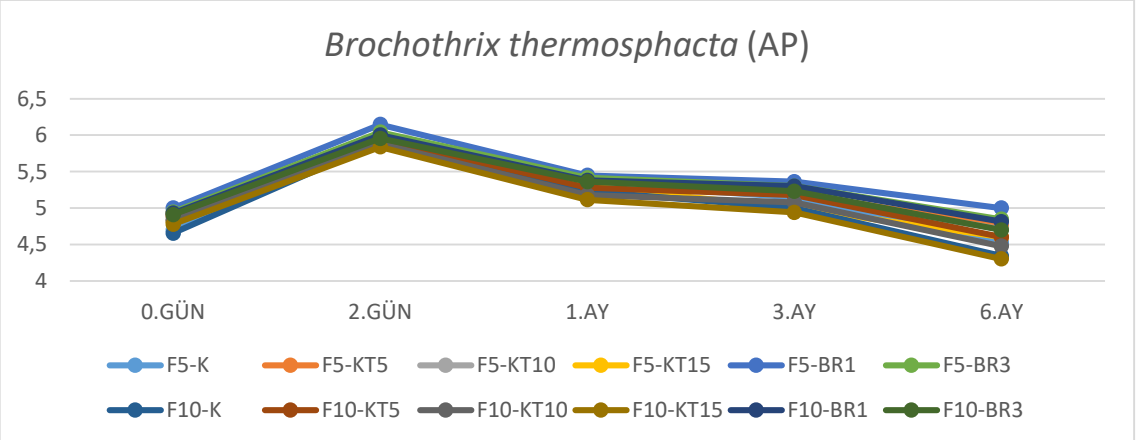
K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi
AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).
NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.
SE: Standart hata

4.1.8. *Brochothrix thermosphacta*'ya Ait Analiz Bulguları

Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Brochothrix thermosphacta* sayılarındaki değişimler Tablo 4-18, 4-19, 4-20 ve Şekil 4-11, 4-12'de gösterilmiştir.

Tablo 4-18: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Brochothrix thermosphacta* sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

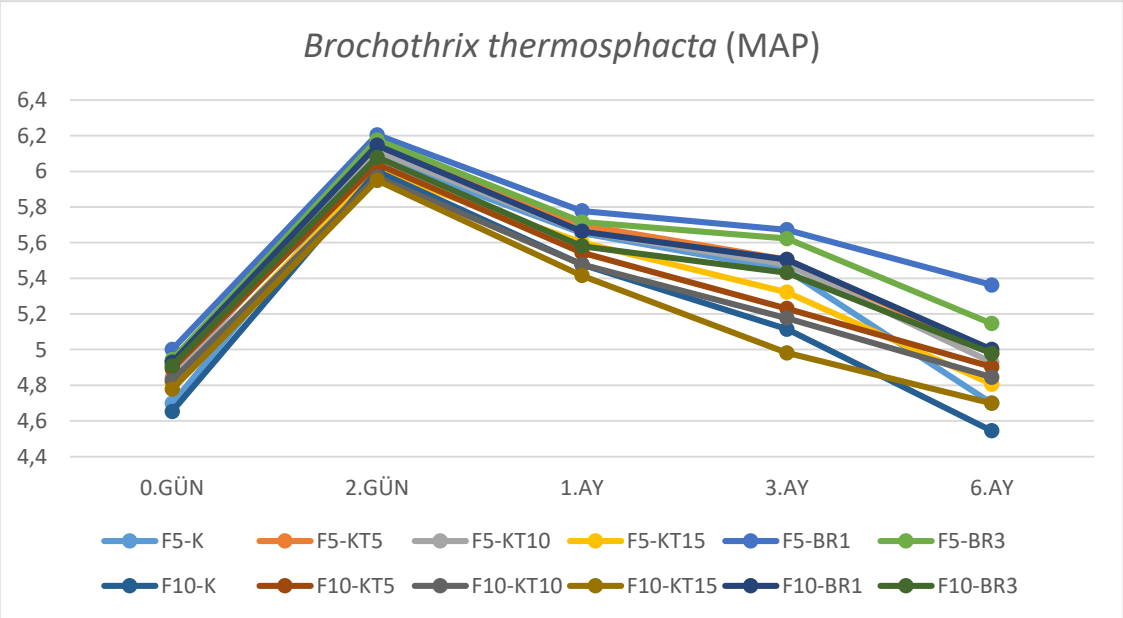
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	4,699	5,94	5,342	5,146	4,531
F5-KT5	4,929	5,982	5,38	5,204	4,748
F5-KT10	4,845	5,929	5,362	5,176	4,708
F5-KT15	4,813	5,863	5,301	5	4,602
F5-BR1	5	6,146	5,447	5,362	5
F5-BR3	4,944	6,041	5,415	5,301	4,845
F10-K	4,653	5,903	5,23	5	4,342
F10-KT5	4,892	5,944	5,279	5,176	4,602
F10-KT10	4,826	5,881	5,176	5,079	4,477
F10-KT15	4,778	5,839	5,114	4,94	4,301
F10-BR1	4,929	6	5,38	5,301	4,813
F10-BR3	4,908	5,954	5,362	5,23	4,699



Şekil 4-11: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Brochothrix thermosphacta* sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Tablo 4-19: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Brochothrix thermosphacta* sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	4,699	6,079	5,653	5,447	4,699
F5-KT5	4,929	6,146	5,699	5,505	4,982
F5-KT10	4,845	6,114	5,663	5,477	4,929
F5-KT15	4,813	6	5,602	5,322	4,806
F5-BR1	5	6,204	5,778	5,672	5,362
F5-BR3	4,944	6,176	5,716	5,623	5,146
F10-K	4,653	6	5,477	5,114	4,544
F10-KT5	4,892	6,041	5,544	5,23	4,903
F10-KT10	4,826	5,968	5,477	5,176	4,845
F10-KT15	4,778	5,949	5,415	4,982	4,699
F10-BR1	4,929	6,146	5,663	5,505	5
F10-BR3	4,908	6,079	5,58	5,431	4,978



Şekil 4-12: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Brochothrix thermosphacta* sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Tablo 4-20: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Brochothrix thermosphacta* sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	4,676	5,981	5,426	5,177^{cd}	4,529^{e}
	KT5	4,911	6,028	5,476	5,279^{bc}	4,809^{bc}
	KT10	4,836	5,973	5,420	5,227^{bcd}	4,740^{cd}
	KT15	4,796	5,913	5,358	5,061^{d}	4,602^{de}
	BR1	4,965	6,124	5,567	5,460^{a}	5,044^{a}
	BR3	4,926	6,063	5,518	5,396^{ab}	4,917^{ab}
	SE	0,115	0,144	0,087	0,058	0,058
	P	0,528	0,929	0,587	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	4,851	5,952	5,316^{b}	5,160^{b}	4,639^{b}
	MAP	4,851	6,075	5,606^{a}	5,374^{a}	4,908^{a}
	SE	0,067	0,083	0,050	0,033	0,033
	P	1,000	0,301	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	4,872	6,052	5,530	5,353^{a}	4,863^{a}
	%10 Yağ	4,831	5,975	5,391	5,180^{b}	4,684^{b}
	SE	0,067	0,083	0,050	0,033	0,033
	P	0,668	0,520	0,056	**0,001**	**0,000**
Uygulama × Paketleme		1,000	1,000	1,000	0,991	0,983
Uygulama × Yağlılık		1,000	1,000	0,998	0,972	0,949
Paketleme × Yağlılık		1,000	0,913	0,770	**0,049**	0,667
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	0,994	0,897

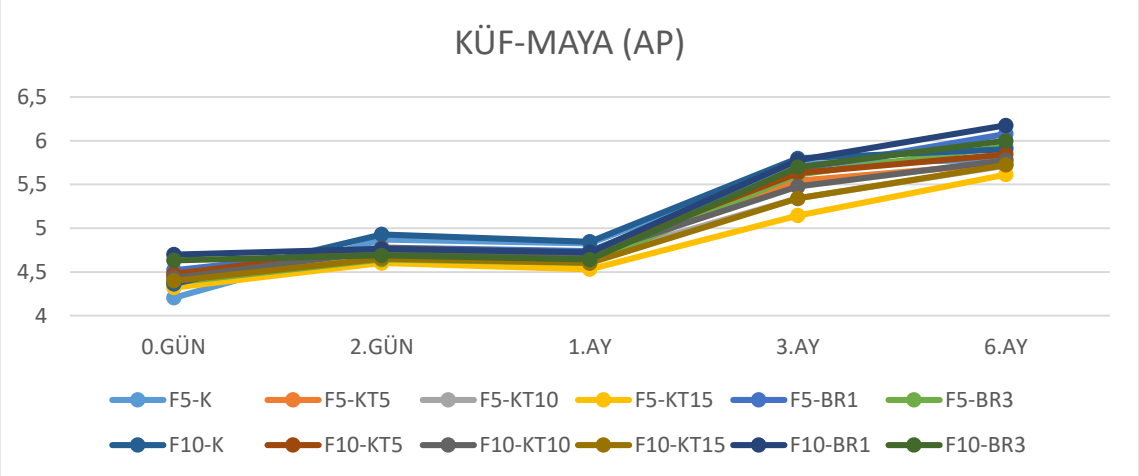
K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi
AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).
NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.
SE: Standart hata

4.1.9. Küf ve Mayalara Ait Analiz Bulguları

Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca küf ve maya sayılarındaki değişimler Tablo 4-21, 4-22, 4-23 ve Şekil 4-13, 4-14'de gösterilmiştir.

Tablo 4-21: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca küf-maya sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

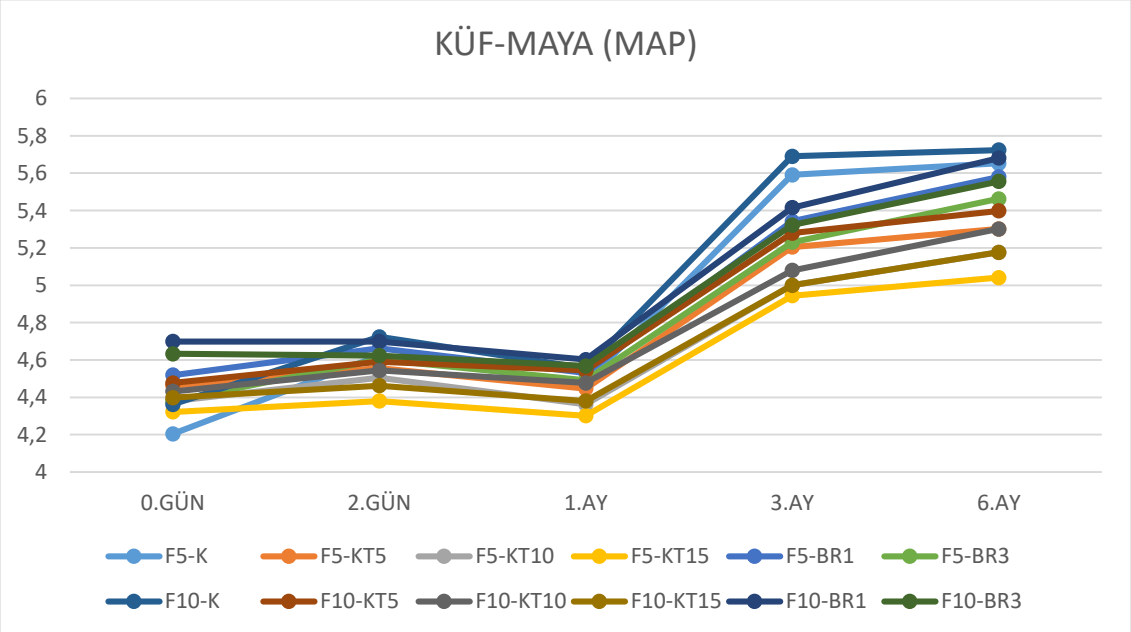
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	4,204	4,869	4,826	5,732	5,785
F5-KT5	4,462	4,748	4,699	5,544	5,74
F5-KT10	4,38	4,716	4,653	5,342	5,716
F5-KT15	4,322	4,602	4,531	5,146	5,613
F5-BR1	4,519	4,778	4,74	5,672	6,079
F5-BR3	4,38	4,643	4,602	5,613	5,934
F10-K	4,362	4,929	4,845	5,799	5,903
F10-KT5	4,477	4,771	4,716	5,633	5,845
F10-KT10	4,431	4,74	4,699	5,477	5,778
F10-KT15	4,398	4,653	4,602	5,342	5,724
F10-BR1	4,699	4,763	4,724	5,778	6,176
F10-BR3	4,633	4,69	4,643	5,699	6



Şekil 4-13: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca küf-maya sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Tablo 4-22: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca küf-maya sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	4,204	4,623	4,477	5,591	5,653
F5-KT5	4,462	4,556	4,447	5,204	5,301
F5-KT10	4,38	4,505	4,362	5	5,176
F5-KT15	4,322	4,38	4,301	4,944	5,041
F5-BR1	4,519	4,663	4,531	5,342	5,58
F5-BR3	4,38	4,602	4,491	5,23	5,462
F10-K	4,362	4,724	4,556	5,69	5,724
F10-KT5	4,477	4,591	4,544	5,279	5,398
F10-KT10	4,431	4,544	4,477	5,079	5,301
F10-KT15	4,398	4,462	4,38	5	5,176
F10-BR1	4,699	4,699	4,602	5,415	5,681
F10-BR3	4,633	4,623	4,568	5,322	5,556



Şekil 4-14: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca küf-maya sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Tablo 4-23: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca küf ve maya sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	4,283	4,786	4,676	5,703^{a}	5,766^{a}
	KT5	4,470	4,667	4,602	5,415^{b}	5,571^{b}
	KT10	4,406	4,626	4,548	5,225^{c}	5,493^{bc}
	KT15	4,360	4,524	4,454	5,108^{c}	5,389^{c}
	BR1	4,609	4,726	4,649	5,552^{ab}	5,879^{a}
	BR3	4,507	4,640	4,576	5,466^{b}	5,738^{a}
	SE	0,115	0,144	0,087	0,058	0,058
	P	0,433	0,855	0,529	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	4,439	4,742	4,690^{a}	5,565^{a}	5,858^{a}
	MAP	4,439	4,581	4,478^{b}	5,258^{b}	5,421^{b}
	SE	0,067	0,083	0,050	0,033	0,033
	P	1,000	0,179	**0,004**	**0,000**	**0,000**
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	4,378	4,640	4,555	5,363^{b}	5,590^{b}
	%10 Yağ	4,500	4,682	4,613	5,459^{a}	5,689^{a}
	SE	0,067	0,083	0,050	0,033	0,033
	P	0,201	0,723	0,416	**0,047**	**0,042**
Uygulama × Paketleme		1,000	0,997	0,961	0,625	0,191
Uygulama × Yağlılık		0,979	1,000	1,000	1,000	1,000
Paketleme × Yağlılık		1,000	0,930	0,690	0,719	0,910
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	0,997	1,000

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi
AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).
NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.
SE: Standart hata

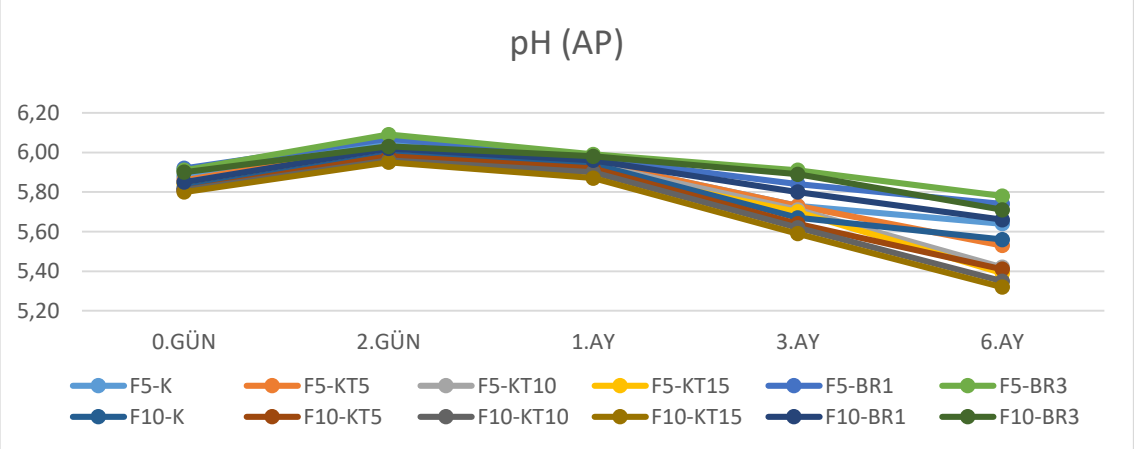
4.2. Keten Tohumu ve Rüşeym Ilavesi ile Üretilen Düşük Yağlı Burger Köfte Örneklerinin Muhafaza Süresi Boyunca Fiziko-Kimyasal Analiz Bulguları

4.2.1. pH Değerlerine Ait Analiz Bulguları

Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pH değerindeki değişimler Tablo 4-24, 4-25, 4-26 ve Şekil 4-15, 4-16'de gösterilmiştir.

Tablo 4-24: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pH değerlerindeki değişimler

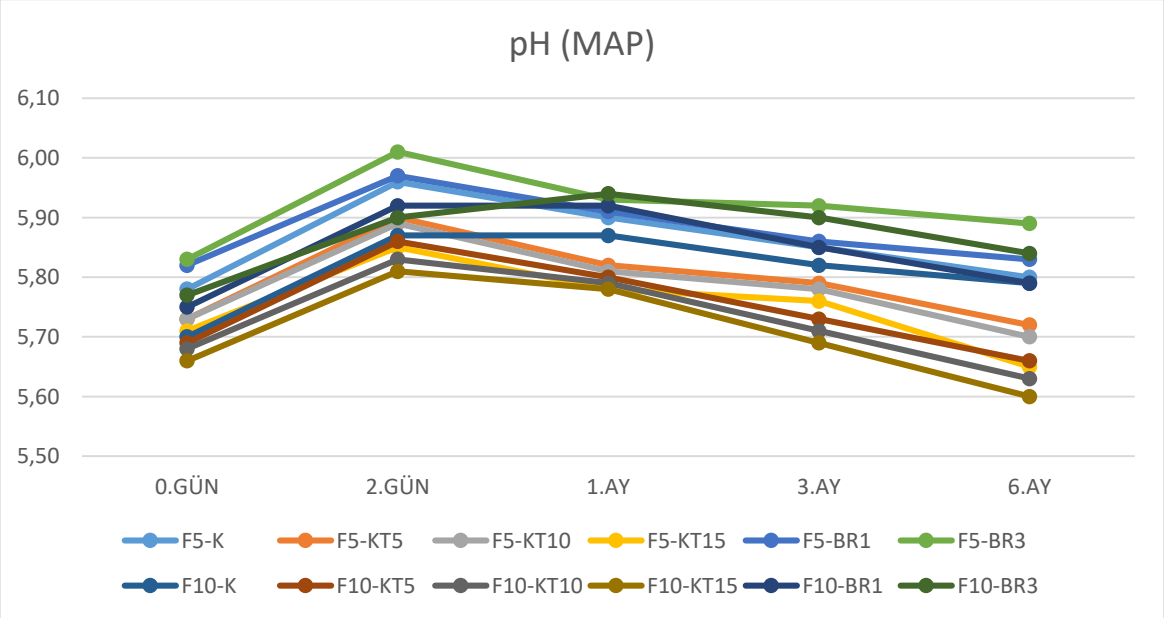
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	5,88	6,06	5,95	5,73	5,64
F5-KT5	5,86	6,03	5,95	5,73	5,53
F5-KT10	5,85	6,01	5,94	5,71	5,42
F5-KT15	5,84	5,98	5,91	5,70	5,39
F5-BR1	5,92	6,07	5,97	5,84	5,74
F5-BR3	5,91	6,09	5,99	5,91	5,78
F10-K	5,82	5,99	5,94	5,67	5,56
F10-KT5	5,81	5,98	5,92	5,64	5,41
F10-KT10	5,81	5,96	5,90	5,62	5,35
F10-KT15	5,80	5,95	5,87	5,59	5,32
F10-BR1	5,85	6,02	5,96	5,80	5,66
F10-BR3	5,90	6,03	5,98	5,89	5,71



Şekil 4-15: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pH değerlerindeki değişimler

Tablo 4-25: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pH değerlerindeki değişimler

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	5,78	5,96	5,90	5,85	5,80
F5-KT5	5,73	5,9	5,82	5,79	5,72
F5-KT10	5,73	5,89	5,81	5,78	5,70
F5-KT15	5,71	5,85	5,78	5,76	5,65
F5-BR1	5,82	5,97	5,91	5,86	5,83
F5-BR3	5,83	6,01	5,93	5,92	5,89
F10-K	5,70	5,87	5,87	5,82	5,79
F10-KT5	5,69	5,86	5,80	5,73	5,66
F10-KT10	5,68	5,83	5,79	5,71	5,63
F10-KT15	5,66	5,81	5,78	5,69	5,60
F10-BR1	5,75	5,92	5,92	5,85	5,79
F10-BR3	5,77	5,9	5,94	5,90	5,84



Şekil 4-16: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pH değerlerindeki değişimler

Tablo 4-26: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pH değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	5,795	5,970	5,915	5,768	5,698^{ab}
	KT5	5,773	5,943	5,873	5,723	5,580^{bc}
	KT10	5,768	5,923	5,860	5,705	5,525^{bc}
	KT15	5,753	5,898	5,835	5,685	5,490^{c}
	BR1	5,835	5,995	5,940	5,838	5,755^{a}
	BR3	5,853	6,008	5,960	5,905	5,805^{a}
	SE	0,058	0,058	0,056	0,056	0,056
	P	0,791	0,741	0,614	0,071	**0,001**
Paketleme	AP	5,854^{a}	6,014^{a}	5,940	5,736	5,543^{b}
	MAP	5,738^{b}	5,898^{b}	5,854	5,805	5,742^{a}
	SE	0,033	0,033	0,032	0,032	0,032
	P	**0,017**	**0,017**	0,075	0,149	**0,000**
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	5,822	5,985	5,905	5,798	5,674
	%10 Yağ	5,770	5,927	5,889	5,743	5,610
	SE	0,033	0,033	0,032	0,032	0,032
	P	0,279	0,222	0,738	0,242	0,180
Uygulama × Paketleme		1,000	1,000	0,992	0,982	0,851
Uygulama × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	0,997	1,000
Paketleme × Yağlılık		0,888	0,888	0,874	0,792	0,712
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

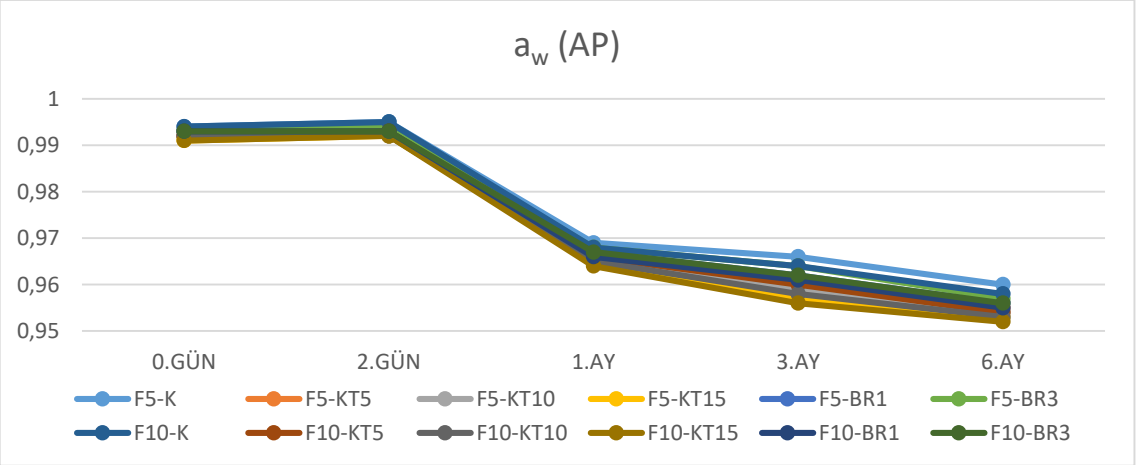
K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi
AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).
NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.
SE: Standart hata

4.2.2. Su Aktivitesi (a_w) Değerlerine Ait Analiz Bulguları

Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca su aktivitesi değerindeki değişimler Tablo 4-27, 4-28, 4-29 ve Şekil 4-17, 4-18'de gösterilmiştir.

Tablo 4-27: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca su aktivitesi (a_w) değerlerindeki değişimler

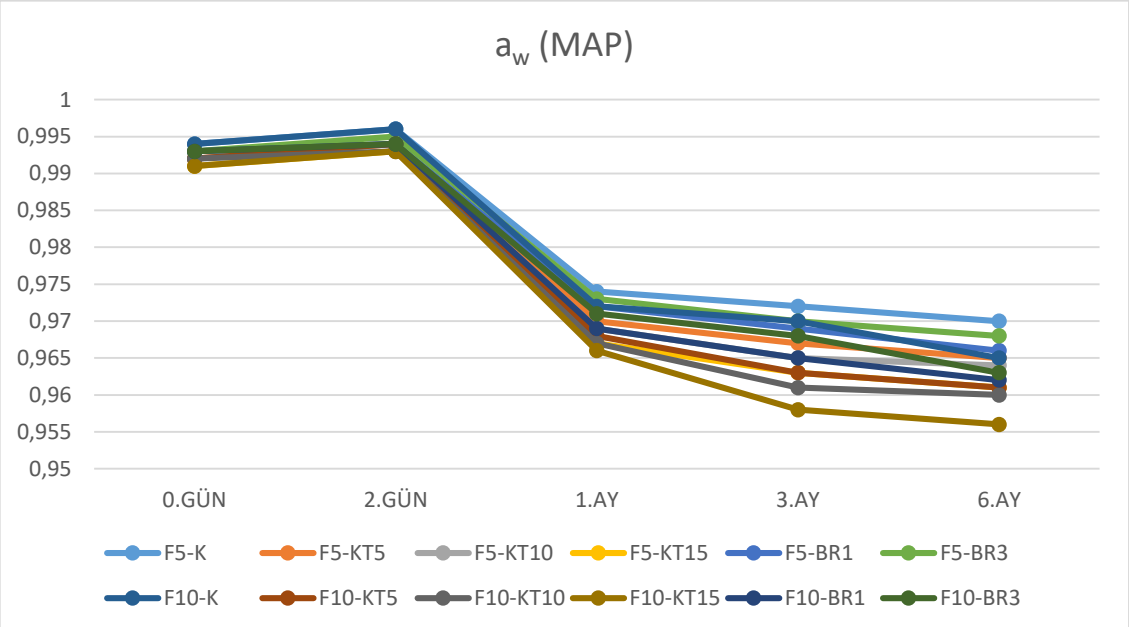
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	0,994	0,995	0,969	0,966	0,96
F5-KT5	0,992	0,993	0,967	0,961	0,955
F5-KT10	0,992	0,993	0,966	0,959	0,954
F5-KT15	0,991	0,992	0,965	0,957	0,953
F5-BR1	0,993	0,993	0,967	0,962	0,956
F5-BR3	0,993	0,994	0,968	0,964	0,957
F10-K	0,994	0,995	0,968	0,964	0,958
F10-KT5	0,992	0,993	0,966	0,96	0,954
F10-KT10	0,992	0,992	0,965	0,958	0,953
F10-KT15	0,991	0,992	0,964	0,956	0,952
F10-BR1	0,993	0,993	0,966	0,961	0,955
F10-BR3	0,993	0,993	0,967	0,962	0,956



Şekil 4-17: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca su aktivitesi (a_w) değerlerindeki değişimler

Tablo 4-28: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca su aktivitesi (a_w) değerlerindeki değişimler

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	0,994	0,996	0,974	0,972	0,97
F5-KT5	0,992	0,994	0,97	0,967	0,965
F5-KT10	0,992	0,994	0,969	0,965	0,964
F5-KT15	0,991	0,993	0,967	0,963	0,961
F5-BR1	0,993	0,994	0,972	0,969	0,966
F5-BR3	0,993	0,995	0,973	0,97	0,968
F10-K	0,994	0,996	0,972	0,97	0,965
F10-KT5	0,992	0,994	0,968	0,963	0,961
F10-KT10	0,992	0,993	0,967	0,961	0,96
F10-KT15	0,991	0,993	0,966	0,958	0,956
F10-BR1	0,993	0,994	0,969	0,965	0,962
F10-BR3	0,993	0,994	0,971	0,968	0,963



Şekil 4-18: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca su aktivitesi (a_w) değerlerindeki değişimler

Tablo 4-29: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca su aktivitesi (a_w) değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	0,994^{a}	0,996^{a}	0,971^{a}	0,968^{a}	0,963^{a}
	KT5	0,992^{c}	0,994^{bc}	0,968^{c}	0,963^{d}	0,959^{d}
	KT10	0,992^{c}	0,993^{cd}	0,967^{d}	0,961^{e}	0,958^{e}
	KT15	0,991^{d}	0,993^{d}	0,966^{e}	0,959^{f}	0,956^{f}
	BR1	0,993^{b}	0,994^{bc}	0,969^{c}	0,964^{c}	0,960^{c}
	BR3	0,993^{b}	0,994^{b}	0,970^{b}	0,966^{b}	0,961^{b}
	SE	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	0,993	0,993^{b}	0,967^{b}	0,961^{b}	0,955^{b}
	MAP	0,993	0,994^{a}	0,970^{a}	0,966^{a}	0,963^{a}
	SE	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
	P	1,000	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	0,993	0,994	0,969^{a}	0,965^{a}	0,961^{a}
	%10 Yağ	0,993	0,994	0,967^{b}	0,962^{b}	0,958^{b}
	SE	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
	P	1,000	0,164	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Uygulama × Paketleme		1,000	1,000	**0,006**	0,067	**0,009**
Uygulama × Yağlılık		1,000	0,555	0,910	0,829	0,775
Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	**0,039**	**0,000**	**0,000**
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	0,910	0,067	0,961

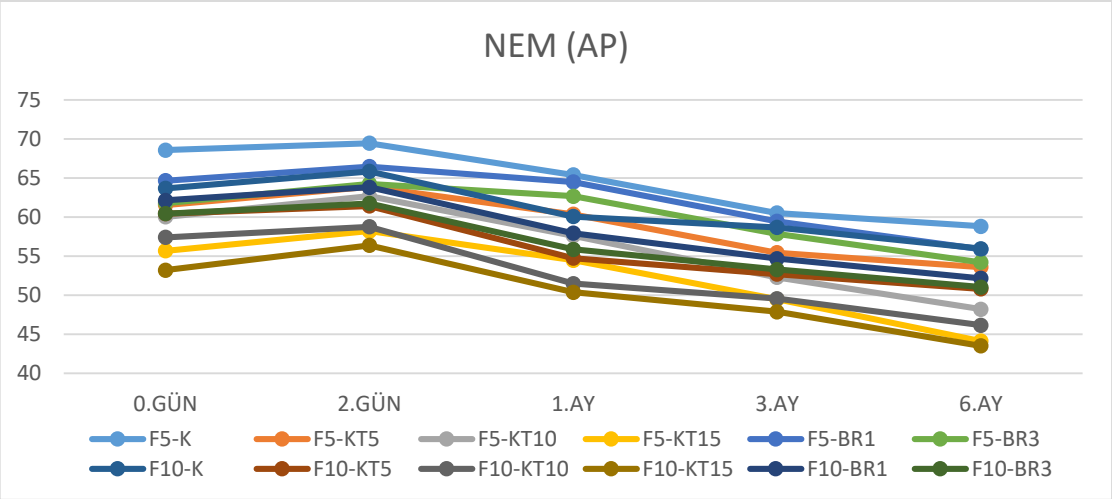
K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi
AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).
NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.
SE: Standart hata

4.2.3. Nem Miktarı Değerlerine Ait Analiz Bulguları

Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca nem miktarındaki değişimler (%) Tablo 4-30, 4-31, 4-32 ve Şekil 4-19, 4-20'de gösterilmiştir.

Tablo 4-30: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca nem miktarı değerlerindeki değişimler (%)

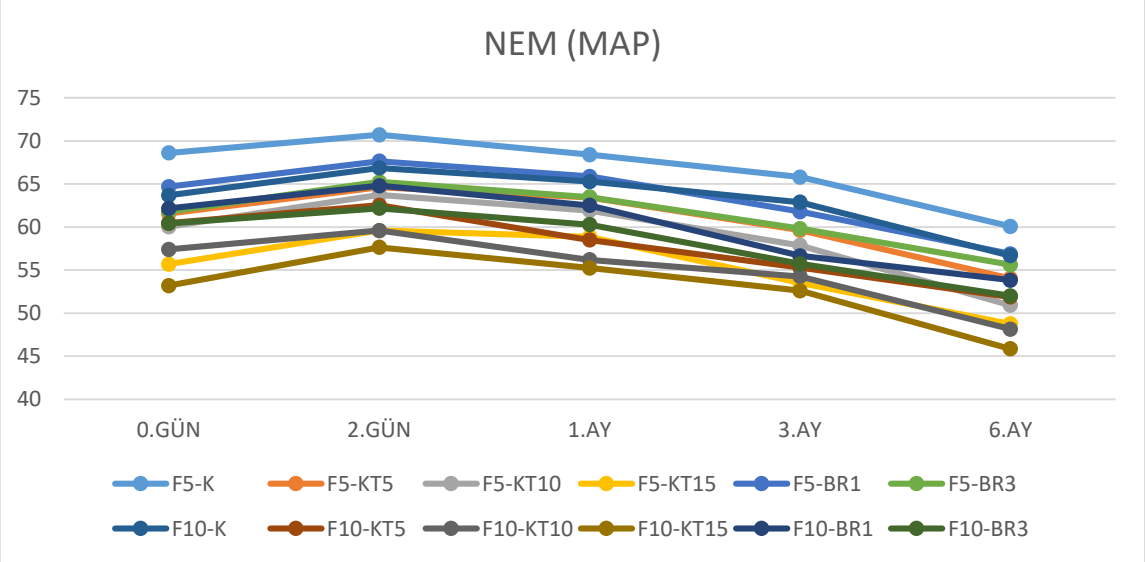
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	68,59	69,46	65,4	60,52	58,81
F5-KT5	61,55	63,86	60,35	55,44	53,6
F5-KT10	60,03	62,67	57,61	52,27	48,2
F5-KT15	55,68	58,2	54,47	49,46	44,11
F5-BR1	64,67	66,47	64,49	59,46	55,86
F5-BR3	61,8	64,26	62,67	57,86	54,2
F10-K	63,68	65,86	60,07	58,67	55,95
F10-KT5	60,44	61,43	54,74	52,68	50,8
F10-KT10	57,4	58,76	51,48	49,56	46,15
F10-KT15	53,2	56,37	50,37	47,88	43,51
F10-BR1	62,15	63,82	57,94	54,67	52,15
F10-BR3	60,43	61,75	55,87	53,28	51,02



Şekil 4-19: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca nem miktarı değerlerindeki değişimler (%)

Tablo 4-31: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca nem miktarı değerlerindeki değişimler (%)

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	68,59	70,69	68,4	65,8	60,06
F5-KT5	61,55	64,63	63,41	59,63	54,03
F5-KT10	60,03	63,72	61,9	57,85	50,90
F5-KT15	55,68	59,58	58,86	53,49	48,75
F5-BR1	64,67	67,64	65,86	61,78	56,87
F5-BR3	61,8	65,24	63,47	59,81	55,60
F10-K	63,68	66,85	65,27	62,88	56,66
F10-KT5	60,44	62,53	58,48	55,27	51,87
F10-KT10	57,4	59,58	56,18	54,26	48,13
F10-KT15	53,2	57,63	55,24	52,59	45,86
F10-BR1	62,15	64,78	62,51	56,65	53,82
F10-BR3	60,43	62,17	60,27	55,72	52,00



Şekil 4-20: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca nem miktarı değerlerindeki değişimler (%)

Tablo 4-31: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca nem miktarı (%) değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	66,135^{a}	68,215^{a}	65,452^{a}	62,301^{a}	57,870^{a}
	KT5	60,995^{c}	63,113^{c}	59,912^{c}	56,088^{c}	52,575^{c}
	KT10	58,715^{d}	61,183^{d}	57,459^{d}	53,818^{d}	48,345^{d}
	KT15	54,440^{e}	57,945^{e}	55,402^{e}	51,188^{e}	45,558^{e}
	BR1	63,410^{b}	65,678^{b}	63,367^{b}	58,473^{b}	54,675^{b}
	BR3	61,115^{c}	63,355^{c}	61,237^{c}	57,001^{c}	53,205^{c}
	SE	0,289	0,289	0,601	0,441	0,289
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	60,802	62,743^{b}	58,622^{b}	54,646^{b}	51,197^{b}
	MAP	60,802	63,753^{a}	62,321^{a}	58,311^{a}	52,879^{a}
	SE	0,167	0,167	0,347	0,255	0,167
	P	**1,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	62,053^{a}	64,702^{a}	62,908^{a}	58,114^{a}	53,416^{a}
	%10 Yağ	59,550^{b}	61,794^{b}	58,035^{b}	54,843^{b}	50,660^{b}
	SE	0,167	0,167	0,347	0,255	0,167
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Uygulama × Paketleme		1,000	0,985	0,787	0,075	**0,013**
Uygulama × Yağlılık		**0,000**	0,090	0,862	0,058	0,284
Paketleme × Yağlılık		1,000	0,717	0,079	0,532	0,350
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	0,997	0,876	0,932	0,500

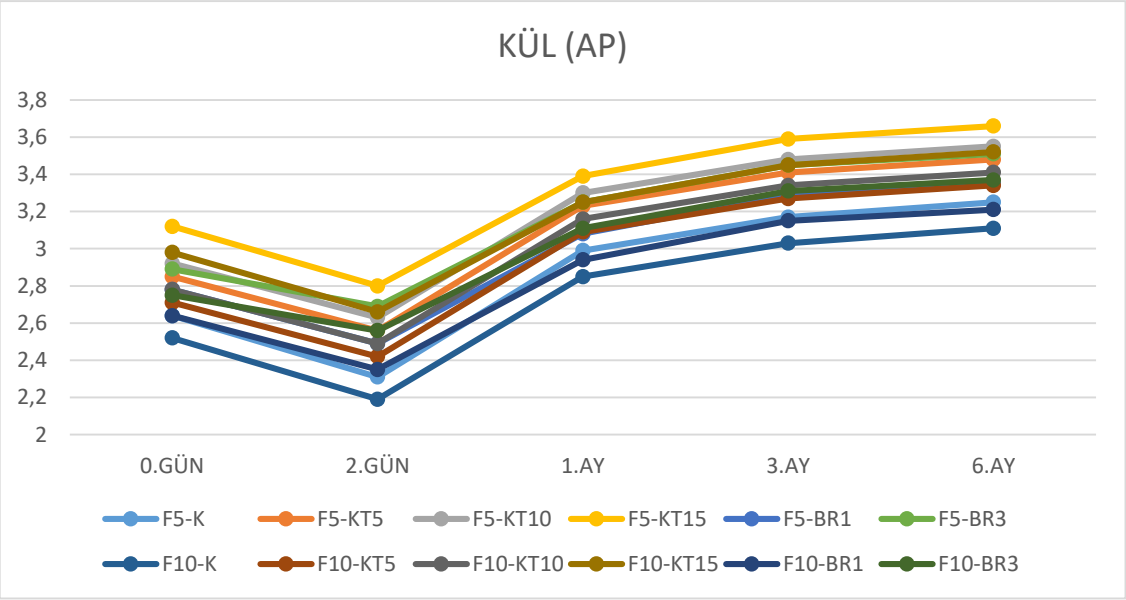
K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi
AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).
NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.
SE: Standart hata

4.2.4. Kül Miktarı Değerlerine Ait Analiz Bulguları

Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kül miktarı düzeylerindeki değişimler (%) Tablo 4-32, 4-33, 4-34 ve Şekil 4-21, 4-22'de gösterilmiştir.

Tablo 4-32: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kül miktarı değerlerindeki değişimler (%)

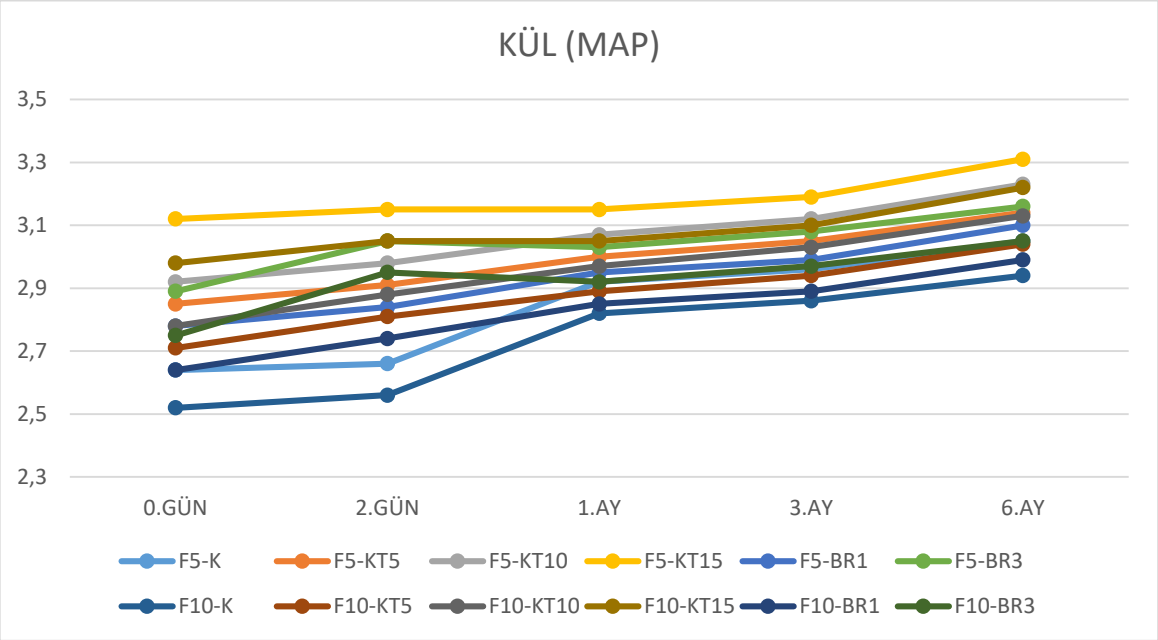
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	2,64	2,31	2,99	3,17	3,25
F5-KT5	2,85	2,56	3,23	3,41	3,48
F5-KT10	2,92	2,63	3,3	3,48	3,55
F5-KT15	3,12	2,8	3,39	3,59	3,66
F5-BR1	2,78	2,49	3,08	3,29	3,35
F5-BR3	2,89	2,69	3,25	3,45	3,51
F10-K	2,52	2,19	2,85	3,03	3,11
F10-KT5	2,71	2,42	3,09	3,27	3,34
F10-KT10	2,78	2,49	3,16	3,34	3,41
F10-KT15	2,98	2,66	3,25	3,45	3,52
F10-BR1	2,64	2,35	2,94	3,15	3,21
F10-BR3	2,75	2,56	3,11	3,31	3,37



Şekil 4-21: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kül miktarı değerlerindeki değişimler (%)

Tablo 4-33: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kül miktarı değerlerindeki değişimler (%)

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	2,64	2,66	2,92	2,96	3,05
F5-KT5	2,85	2,91	3	3,05	3,14
F5-KT10	2,92	2,98	3,07	3,12	3,23
F5-KT15	3,12	3,15	3,15	3,19	3,31
F5-BR1	2,78	2,84	2,95	2,99	3,1
F5-BR3	2,89	3,05	3,03	3,08	3,16
F10-K	2,52	2,56	2,82	2,86	2,94
F10-KT5	2,71	2,81	2,89	2,94	3,04
F10-KT10	2,78	2,88	2,97	3,03	3,13
F10-KT15	2,98	3,05	3,05	3,1	3,22
F10-BR1	2,64	2,74	2,85	2,89	2,99
F10-BR3	2,75	2,95	2,92	2,97	3,05



Şekil 4-22: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kül miktarı değerlerindeki değişimler (%)

Tablo 4-34: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kül miktarı (%) değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	2,580^{c}	2,430^{c}	2,895	3,005	3,088^{c}
	KT5	2,780^{b}	2,675^{abc}	3,053	3,168	3,250^{abc}
	KT10	2,850^{b}	2,745^{ab}	3,125	3,243	3,330^{ab}
	KT15	3,050^{a}	2,915^{a}	3,210	3,333	3,428^{a}
	BR1	2,710^{bc}	2,605^{bc}	2,955	3,080	3,163^{bc}
	BR3	2,820^{b}	2,813^{ab}	3,078	3,203	3,273^{ab}
	SE	0,058	0,087	0,115	0,144	0,058
	P	**0,000**	**0,005**	0,443	0,661	**0,002**
Paketleme	AP	2,798	2,513^{b}	3,137	3,328^{a}	3,397^{a}
	MAP	2,798	2,882^{a}	2,968	3,015^{b}	3,113^{b}
	SE	0,033	0,050	0,067	0,083	0,033
	P	1,000	**0,000**	0,081	**0,011**	**0,000**
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	2,867^{a}	2,756	3,113	3,232	3,316^{a}
	%10 Yağ	2,730^{b}	2,638	2,992	3,112	3,194^{b}
	SE	0,033	0,050	0,067	0,083	0,033
	P	**0,006**	0,103	0,203	0,314	**0,013**
Uygulama × Paketleme		1,000	1,000	0,993	0,998	0,927
Uygulama × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Paketleme × Yağlılık		1,000	0,806	0,847	0,866	0,699
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

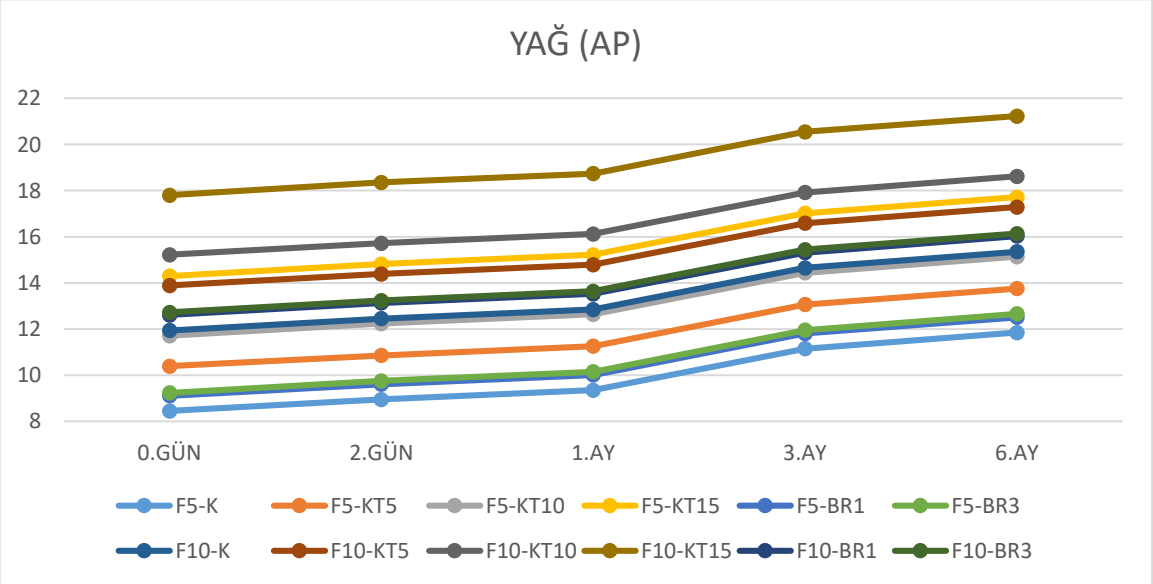
K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi
AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).
NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.
SE: Standart hata

4.2.5. Yağ Miktarı Değerlerine Ait Analiz Bulguları

Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yağ miktarı değerlerindeki değişimler (%) Tablo 4-35, 4-36, 4-37 ve Şekil 4-23, 4-24'de gösterilmiştir.

Tablo 4-35: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yağ miktarı değerlerindeki değişimler (%)

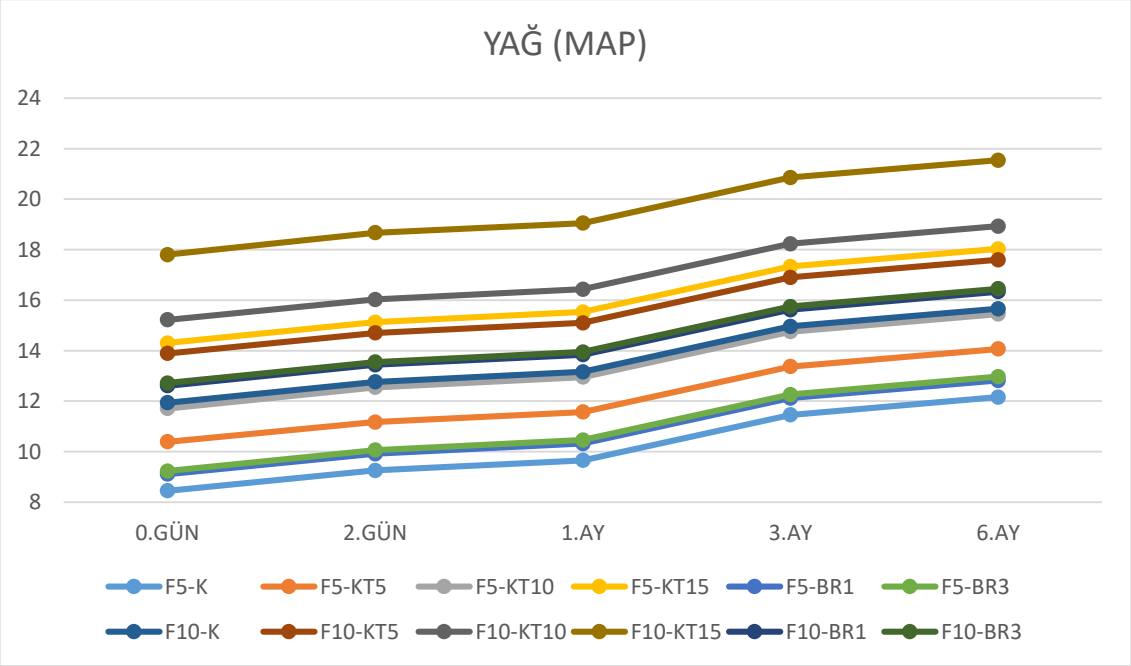
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	8,45	8,95	9,35	11,15	11,85
F5-KT5	10,39	10,86	11,26	13,06	13,76
F5-KT10	11,71	12,24	12,64	14,44	15,14
F5-KT15	14,3	14,82	15,22	17,02	17,72
F5-BR1	9,11	9,61	10,01	11,81	12,51
F5-BR3	9,23	9,75	10,15	11,95	12,66
F10-K	11,94	12,45	12,85	14,65	15,35
F10-KT5	13,89	14,39	14,79	16,59	17,29
F10-KT10	15,22	15,72	16,12	17,92	18,62
F10-KT15	17,8	18,36	18,74	20,55	21,23
F10-BR1	12,61	13,13	13,53	15,31	16,03
F10-BR3	12,72	13,24	13,64	15,44	16,14



Şekil 4-23: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yağ miktarı değerlerindeki değişimler (%)

Tablo 4-36: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yağ miktarı değerlerindeki değişimler (%)

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	8,45	9,26	9,66	11,46	12,16
F5-KT5	10,39	11,17	11,57	13,37	14,07
F5-KT10	11,71	12,55	12,95	14,75	15,45
F5-KT15	14,3	15,13	15,53	17,33	18,03
F5-BR1	9,11	9,92	10,32	12,12	12,82
F5-BR3	9,23	10,06	10,46	12,26	12,97
F10-K	11,94	12,76	13,16	14,96	15,66
F10-KT5	13,89	14,7	15,1	16,9	17,6
F10-KT10	15,22	16,03	16,43	18,23	18,93
F10-KT15	17,8	18,67	19,05	20,86	21,54
F10-BR1	12,61	13,44	13,84	15,62	16,34
F10-BR3	12,72	13,55	13,95	15,75	16,45



Şekil 4-24: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yağ miktarı değerlerindeki değişimler (%)

Tablo 4-37: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yağ miktarı (%) değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	10,195^{e}	10,855^{e}	11,255^{e}	13,055^{e}	13,755^{e}
	KT5	12,140^{c}	12,780^{c}	13,180^{c}	14,980^{c}	15,680^{c}
	KT10	13,465^{b}	14,135^{b}	14,535^{b}	16,335^{b}	17,035^{b}
	KT15	16,050^{a}	16,745^{a}	17,135^{a}	18,940^{a}	19,630^{a}
	BR1	10,860^{d}	11,525^{d}	11,925^{d}	13,715^{d}	14,425^{d}
	BR3	10,975^{d}	11,650^{d}	12,050^{d}	13,850^{d}	14,555^{d}
	SE	0,058	0,087	0,115	0,144	0,058
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	12,281	12,793^{b}	13,192^{b}	14,991^{b}	15,692^{b}
	MAP	12,281	13,103^{a}	13,502^{a}	15,301^{a}	16,002^{a}
	SE	0,033	0,050	0,067	0,083	0,033
	P	1,000	**0,000**	**0,002**	**0,011**	**0,000**
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	10,532^{b}	11,193^{b}	11,593^{b}	13,393^{b}	14,095^{b}
	%10 Yağ	14,030^{a}	14,703^{a}	15,100^{a}	16,898^{a}	17,598^{a}
	SE	0,033	0,050	0,067	0,083	0,033
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Uygulama × Paketleme		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Uygulama × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	0,999
Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

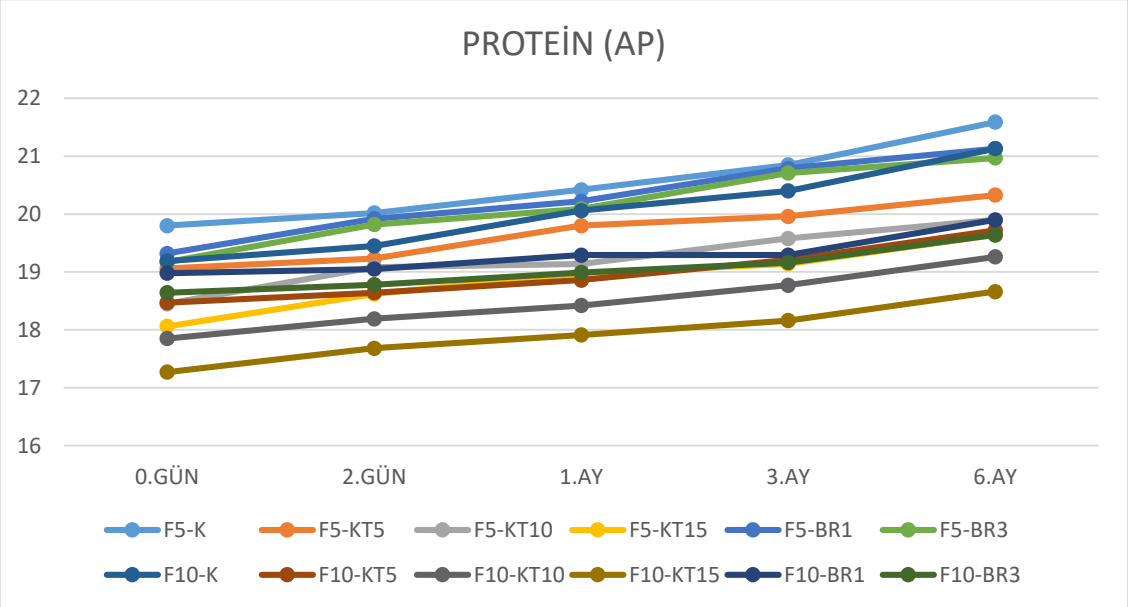
K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi
AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).
NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.
SE: Standart hata

4.2.6. Protein Miktarı Değerlerine Ait Analiz Bulguları

Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca protein miktarı değerlerindeki değişimler (%) Tablo 4-38, 4-39, 4-40 ve Şekil 4-25, 4-26'de gösterilmiştir.

Tablo 4-38: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca protein miktarı değerlerindeki değişimler (%)

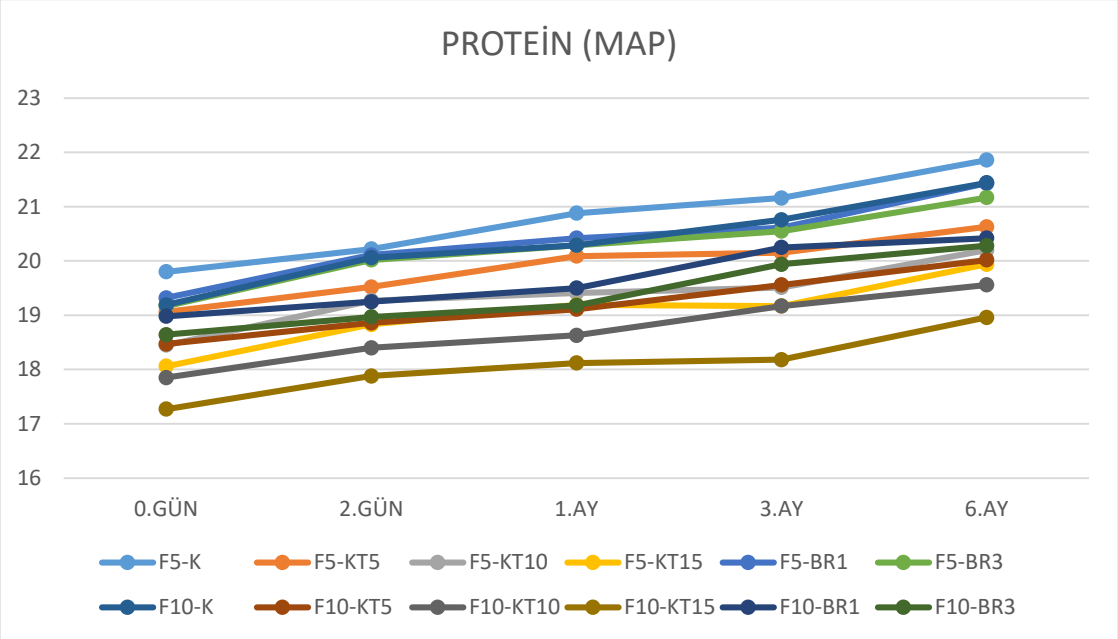
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	19,8	20,02	20,42	20,85	21,59
F5-KT5	19,06	19,23	19,8	19,96	20,33
F5-KT10	18,45	19,08	19,14	19,58	19,9
F5-KT15	18,06	18,62	18,98	19,14	19,64
F5-BR1	19,32	19,92	20,22	20,79	21,13
F5-BR3	19,17	19,82	20,09	20,71	20,97
F10-K	19,19	19,45	20,06	20,4	21,13
F10-KT5	18,47	18,64	18,86	19,21	19,72
F10-KT10	17,85	18,19	18,42	18,77	19,26
F10-KT15	17,27	17,68	17,91	18,16	18,66
F10-BR1	18,98	19,05	19,29	19,29	19,9
F10-BR3	18,64	18,78	18,99	19,16	19,64



Şekil 4-25: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca protein miktarı değerlerindeki değişimler (%)

Tablo 4-39: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca protein miktarı değerlerindeki değişimler (%)

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	19,8	20,22	20,88	21,16	21,86
F5-KT5	19,06	19,52	20,09	20,15	20,63
F5-KT10	18,45	19,27	19,41	19,51	20,2
F5-KT15	18,06	18,83	19,19	19,17	19,94
F5-BR1	19,32	20,11	20,42	20,61	21,43
F5-BR3	19,17	20,02	20,29	20,55	21,17
F10-K	19,19	20,06	20,29	20,76	21,44
F10-KT5	18,47	18,86	19,11	19,56	20,02
F10-KT10	17,85	18,4	18,63	19,17	19,56
F10-KT15	17,27	17,88	18,12	18,18	18,96
F10-BR1	18,98	19,25	19,5	20,25	20,42
F10-BR3	18,64	18,97	19,18	19,94	20,28



Şekil 4-26: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca protein miktarı değerlerindeki değişimler (%)

Tablo 4-40: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca protein miktarı (%) değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	19,495^{a}	19,938^{a}	20,413^{a}	20,793^{a}	21,505^{a}
	KT5	18,765^{c}	19,063^{c}	19,465^{c}	19,720^{c}	20,175^{d}
	KT10	18,150^{d}	18,735^{d}	18,900^{d}	19,258^{d}	19,730^{e}
	KT15	17,665^{e}	18,253^{e}	18,550^{e}	18,663^{e}	19,300^{f}
	BR1	19,150^{b}	19,583^{b}	19,858^{b}	20,235^{b}	20,720^{b}
	BR3	18,905^{c}	19,398^{b}	19,638^{bc}	20,090^{bc}	20,515^{c}
	SE	0,058	0,087	0,115	0,144	0,058
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	18,688	19,040^{b}	19,348^{b}	19,668^{b}	20,156^{b}
	MAP	18,688	19,283^{a}	19,593^{a}	19,918^{a}	20,493^{a}
	SE	0,033	0,050	0,067	0,083	0,033
	P	1,000	**0,001**	**0,013**	**0,040**	**0,000**
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	18,977^{a}	19,555^{a}	19,911^{a}	20,182^{a}	20,733^{a}
	%10 Yağ	18,400^{b}	18,768^{b}	19,030^{b}	19,404^{b}	19,916^{b}
	SE	0,033	0,050	0,067	0,083	0,033
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Uygulama × Paketleme		1,000	0,948	0,997	0,955	0,923
Uygulama × Yağlılık		0,183	0,085	0,408	0,553	**0,000**
Paketleme × Yağlılık		1,000	0,682	0,772	0,058	0,222
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	0,935	0,999	0,624	0,695

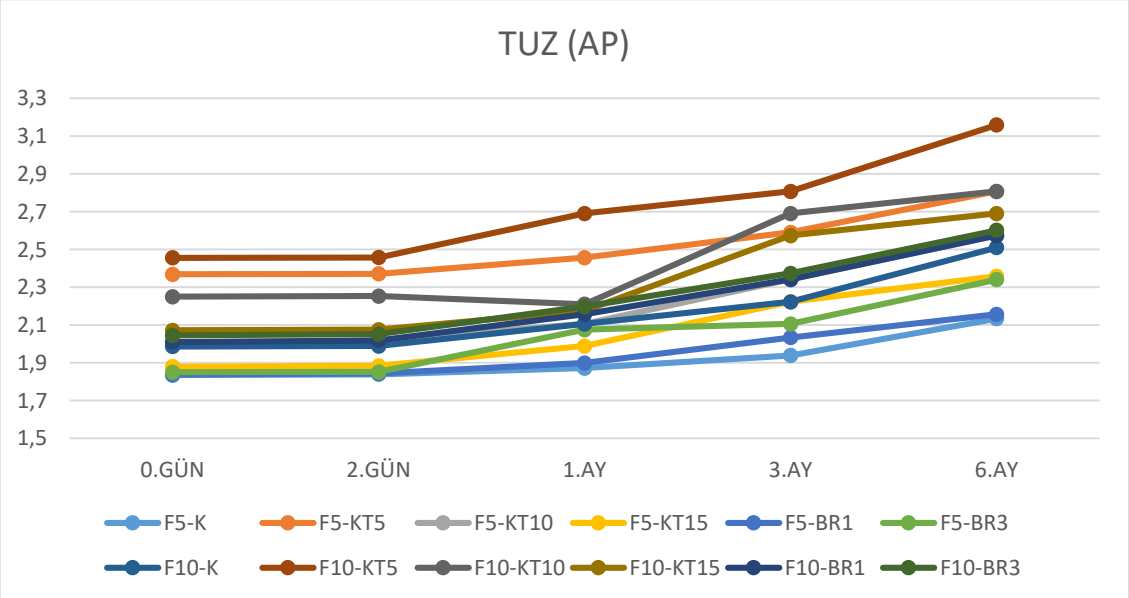
K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi
AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).
NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.
SE: Standart hata

4.2.7. Tuz Miktarı Değerlerine Ait Analiz Bulguları

Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca tuz miktarı değerlerindeki değişimler (%) Tablo 4-41, 4-42, 4-43 ve Şekil 4-27, 4-28'de gösterilmiştir.

Tablo 4-41: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca tuz miktarı değerlerindeki değişimler (%)

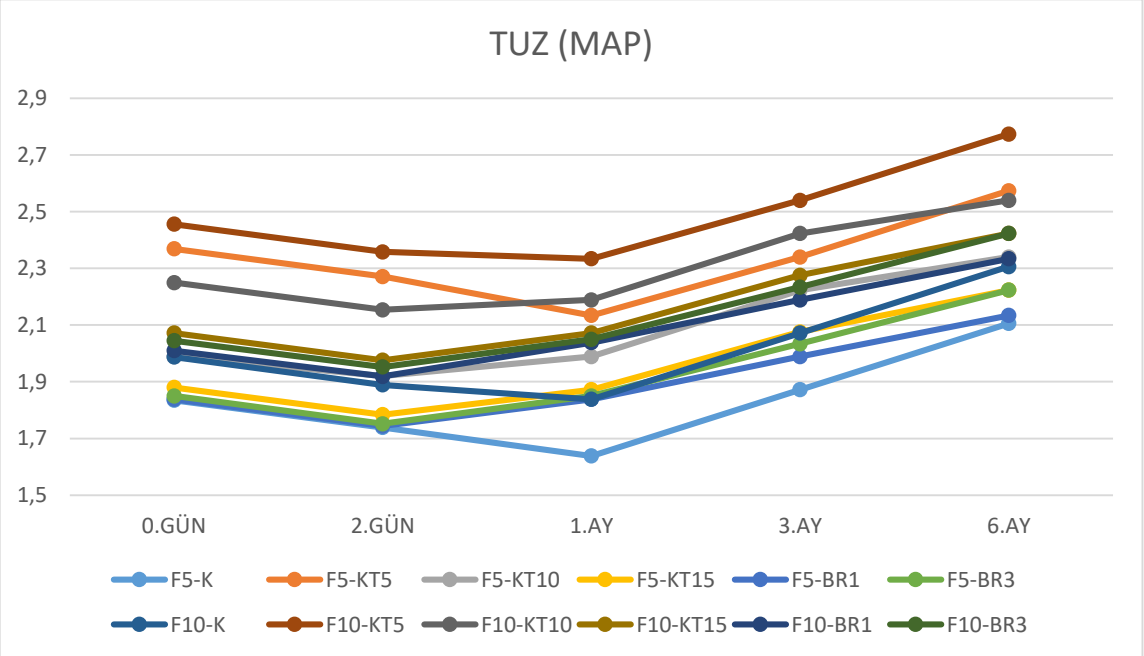
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	1,835	1,839	1,872	1,939	2,134
F5-KT5	2,369	2,371	2,457	2,591	2,808
F5-KT10	1,989	2,02	2,106	2,342	2,574
F5-KT15	1,88	1,884	1,989	2,223	2,359
F5-BR1	1,838	1,844	1,899	2,034	2,157
F5-BR3	1,85	1,852	2,076	2,106	2,341
F10-K	1,987	1,989	2,106	2,223	2,51
F10-KT5	2,456	2,458	2,691	2,808	3,159
F10-KT10	2,25	2,254	2,21	2,691	2,808
F10-KT15	2,072	2,076	2,176	2,574	2,691
F10-BR1	2,01	2,019	2,158	2,342	2,574
F10-BR3	2,045	2,052	2,198	2,374	2,602



Şekil 4-27: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca tuz miktarı değerlerindeki değişimler (%)

Tablo 4-42: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca tuz miktarı değerlerindeki değişimler (%)

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	1,835	1,739	1,638	1,872	2,106
F5-KT5	2,369	2,271	2,134	2,34	2,574
F5-KT10	1,989	1,92	1,989	2,223	2,34
F5-KT15	1,88	1,784	1,872	2,076	2,223
F5-BR1	1,838	1,744	1,838	1,989	2,134
F5-BR3	1,85	1,752	1,85	2,034	2,223
F10-K	1,987	1,889	1,838	2,072	2,306
F10-KT5	2,456	2,358	2,334	2,54	2,774
F10-KT10	2,25	2,154	2,189	2,423	2,54
F10-KT15	2,072	1,976	2,072	2,276	2,423
F10-BR1	2,01	1,919	2,038	2,189	2,334
F10-BR3	2,045	1,952	2,05	2,234	2,423



Şekil 4-28: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca tuz miktarı değerlerindeki değişimler (%)

Tablo 4-43: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca tuz miktarı (%) değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	**2.gün**	**1.ay**	**3.ay**	**6.ay**
Uygulama	**K**	1,911^{e}	1,864^{e}	1,864^{e}	2,027^{f}	2,264^{f}
	KT5	2,413^{a}	2,365^{a}	2,404^{a}	2,570^{a}	2,829^{a}
	KT10	2,120^{b}	2,087^{b}	2,124^{b}	2,420^{b}	2,566^{b}
	KT15	1,976^{c}	1,930^{c}	2,027^{c}	2,287^{c}	2,424^{c}
	BR1	1,924^{de}	1,882^{de}	1,983^{d}	2,139^{e}	2,300^{e}
	BR3	1,948^{d}	1,902^{d}	2,044^{c}	2,187^{d}	2,397^{d}
	SE	0,006	0,006	0,009	0,009	0,009
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	**AP**	2,048	2,055^{a}	2,162^{a}	2,354^{a}	2,560^{a}
	MAP	2,048	1,955^{b}	1,987^{b}	2,189^{b}	2,367^{b}
	SE	0,003	0,003	0,005	0,005	0,005
	P	1,000	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Hayvansal yağ oranı	**%5 Yağ**	1,960^{b}	1,918^{b}	1,977^{b}	2,147^{b}	2,331^{b}
	%10 Yağ	2,137^{a}	2,091^{a}	2,172^{a}	2,396^{a}	2,595^{a}
	SE	0,003	0,003	0,005	0,005	0,005
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Uygulama × Paketleme		1,000	1,000	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Uygulama × Yağlılık		**0,000**	**0,000**	**0,014**	0,088	**0,006**
Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	0,497	**0,000**	**0,000**
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	**0,014**	0,088	**0,006**

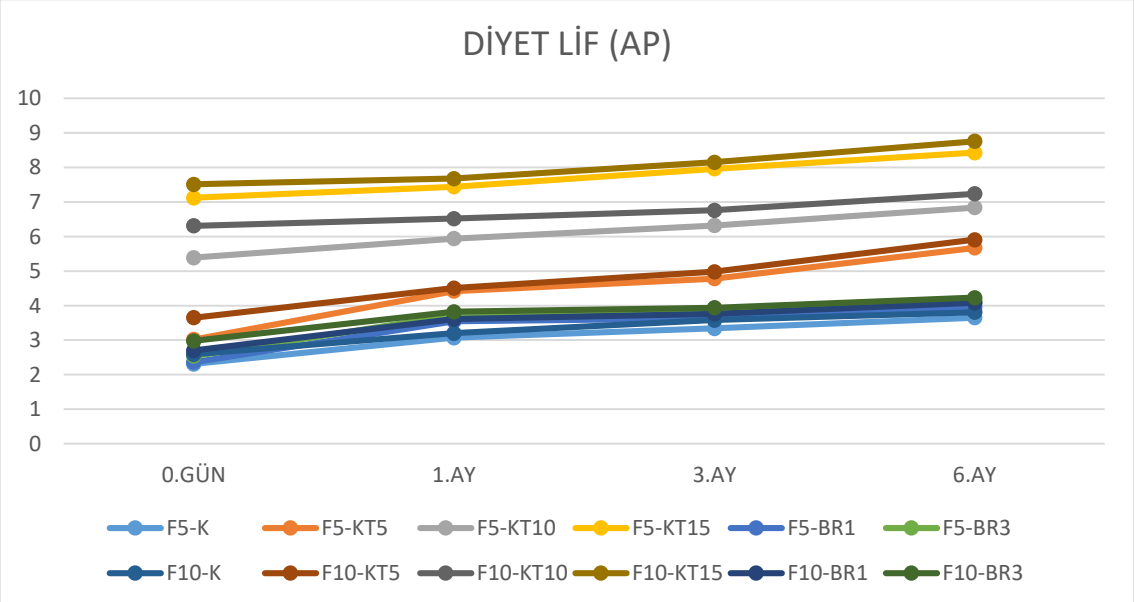
K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi
AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).
NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.
SE: Standart hata

4.2.8. Diyet Lif Miktarı Değerlerine Ait Analiz Bulguları

Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca diyet lif miktarı değerlerindeki değişimler (%) Tablo 4-44, 4-45, 4-46 ve Şekil 4-29, 4-30'de gösterilmiştir.

Tablo 4-44: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca diyet lif miktarı değerlerindeki değişimler (%)

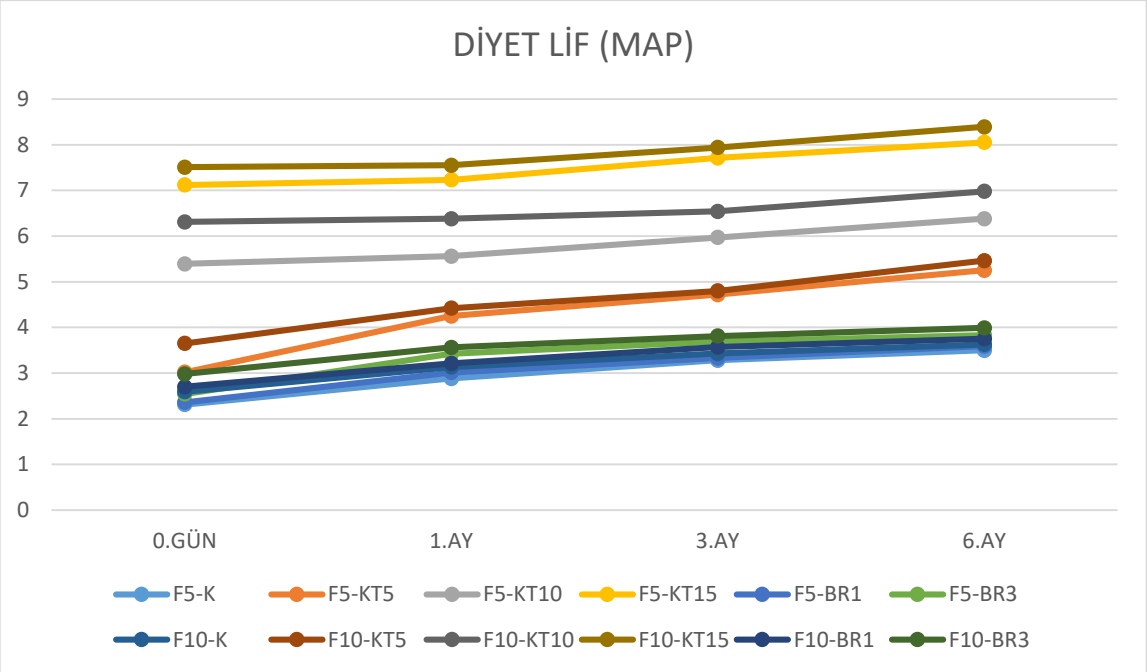
GRUP	Muhafaza süresi			
	0.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	2,31	3,07	3,34	3,65
F5-KT5	3,02	4,42	4,78	5,67
F5-KT10	5,39	5,94	6,32	6,84
F5-KT15	7,12	7,44	7,96	8,43
F5-BR1	2,36	3,55	3,63	3,95
F5-BR3	2,54	3,72	3,86	4,12
F10-K	2,59	3,2	3,58	3,81
F10-KT5	3,65	4,51	4,98	5,91
F10-KT10	6,31	6,52	6,76	7,24
F10-KT15	7,51	7,68	8,15	8,76
F10-BR1	2,7	3,61	3,76	4,08
F10-BR3	2,98	3,82	3,94	4,23



Şekil 4-29: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca diyet lif miktarı değerlerindeki değişimler (%)

Tablo 4-45: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca diyet lif miktarı değerlerindeki değişimler (%)

GRUP	Muhafaza süresi			
	0.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	2,31	3,07	3,34	3,65
F5-KT5	3,02	4,42	4,78	5,67
F5-KT10	5,39	5,94	6,32	6,84
F5-KT15	7,12	7,44	7,96	8,43
F5-BR1	2,36	3,55	3,63	3,95
F5-BR3	2,54	3,72	3,86	4,12
F10-K	2,59	3,2	3,58	3,81
F10-KT5	3,65	4,51	4,98	5,91
F10-KT10	6,31	6,52	6,76	7,24
F10-KT15	7,51	7,68	8,15	8,76
F10-BR1	2,7	3,61	3,76	4,08
F10-BR3	2,98	3,82	3,94	4,23



Şekil 4-30: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca diyet lif miktarı değerlerindeki değişimler (%)

Tablo 4-46: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca diyet lif miktarı (%) değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi			
		0.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	2,450^{e}	3,070^{f}	3,408^{e}	3,648^{f}
	KT5	3,335^{c}	4,400^{c}	4,820^{c}	5,573^{c}
	KT10	5,850^{b}	6,100^{b}	6,398^{b}	6,860^{b}
	KT15	7,315^{a}	7,475^{a}	7,940^{a}	8,408^{a}
	BR1	2,530^{e}	3,345^{e}	3,573^{e}	3,843^{e}
	BR3	2,760^{d}	3,630^{d}	3,825^{d}	4,043^{d}
	SE	0,029	0,058	0,087	0,058
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	4,040	4,790^{a}	5,088^{a}	5,558^{a}
	MAP	4,040	4,550^{b}	4,899^{b}	5,233^{b}
	SE	0,017	0,033	0,050	0,033
	P	1,000	**0,000**	**0,010**	**0,000**
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	3,790^{b}	4,541^{b}	4,883^{b}	5,272^{b}
	%10 Yağ	4,290^{a}	4,799^{a}	5,105^{a}	5,519^{a}
	SE	0,017	0,033	0,050	0,033
	P	**0,000**	**0,000**	**0,003**	**0,000**
Uygulama × Paketleme		1,000	0,297	0,968	0,640
Uygulama × Yağlılık		**0,000**	**0,006**	0,631	0,183
Paketleme × Yağlılık		1,000	0,222	0,897	0,686
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	0,993	0,994	0,983

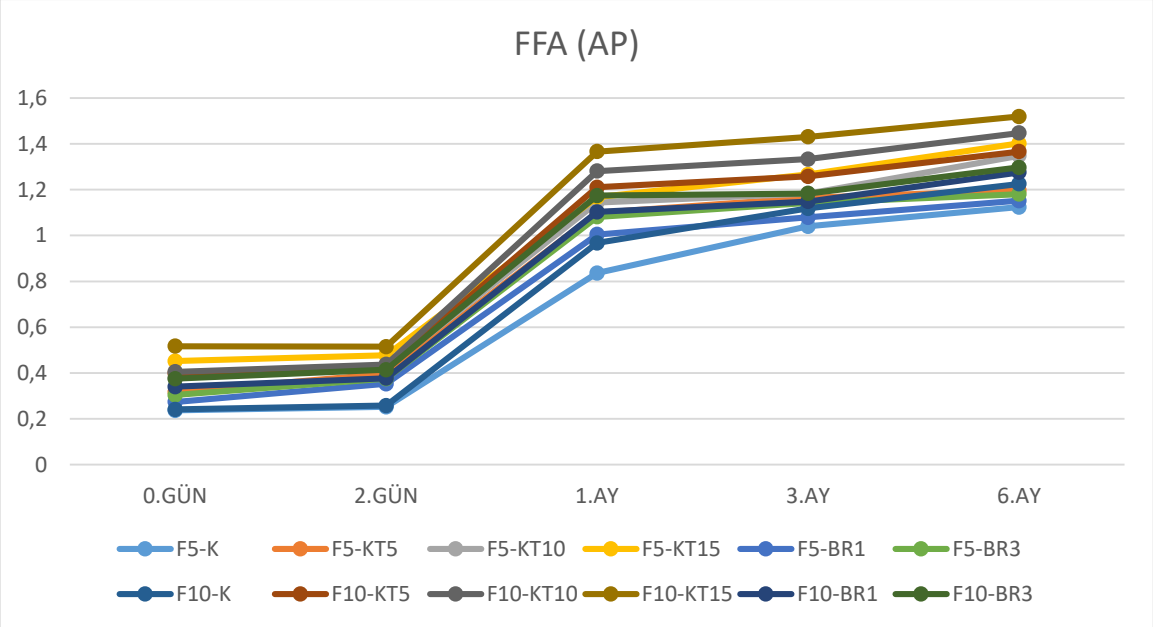
K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi
AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).
NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.
SE: Standart hata

4.2.9. Serbest Yağ Asitleri (FFA) Miktarı Değerlerine Ait Analiz Bulguları

Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca serbest yağ asitleri (FFA) miktarı değerlerindeki değişimler (%) Tablo 4-47, 4-48, 4-49 ve Şekil 4-31, 4-32'de gösterilmiştir.

Tablo 4-47: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca serbest yağ asitleri (FFA) miktarı değerlerindeki değişimler (%)

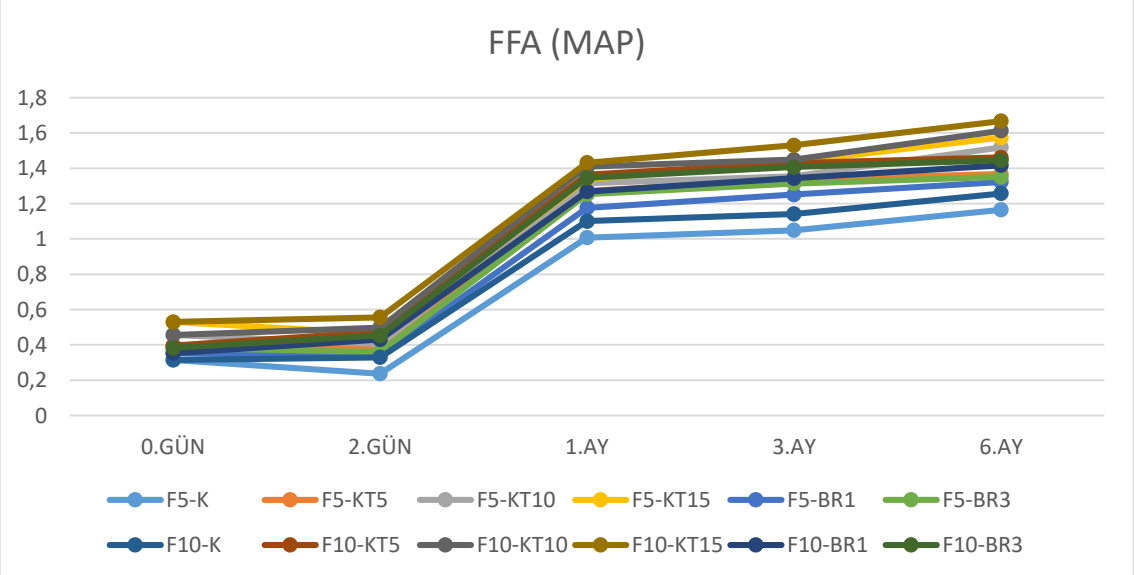
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	0,237	0,252	0,836	1,04	1,124
F5-KT5	0,317	0,396	1,099	1,165	1,197
F5-KT10	0,379	0,42	1,144	1,183	1,348
F5-KT15	0,452	0,478	1,167	1,266	1,402
F5-BR1	0,274	0,353	1,004	1,079	1,152
F5-BR3	0,304	0,375	1,081	1,142	1,18
F10-K	0,241	0,258	0,967	1,118	1,225
F10-KT5	0,398	0,422	1,21	1,258	1,366
F10-KT10	0,405	0,437	1,281	1,333	1,447
F10-KT15	0,517	0,515	1,366	1,43	1,519
F10-BR1	0,34	0,377	1,103	1,148	1,275
F10-BR3	0,375	0,414	1,174	1,183	1,297



Şekil 4-31: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca serbest yağ asitleri (FFA) miktarı değerlerindeki değişimler (%)

Tablo 4-48: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca serbest yağ asitleri (FFA) miktarı değerlerindeki değişimler (%)

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	0,315	0,237	1,008	1,049	1,165
F5-KT5	0,396	0,381	1,271	1,337	1,368
F5-KT10	0,457	0,405	1,316	1,355	1,519
F5-KT15	0,53	0,463	1,338	1,437	1,574
F5-BR1	0,353	0,338	1,176	1,251	1,323
F5-BR3	0,383	0,36	1,253	1,314	1,351
F10-K	0,315	0,33	1,101	1,142	1,258
F10-KT5	0,396	0,474	1,365	1,43	1,462
F10-KT10	0,457	0,498	1,409	1,449	1,613
F10-KT15	0,53	0,556	1,432	1,531	1,667
F10-BR1	0,353	0,431	1,269	1,344	1,417
F10-BR3	0,383	0,454	1,346	1,407	1,445



Şekil 4-32: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca serbest yağ asitleri (FFA) miktarı değerlerindeki değişimler (%)

Tablo 4-49: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca serbest yağ asitleri (FFA) miktarı (%) değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	0,277^{e}	0,269^{e}	0,978^{e}	1,087^{f}	1,193^{f}
	KT5	0,377^{c}	0,418^{bc}	1,236^{c}	1,298^{c}	1,348^{c}
	KT10	0,425^{b}	0,440^{b}	1,288^{b}	1,330^{b}	1,482^{b}
	KT15	0,507^{a}	0,503^{a}	1,326^{a}	1,416^{a}	1,541^{a}
	BR1	0,330^{d}	0,375^{d}	1,138^{d}	1,206^{e}	1,292^{e}
	BR3	0,361^{c}	0,401^{cd}	1,214^{c}	1,262^{d}	1,318^{d}
	SE	0,009	0,010	0,008	0,009	0,009
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	0,353^{b}	0,391^{b}	1,119^{b}	1,195^{b}	1,294^{b}
	MAP	0,406^{a}	0,411^{a}	1,274^{a}	1,337^{a}	1,430^{a}
	SE	0,005	0,006	0,005	0,005	0,005
	P	**0,000**	**0,021**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	0,366^{b}	0,372^{b}	1,141^{b}	1,218^{b}	1,309^{b}
	%10 Yağ	0,393^{a}	0,431^{a}	1,252^{a}	1,314^{a}	1,416^{a}
	SE	0,005	0,006	0,005	0,005	0,005
	P	**0,001**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Uygulama × Paketleme		0,646	0,992	0,253	**0,000**	**0,000**
Uygulama × Yağlılık		0,619	0,991	0,258	0,101	0,790
Paketleme × Yağlılık		**0,001**	**0,000**	**0,014**	0,682	0,076
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		0,619	0,992	0,273	0,114	0,800

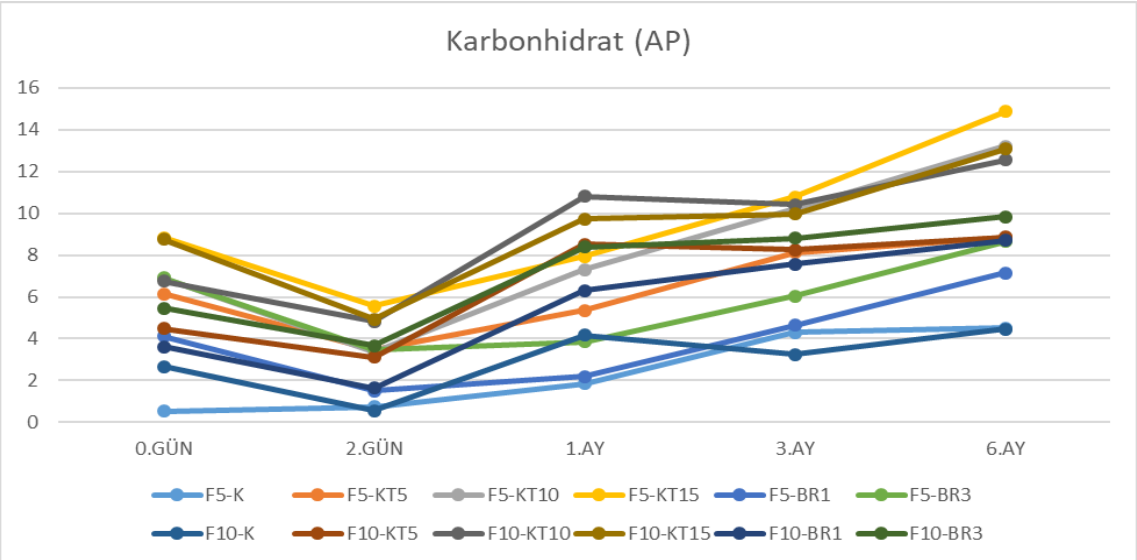
K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi
AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).
NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.
SE: Standart hata

4.2.10. Karbonhidrat Miktarı Değerlerine Ait Analiz Bulguları

Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca karbonhidrat miktarı değerlerindeki değişimler (%) Tablo 4-50, 4-51, 4-52 ve Şekil 4-33, 4-34'de gösterilmiştir.

Tablo 4-50: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca karbonhidrat değerlerindeki değişimler (%)

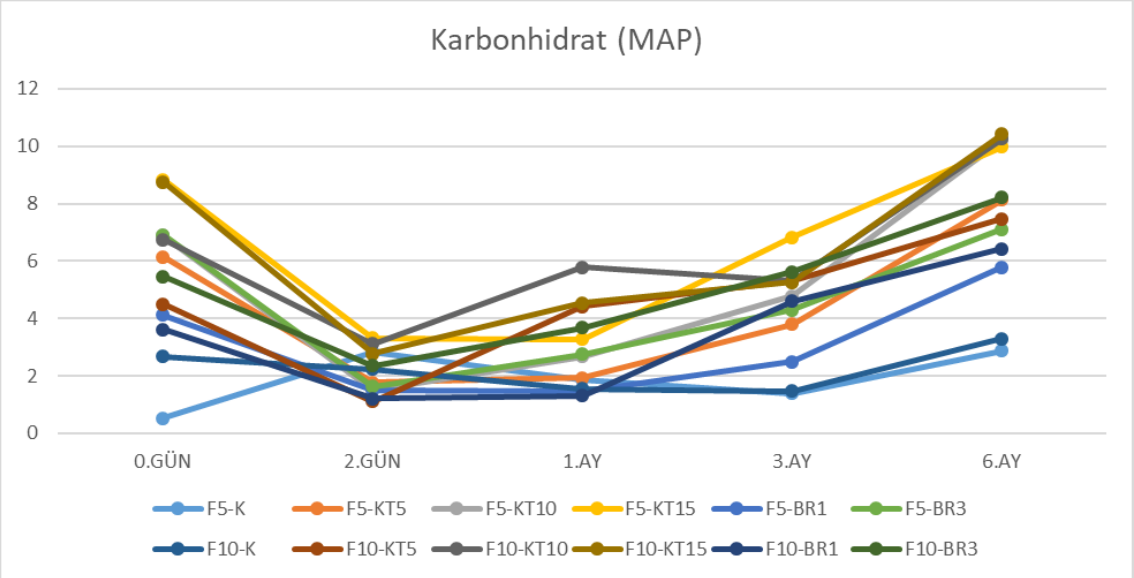
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	0,52	0,74	1,84	4,31	4,5
F5-KT5	6,15	3,49	5,36	8,13	8,83
F5-KT10	6,89	3,38	7,31	10,23	13,21
F5-KT15	8,84	5,56	7,94	10,79	14,87
F5-BR1	4,12	1,51	2,2	4,65	7,15
F5-BR3	6,91	3,48	3,84	6,03	8,66
F10-K	2,67	0,55	4,17	3,25	4,46
F10-KT5	4,49	3,12	8,52	8,25	8,85
F10-KT10	6,75	4,84	10,82	10,41	12,56
F10-KT15	8,75	4,93	9,73	9,96	13,08
F10-BR1	3,62	1,65	6,3	7,58	8,71
F10-BR3	5,46	3,67	8,39	8,81	9,83



Şekil 4-33: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca karbonhidrat değerlerindeki değişimler (%)

Tablo 4-51: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca karbonhidrat değerlerindeki değişimler (%)

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	0,52	2,83	1,86	1,38	2,87
F5-KT5	6,15	1,77	1,93	3,8	8,13
F5-KT10	6,89	1,48	2,67	4,77	10,22
F5-KT15	8,84	3,31	3,27	6,82	9,97
F5-BR1	4,12	1,51	1,45	2,5	5,78
F5-BR3	6,91	1,63	2,75	4,3	7,1
F10-K	2,67	2,23	1,54	1,46	3,3
F10-KT5	4,49	1,1	4,42	5,33	7,47
F10-KT10	6,75	3,11	5,79	5,31	10,25
F10-KT15	8,75	2,77	4,54	5,27	10,42
F10-BR1	3,62	1,21	1,3	4,59	6,43
F10-BR3	5,46	2,36	3,68	5,62	8,22



Şekil 4-34: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca karbonhidrat değerlerindeki değişimler (%)

Tablo 4-52: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca karbonhidrat miktarı (%) değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	1,595^{f}	1,588^{e}	2,353^{e}	2,600^{e}	3,783^{e}
	KT5	5,320^{d}	2,370^{d}	5,058^{b}	6,378^{c}	8,320^{c}
	KT10	6,820^{b}	3,203^{b}	6,648^{a}	7,680^{b}	11,560^{b}
	KT15	8,795^{a}	4,143^{a}	6,370^{a}	8,210^{a}	12,085^{a}
	BR1	3,870^{e}	1,470^{e}	2,813^{d}	4,830^{d}	7,018^{d}
	BR3	6,185^{c}	2,785^{c}	4,665^{c}	6,190^{c}	8,453^{c}
	SE	0,058	0,087	0,115	0,144	0,058
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	5,431	3,077^{a}	6,368^{a}	7,700^{a}	9,559^{a}
	MAP	5,431	2,109^{b}	2,933^{b}	4,263^{b}	7,513^{b}
	SE	0,033	0,050	0,067	0,083	0,033
	P	1,000	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	5,572^{a}	2,558	3,535^{b}	5,643^{b}	8,441^{b}
	%10 Yağ	5,290^{b}	2,628	5,767^{a}	6,320^{a}	8,632^{a}
	SE	0,033	0,050	0,067	0,083	0,033
	P	**0,000**	0,321	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Uygulama × Paketleme		**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Uygulama × Yağlılık		1,000	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme × Yağlılık		1,000	0,682	**0,000**	0,938	**0,003**
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	0,294	**0,000**	**0,004**	**0,000**

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

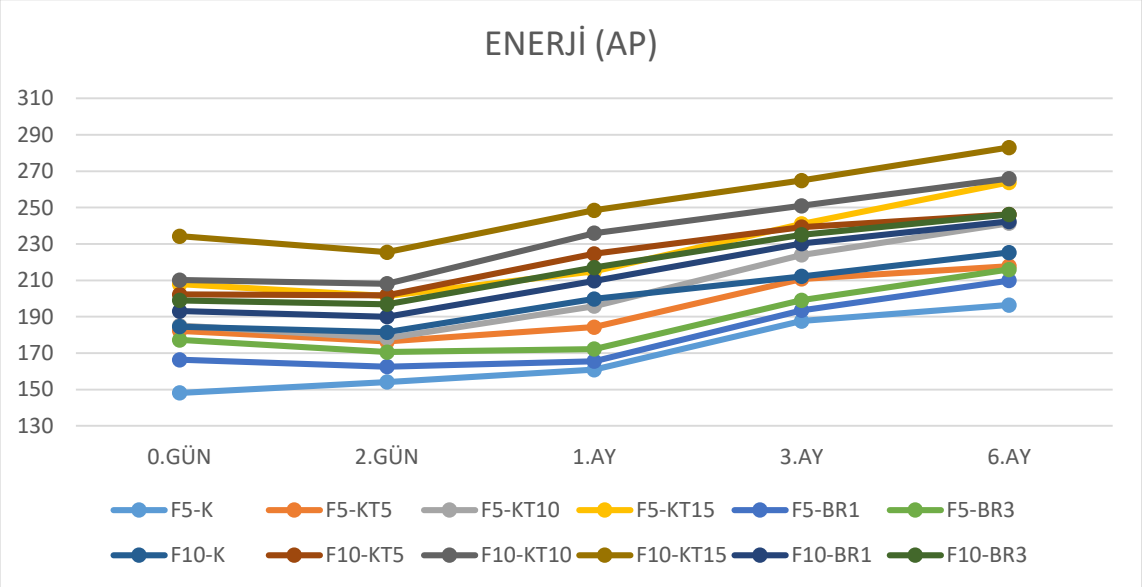
NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir. SE: Standart hata

4.2.11. Enerji Miktarı Değerlerine Ait Analiz Bulguları

Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca enerji değerlerindeki değişimler (%) Tablo 4-53, 4-54, 4-55 ve Şekil 4-35, 4-36'de gösterilmiştir.

Tablo 4-53: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca enerji değerlerindeki değişimler (kcal)

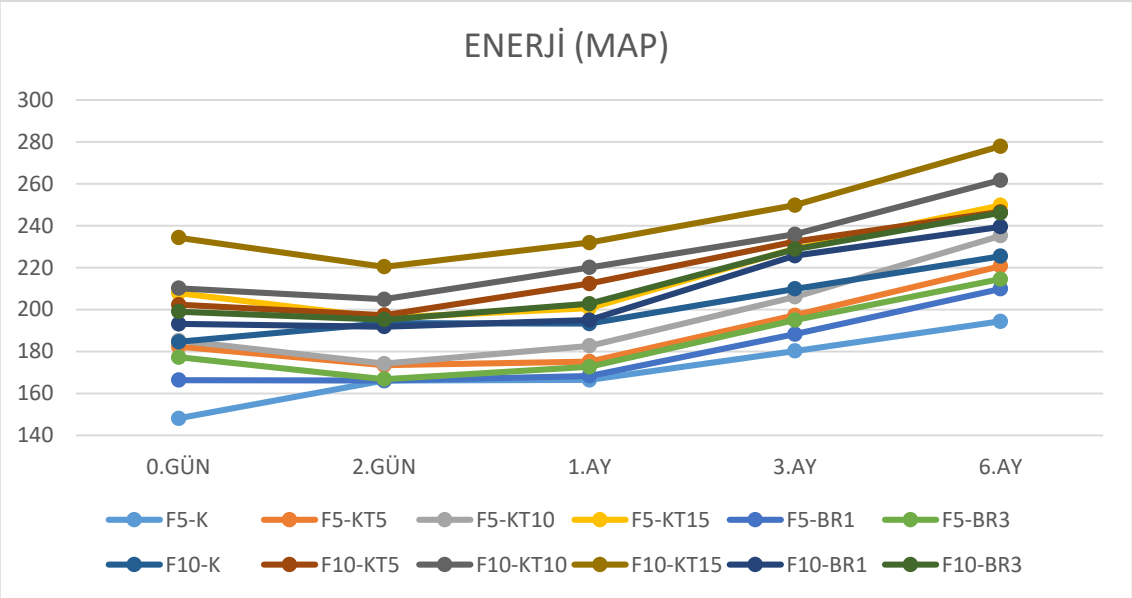
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	148,09	154,15	160,91	187,63	196,41
F5-KT5	182,27	176,34	184,3	210,78	217,8
F5-KT10	185,19	178,24	195,8	223,92	241,34
F5-KT15	207,82	201,42	214,9	241,06	263,8
F5-BR1	166,31	162,57	165,57	193,53	209,91
F5-BR3	177,23	170,59	172,19	199,07	215,98
F10-K	184,54	181,49	199,77	212,13	225,27
F10-KT5	202,25	201,75	224,59	239,23	246,25
F10-KT10	210,14	208,16	235,96	250,96	265,9
F10-KT15	234,24	225,44	248,5	264,83	282,99
F10-BR1	193,09	189,97	209,69	230,23	242,39
F10-BR3	198,96	196,84	217	235,08	246,22



Şekil 4-35: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca enerji değerlerindeki değişimler (kcal)

Tablo 4-54: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca enerji değerlerindeki değişimler (kcal)

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	148,09	166,1	166,38	180,18	194,36
F5-KT5	182,27	173,41	175,21	197,25	220,67
F5-KT10	185,19	174,19	182,63	205,99	235,21
F5-KT15	207,82	196,05	200,69	229,09	249,71
F5-BR1	166,31	166,12	168,32	188,2	209,86
F5-BR3	177,23	166,78	172,62	194,98	214,49
F10-K	184,54	193,44	193,24	209,8	225,38
F10-KT5	202,25	197,34	212,34	232,46	246,52
F10-KT10	210,14	204,87	220,03	235,83	261,69
F10-KT15	234,24	220,39	231,89	249,78	277,82
F10-BR1	193,09	191,8	194,92	225,66	239,46
F10-BR3	198,96	195,15	202,75	228,75	246,09



Şekil 4-36: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca enerji değerlerindeki değişimler (kcal)

Tablo 4-55: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca enerji değerlerindeki değişimler (kcal)

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	166,315^{f}	173,795^{f}	180,075^{f}	197,435^{f}	210,355^{f}
	KT5	192,260^{c}	187,210^{c}	199,110^{c}	219,930^{c}	232,810^{c}
	KT10	197,665^{b}	191,365^{b}	208,605^{b}	229,175^{b}	251,035^{b}
	KT15	221,030^{a}	210,825^{a}	223,995^{a}	246,190^{a}	268,580^{a}
	BR1	179,700^{e}	177,615^{e}	184,625^{e}	209,405^{e}	225,405^{e}
	BR3	188,095^{d}	182,340^{d}	191,140^{d}	214,470^{d}	230,695^{d}
	SE	0,058	0,087	0,115	0,144	0,058
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	190,844	187,247	202,432^{a}	224,038^{a}	237,855^{a}
	MAP	190,844	187,137	193,418^{b}	214,831^{b}	235,105^{b}
	SE	0,033	0,050	0,067	0,083	0,033
	P	1,000	0,126	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	177,818^{b}	173,830^{b}	179,960^{b}	204,307^{b}	222,462^{b}
	%10 Yağ	203,870^{a}	200,553^{a}	215,890^{a}	234,562^{a}	250,498^{a}
	SE	0,033	0,050	0,067	0,083	0,033
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Uygulama × Paketleme		1,000	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Uygulama × Yağlılık		**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**

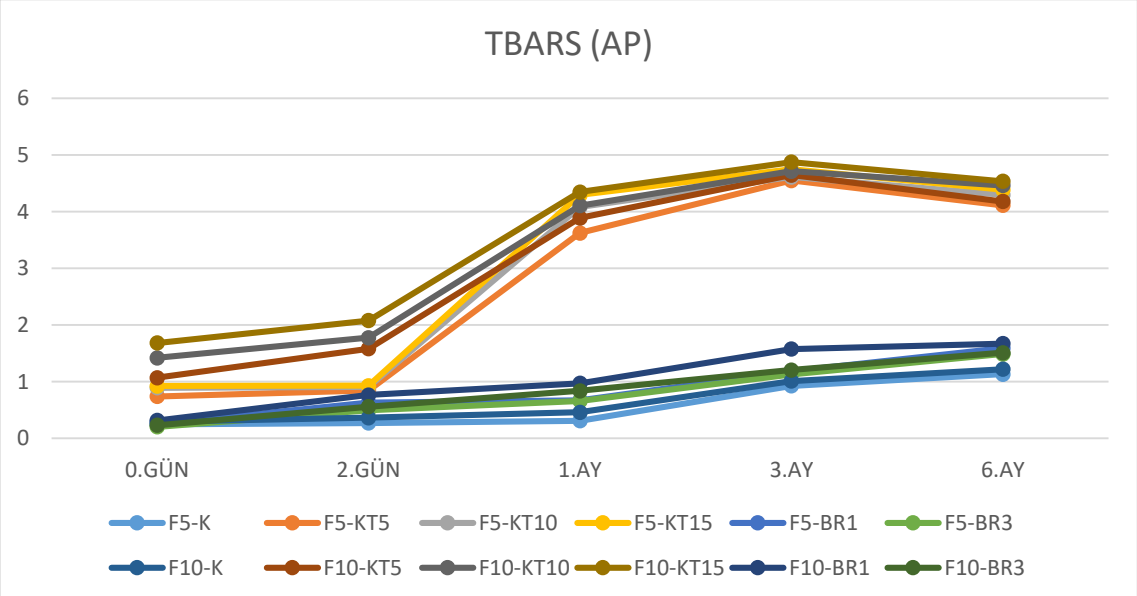
K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi
AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).
NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.
SE: Standart hata

4.2.12. Tiyobarbitürik Asit (TBARS) Değerlerine Ait Analiz Bulguları

Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca lipid oksidasyon düzeylerindeki değişimler Tablo 4-56, 4-57, 4-58 ve Şekil 4-37, 4-38'de gösterilmiştir.

Tablo 4-56: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca TBARS değerlerindeki değişimler (mg MDA/kg)

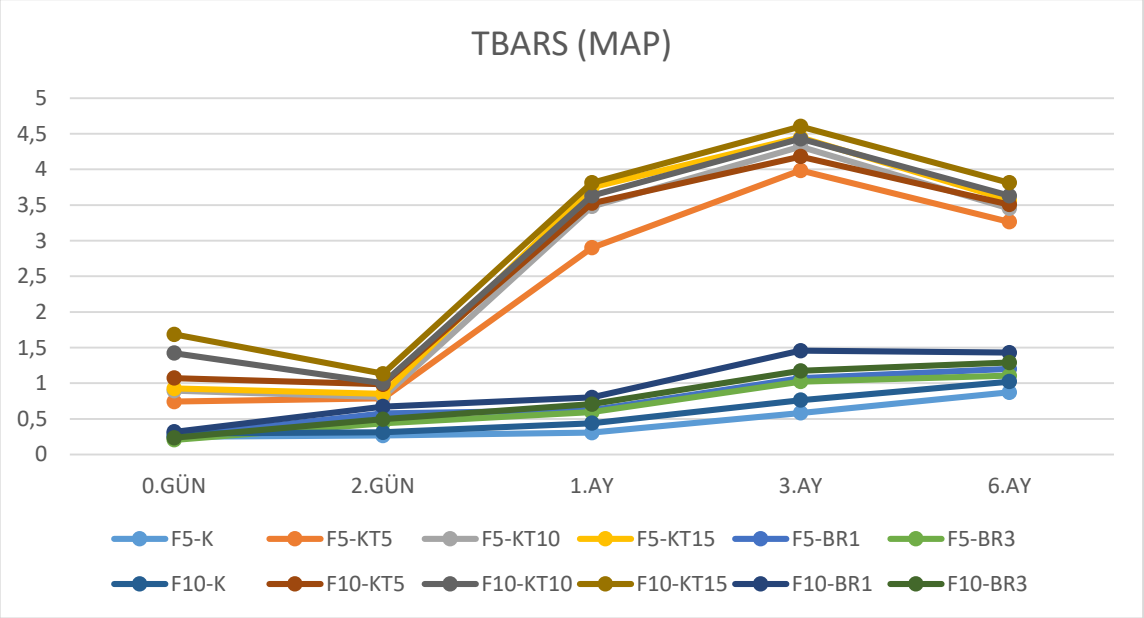
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	0,25	0,272	0,311	0,928	1,133
F5-KT5	0,741	0,849	3,624	4,552	4,113
F5-KT10	0,894	0,909	4,085	4,613	4,297
F5-KT15	0,925	0,931	4,297	4,752	4,386
F5-BR1	0,255	0,633	0,672	1,184	1,595
F5-BR3	0,205	0,494	0,661	1,128	1,489
F10-K	0,294	0,366	0,461	1,011	1,222
F10-KT5	1,072	1,584	3,891	4,647	4,18
F10-KT10	1,423	1,778	4,108	4,714	4,463
F10-KT15	1,684	2,079	4,347	4,875	4,536
F10-BR1	0,316	0,767	0,972	1,578	1,673
F10-BR3	0,233	0,561	0,839	1,206	1,512



Şekil 4-37: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca TBARS değerlerindeki değişimler (mg MDA/kg)

Tablo 4-57: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca TBARS değerlerindeki değişimler (mg MDA/kg)

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	0,25	0,266	0,305	0,583	0,872
F5-KT5	0,741	0,789	2,901	3,985	3,263
F5-KT10	0,894	0,806	3,479	4,319	3,452
F5-KT15	0,925	0,85	3,746	4,447	3,568
F5-BR1	0,255	0,578	0,622	1,072	1,2
F5-BR3	0,205	0,439	0,594	1,022	1,106
F10-K	0,294	0,311	0,439	0,761	1,022
F10-KT5	1,072	0,983	3,524	4,18	3,507
F10-KT10	1,423	1	3,63	4,43	3,63
F10-KT15	1,684	1,133	3,813	4,602	3,813
F10-BR1	0,316	0,672	0,8	1,456	1,428
F10-BR3	0,233	0,494	0,705	1,172	1,289



Şekil 4-38: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca TBARS değerlerindeki değişimler (mg MDA/kg)

Tablo 4-58: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca tiyobarbitürik asit (TBARS) değerlerindeki değişimler (mg MDA/kg)

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	0,272^{d}	0,304^{e}	0,379^{e}	0,821^{f}	1,063^{d}
	KT5	0,907^{c}	1,051^{b}	3,485^{c}	4,341^{c}	3,766^{b}
	KT10	1,159^{b}	1,123^{ab}	3,826^{b}	4,519^{b}	3,960^{a}
	KT15	1,305^{a}	1,248^{a}	4,051^{a}	4,669^{a}	4,076^{a}
	BR1	0,286^{d}	0,662^{c}	0,767^{d}	1,323^{d}	1,474^{c}
	BR3	0,219^{d}	0,497^{d}	0,700^{d}	1,132^{e}	1,349^{c}
	SE	0,048	0,048	0,042	0,042	0,042
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	0,691	0,935^{a}	2,356^{a}	2,932^{a}	2,883^{a}
	MAP	0,691	0,693^{b}	2,047^{b}	2,669^{b}	2,346^{b}
	SE	0,028	0,028	0,022	0,022	0,022
	P	0,999	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	0,545^{b}	0,651^{b}	2,108^{b}	2,715^{b}	2,539^{b}
	%10 Yağ	0,837^{a}	0,977^{a}	2,294^{a}	2,886^{a}	2,690^{a}
	SE	0,028	0,028	0,022	0,022	0,022
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Uygulama × Paketleme		1,000	**0,001**	**0,000**	**0,032**	**0,000**
Uygulama × Yağlılık		**0,000**	**0,000**	0,078	0,303	0,986
Paketleme × Yağlılık		0,999	**0,000**	0,538	0,531	0,174
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	**0,006**	0,561	0,998	0,989

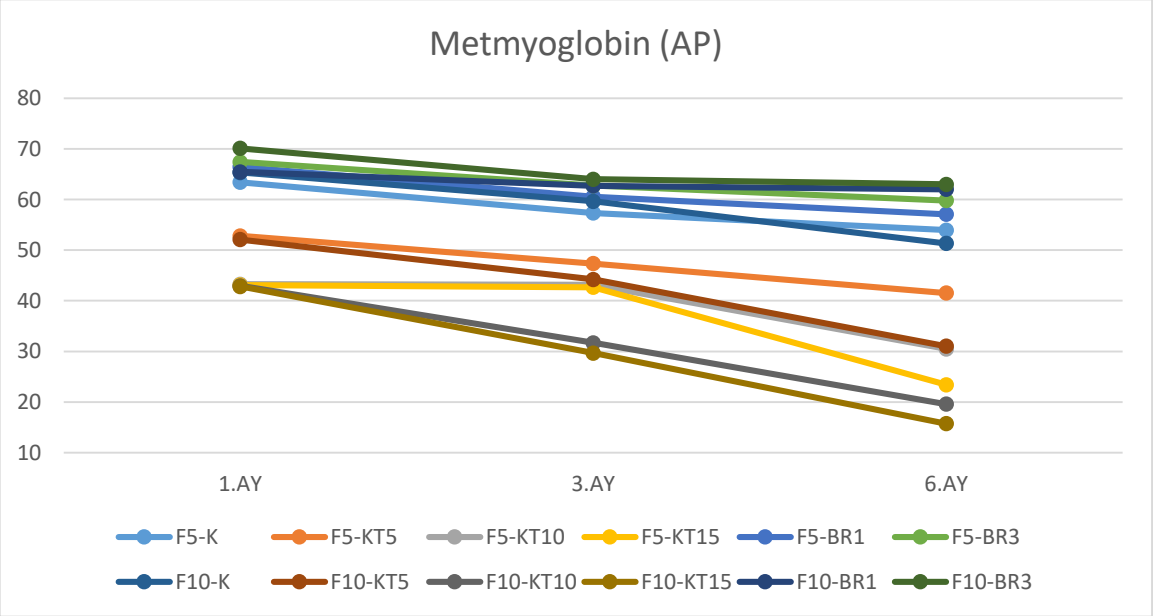
K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi
AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).
NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.
SE: Standart hata

4.2.13. Metmiyoglobin Miktarına Ait Analiz Bulguları

Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca % metmiyoglobin miktarlarındaki değişimler Tablo 4-59, 4-60, 4-61 ve Şekil 4-39, 4-40'de gösterilmiştir.

Tablo 4-59: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca % metmyoglobin değerlerindeki değişimler

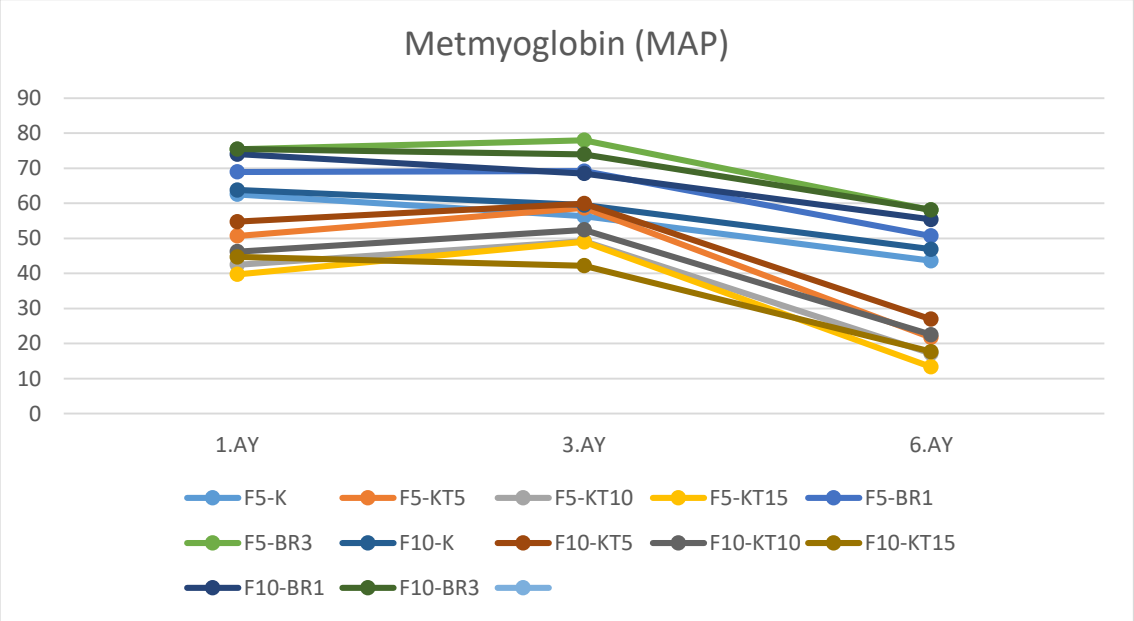
GRUP	Muhafaza süresi		
	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	63,433	57,343	53,955
F5-KT5	52,822	47,343	41,534
F5-KT10	43,274	43,176	30,5
F5-KT15	43,101	42,674	23,396
F5-BR1	66,451	60,568	57,103
F5-BR3	67,456	62,744	59,828
F10-K	65,339	59,649	51,334
F10-KT5	52,084	44,219	31,015
F10-KT10	42,949	31,683	19,568
F10-KT15	42,817	29,655	15,703
F10-BR1	65,466	62,742	62,02
F10-BR3	70,145	64,038	63,027



Şekil 4-39: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca % metmyoglobin değerlerindeki değişimler

Tablo 4-60: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca % metmyoglobin değerlerindeki değişimler

GRUP	Muhafaza süresi		
	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	62,57	56,299	43,595
F5-KT5	50,666	58,674	21,716
F5-KT10	42,457	49,205	17,153
F5-KT15	39,735	48,997	13,341
F5-BR1	68,968	69,168	50,704
F5-BR3	75,411	77,992	58,091
F10-K	63,767	59,49	46,874
F10-KT5	54,756	59,912	26,942
F10-KT10	46,228	52,434	22,515
F10-KT15	44,717	42,206	17,669
F10-BR1	74,017	68,509	55,369
F10-BR3	75,494	73,965	58,126



Şekil 4-40: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca % metmyoglobin değerlerindeki değişimler

Tablo 4-61: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca metmyoglobin (%) değerlerindeki değişimler

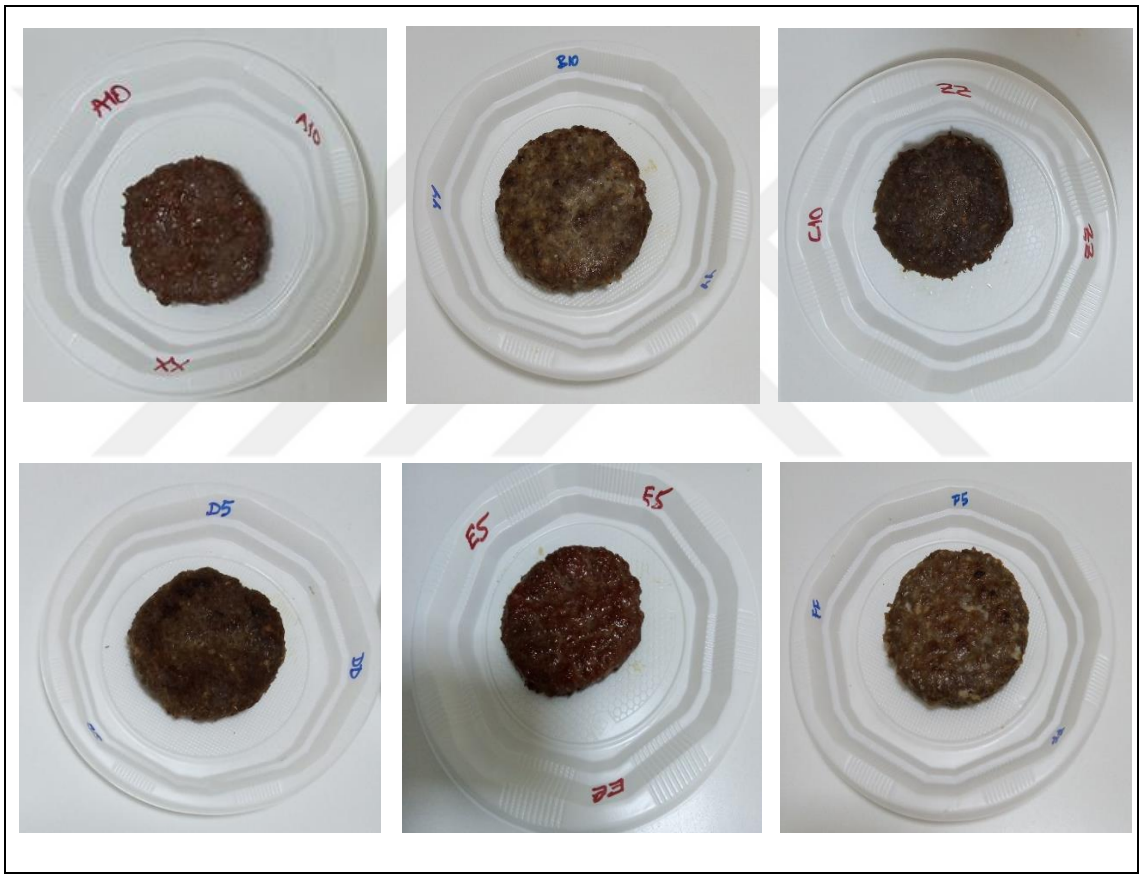
Özellik	Grup	Muhafaza süresi			
		0.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	ND	63,777^{c}	58,195^{c}	48,940^{c}
	KT5	ND	52,582^{d}	52,537^{d}	30,302^{d}
	KT10	ND	43,727^{e}	44,125^{e}	22,434^{e}
	KT15	ND	42,593^{e}	40,883^{f}	17,527^{f}
	BR1	ND	68,726^{b}	65,247^{b}	56,299^{b}
	BR3	ND	72,127^{a}	69,685^{a}	59,768^{a}
	SE	-	0,289	0,577	0,866
	P	**NS**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	ND	56,278^{b}	50,486^{b}	42,415^{a}
	MAP	ND	58,232^{a}	59,738^{a}	36,008^{b}
	SE	-	0,333	0,500	0,167
	P	**NS**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	ND	56,362^{b}	56,182^{a}	39,243^{a}
	%10 Yağ	ND	58,148^{a}	54,042^{b}	39,180^{b}
	SE	-	0,333	0,500	0,167
	P	**NS**	**0,000**	**0,004**	0,791
Uygulama × Paketleme		**NS**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Uygulama × Yağlılık		**NS**	0,993	**0,000**	**0,000**
Paketleme × Yağlılık		**NS**	**0,004**	**0,039**	**0,000**
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		**NS**	0,051	**0,003**	**0,000**

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi
AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).
NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.
SE: Standart hata

4.2.14. Pişirme Özelliklerine Ait Analiz Bulguları

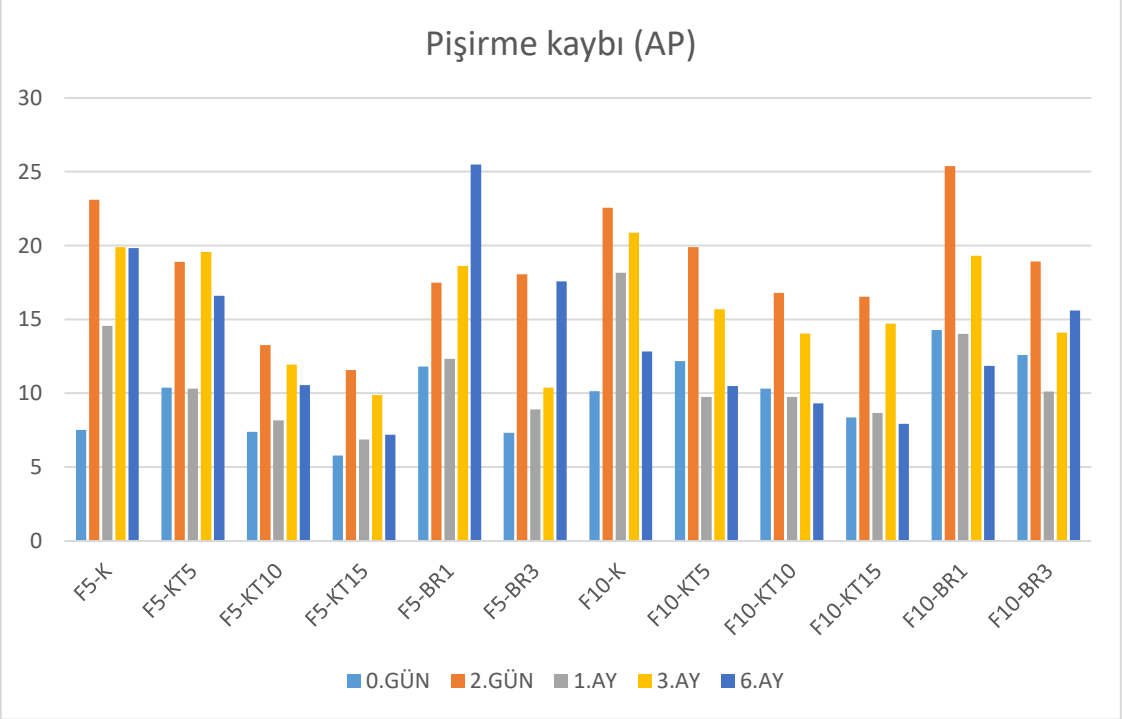
Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki (pişirme kaybı, pişirme verimi, burger çapında azalma, burger kalnlığında azalma) değişimler Tablo 4-62 - 4-69 ve Şekil 4-41, 4-48'de gösterilmiştir.

Resim 4-3: Pişirme işlemine tabi tutulan keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilmiş düşük yağlı sığır burger köfteleri



Tablo 4-62: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (Pişirme kaybı)

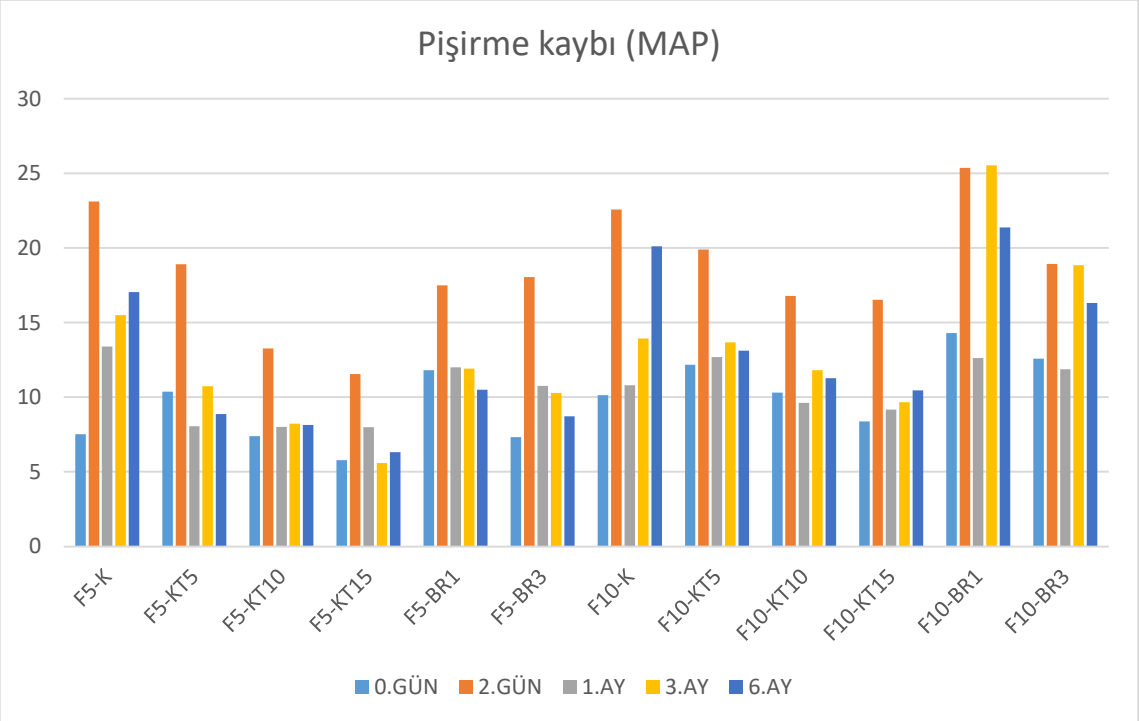
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	7,52	23,11	14,57	19,89	19,82
F5-KT5	10,38	18,9	10,32	19,58	16,6
F5-KT10	7,38	13,26	8,16	11,95	10,56
F5-KT15	5,79	11,56	6,86	9,87	7,2
F5-BR1	11,81	17,48	12,32	18,62	25,49
F5-BR3	7,32	18,05	8,91	10,37	17,57
F10-K	10,14	22,57	18,15	20,88	12,83
F10-KT5	12,17	19,89	9,74	15,68	10,48
F10-KT10	10,31	16,79	9,76	14,05	9,31
F10-KT15	8,37	16,53	8,66	14,71	7,93
F10-BR1	14,29	25,37	14,03	19,31	11,85
F10-BR3	12,58	18,93	10,11	14,1	15,61



Şekil 4-41: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (Pişirme kaybı)

Tablo 4-63: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (Pişirme kaybı)

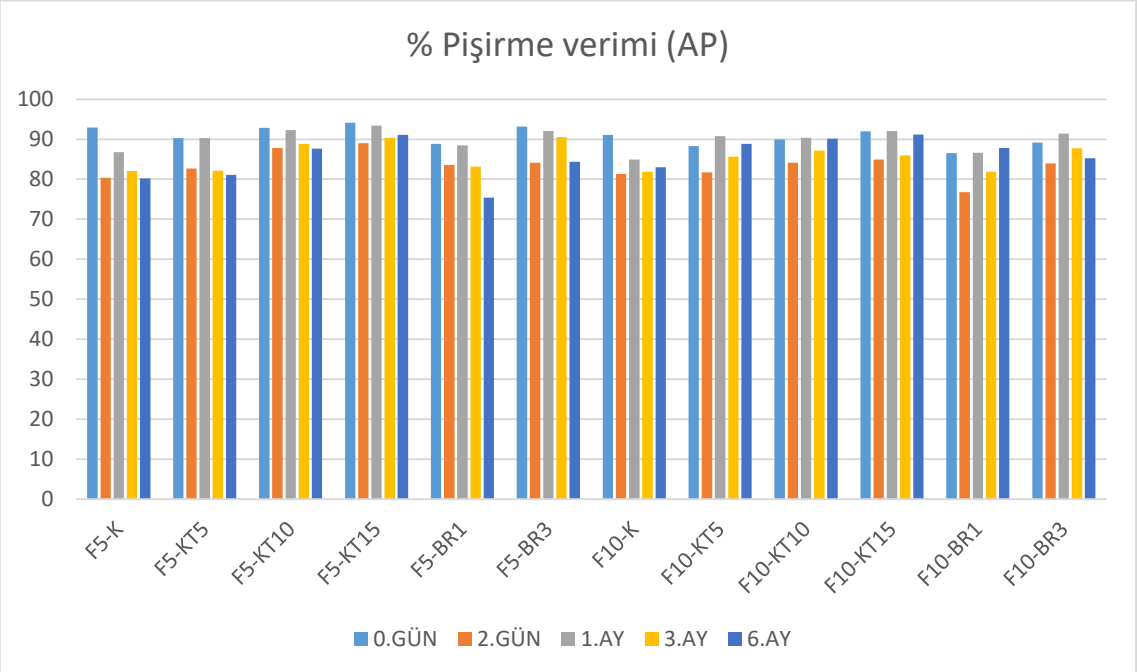
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	7,52	23,11	13,39	15,49	17,05
F5-KT5	10,38	18,9	8,06	10,73	8,87
F5-KT10	7,38	13,26	8,01	8,23	8,14
F5-KT15	5,79	11,56	7,99	5,58	6,32
F5-BR1	11,81	17,48	11,99	11,92	10,5
F5-BR3	7,32	18,05	10,75	10,28	8,71
F10-K	10,14	22,57	10,79	13,94	20,11
F10-KT5	12,17	19,89	12,68	13,68	13,11
F10-KT10	10,31	16,79	9,63	11,8	11,27
F10-KT15	8,37	16,53	9,16	9,66	10,45
F10-BR1	14,29	25,37	12,62	25,53	21,38
F10-BR3	12,58	18,93	11,87	18,85	16,31



Şekil 4-42: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (Pişirme kaybı)

Tablo 4-64: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (% Pişirme verimi)

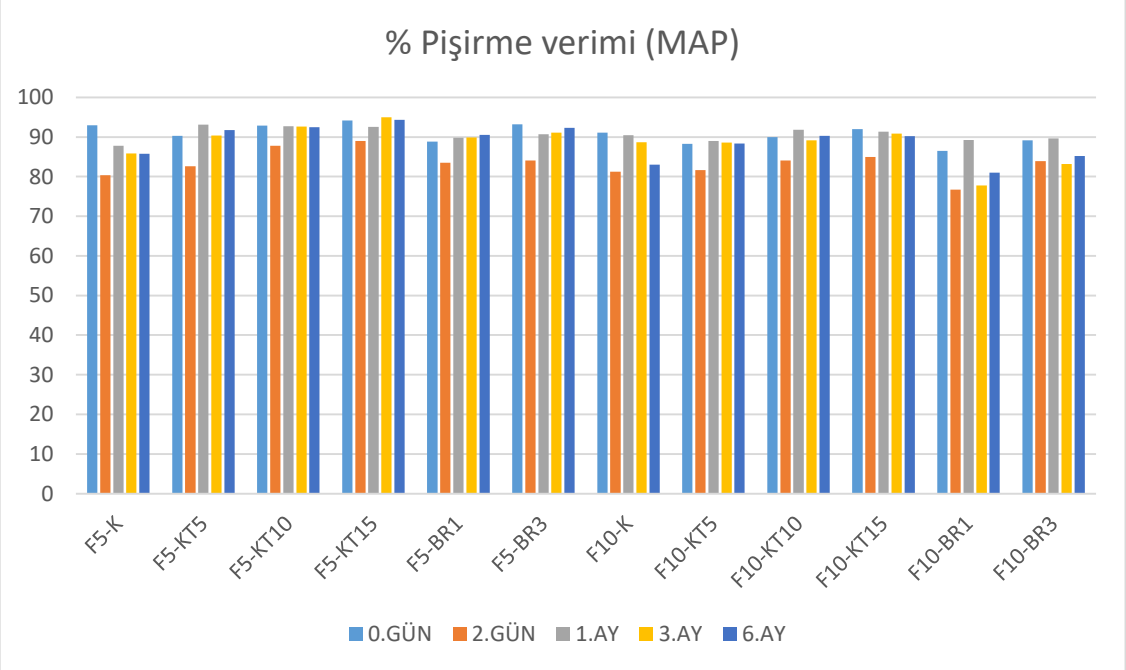
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	92,96	80,33	86,74	82,02	80,18
F5-KT5	90,25	82,65	90,3	82,13	81,07
F5-KT10	92,85	87,8	92,32	88,83	87,63
F5-KT15	94,14	89,03	93,42	90,36	91,09
F5-BR1	88,86	83,52	88,46	83,14	75,42
F5-BR3	93,17	84,1	92,06	90,52	84,39
F10-K	91,1	81,28	84,88	81,87	82,96
F10-KT5	88,27	81,68	90,78	85,62	88,85
F10-KT10	89,98	84,1	90,33	87,2	90,16
F10-KT15	91,97	84,93	92,07	85,93	91,13
F10-BR1	86,52	76,73	86,64	81,86	87,79
F10-BR3	89,14	83,92	91,4	87,73	85,27



Şekil 4-43: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (% Pişirme verimi)

Tablo 4-65: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (% Pişirme verimi)

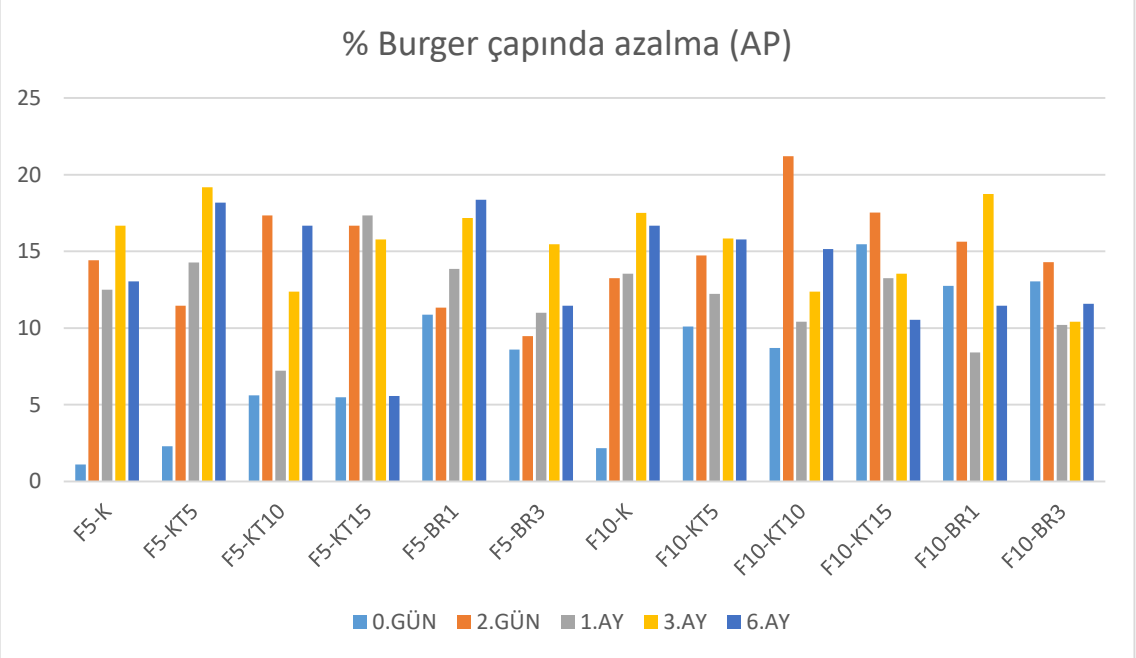
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	92,96	80,33	87,82	85,86	85,74
F5-KT5	90,25	82,65	93,1	90,34	91,77
F5-KT10	92,85	87,8	92,69	92,64	92,46
F5-KT15	94,14	89,03	92,57	94,98	94,33
F5-BR1	88,86	83,52	89,8	89,88	90,5
F5-BR3	93,17	84,1	90,71	91,07	92,3
F10-K	91,1	81,28	90,47	88,68	82,98
F10-KT5	88,27	81,68	89,03	88,62	88,37
F10-KT10	89,98	84,1	91,82	89,16	90,25
F10-KT15	91,97	84,93	91,36	90,86	90,24
F10-BR1	86,52	76,73	89,25	77,77	80,98
F10-BR3	89,14	83,92	89,65	83,18	85,18



Şekil 4-44: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (% Pişirme verimi)

Tablo 4-66: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (% Burger çapında azalma)

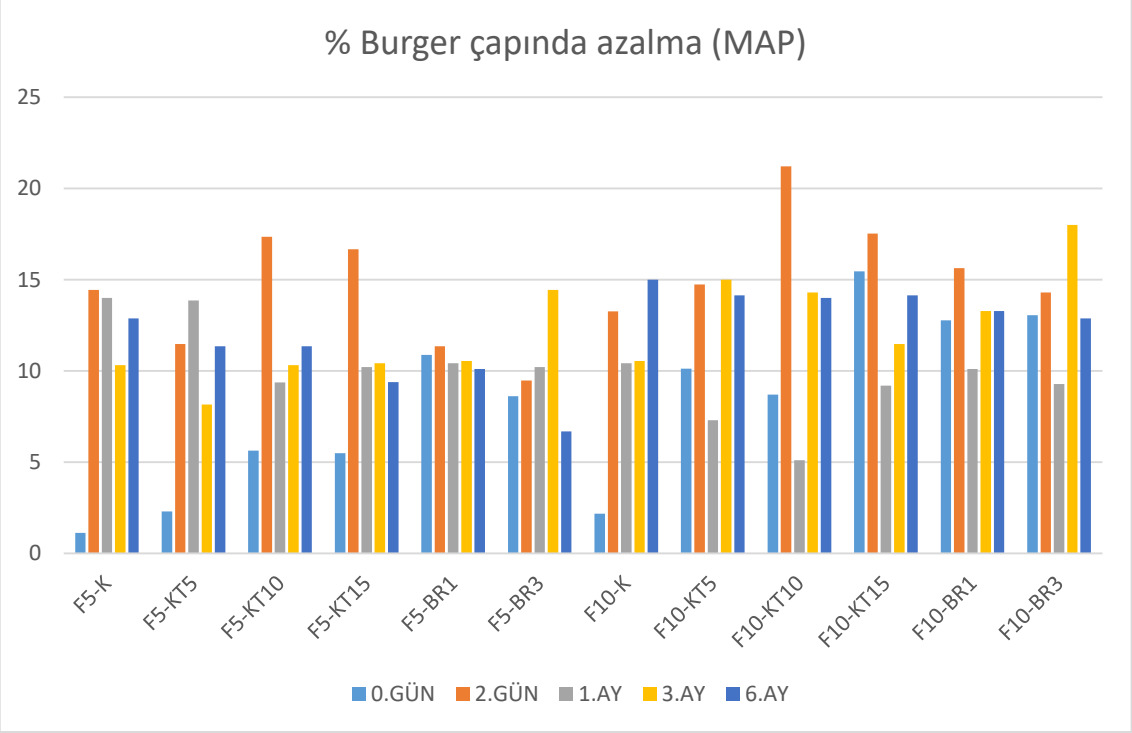
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	1,11	14,43	12,5	16,67	13,04
F5-KT5	2,3	11,46	14,28	19,19	18,18
F5-KT10	5,62	17,35	7,22	12,37	16,67
F5-KT15	5,49	16,67	17,35	15,79	5,56
F5-BR1	10,87	11,34	13,86	17,17	18,37
F5-BR3	8,6	9,47	11	15,46	11,46
F10-K	2,17	13,26	13,54	17,52	16,67
F10-KT5	10,11	14,74	12,24	15,84	15,79
F10-KT10	8,7	21,21	10,42	12,37	15,15
F10-KT15	15,46	17,53	13,26	13,54	10,53
F10-BR1	12,76	15,63	8,42	18,75	11,46
F10-BR3	13,04	14,29	10,2	10,42	11,58



Şekil 4-45: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (% Burger çapında azalma)

Tablo 4-67: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (% Burger çapında azalma)

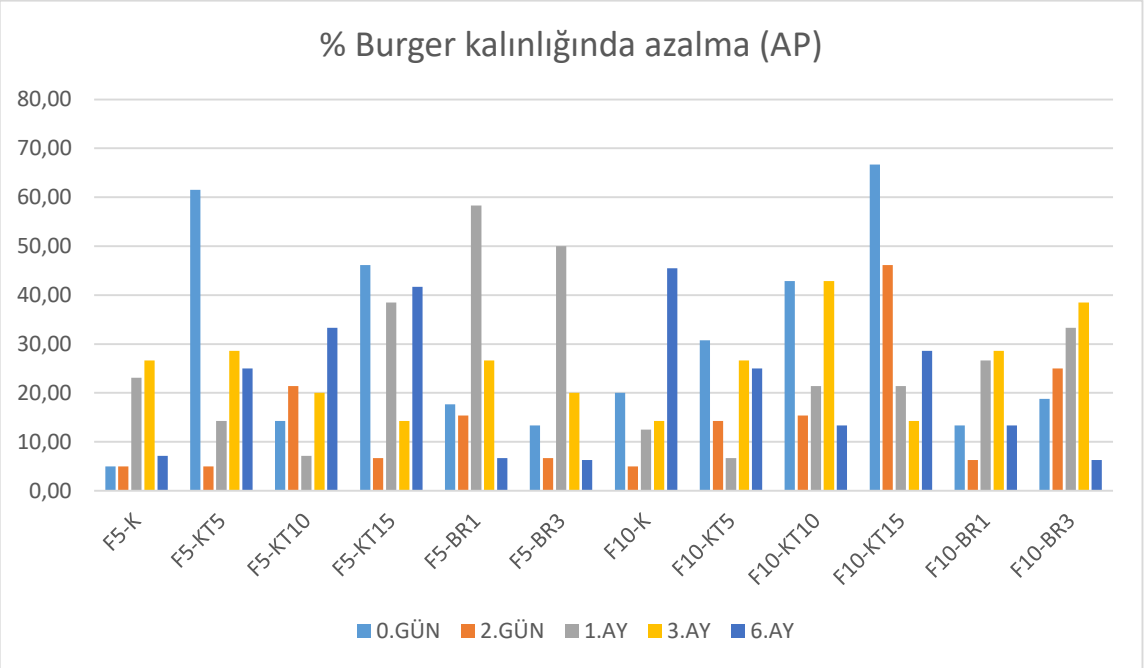
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	1,11	14,43	14	10,31	12,87
F5-KT5	2,3	11,46	13,86	8,16	11,34
F5-KT10	5,62	17,35	9,36	10,31	11,34
F5-KT15	5,49	16,67	10,2	10,42	9,38
F5-BR1	10,87	11,34	10,42	10,53	10,1
F5-BR3	8,6	9,47	10,2	14,43	6,67
F10-K	2,17	13,26	10,42	10,53	15
F10-KT5	10,11	14,74	7,29	15	14,14
F10-KT10	8,7	21,21	5,1	14,29	14
F10-KT15	15,46	17,53	9,18	11,46	14,14
F10-BR1	12,76	15,63	10,1	13,27	13,27
F10-BR3	13,04	14,29	9,28	18	12,87



Şekil 4-46: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (% Burger çapında azalma)

Tablo 4-68: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (% Burger kalınlığında azalma)

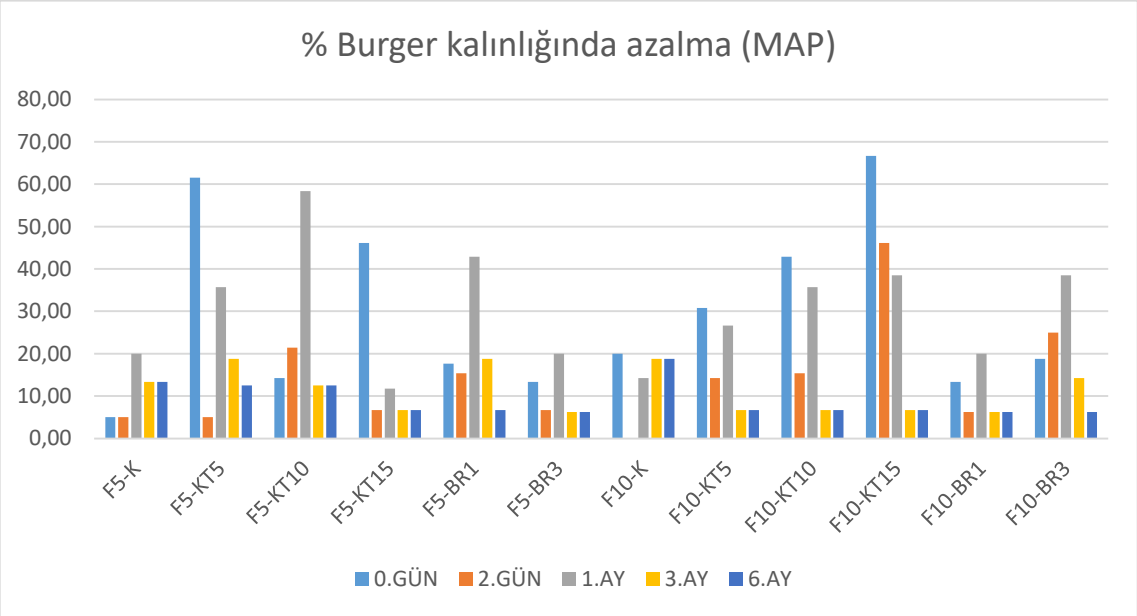
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	5,00	5,00	23,08	26,67	7,14
F5-KT5	61,54	5,00	14,29	28,57	25,00
F5-KT10	14,29	21,43	7,14	20,00	33,33
F5-KT15	46,15	6,67	38,46	14,29	41,67
F5-BR1	17,65	15,38	58,33	26,67	6,67
F5-BR3	13,33	6,67	50,00	20,00	6,25
F10-K	20,00	5,00	12,50	14,29	45,45
F10-KT5	30,77	14,29	6,67	26,67	25,00
F10-KT10	42,86	15,38	21,43	42,86	13,33
F10-KT15	66,67	46,15	21,43	14,29	28,57
F10-BR1	13,33	6,25	26,67	28,57	13,33
F10-BR3	18,75	25,00	33,33	38,46	6,25



Şekil 4-47: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (% Burger kalınlığında azalma)

Tablo 4-69: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (% Burger kalınlığında azalma)

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	5,00	5,00	20,00	13,33	13,33
F5-KT5	61,54	5,00	35,71	18,75	12,50
F5-KT10	14,29	21,43	58,33	12,50	12,50
F5-KT15	46,15	6,67	11,76	6,67	6,67
F5-BR1	17,65	15,38	42,86	18,75	6,67
F5-BR3	13,33	6,67	20,00	6,25	6,25
F10-K	20,00	0,00	14,29	18,75	18,75
F10-KT5	30,77	14,29	26,67	6,67	6,67
F10-KT10	42,86	15,38	35,71	6,67	6,67
F10-KT15	66,67	46,15	38,46	6,67	6,67
F10-BR1	13,33	6,25	20,00	6,25	6,25
F10-BR3	18,75	25,00	38,46	14,29	6,25



Şekil 4-48: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca pişirme özelliklerindeki değişimler (% Burger kalınlığında azalma)

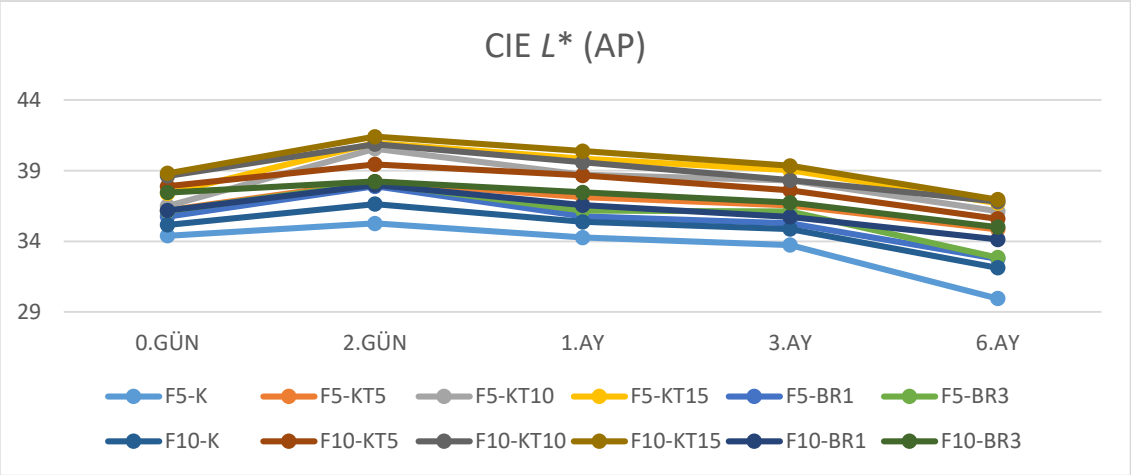
4.3. Keten Tohumu ve Rüşeym İlavesi ile Üretilen Düşük Yağlı Burger Köfte Örneklerinin Muhafaza Süresi Boyunca İnstrumental Renk ve Tekstür Profil Analizi Bulguları

4.3.1. Renk Analizi Bulguları

Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca instrumental renk (CIE *L**, *a**, *b**) değerlerindeki değişimler Tablo 4-70 - 4-78 ve Şekil 4-49 - 4-54'de gösterilmiştir.

Tablo 4-70: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca parlaklık (CIE *L) değerlerindeki değişimler**

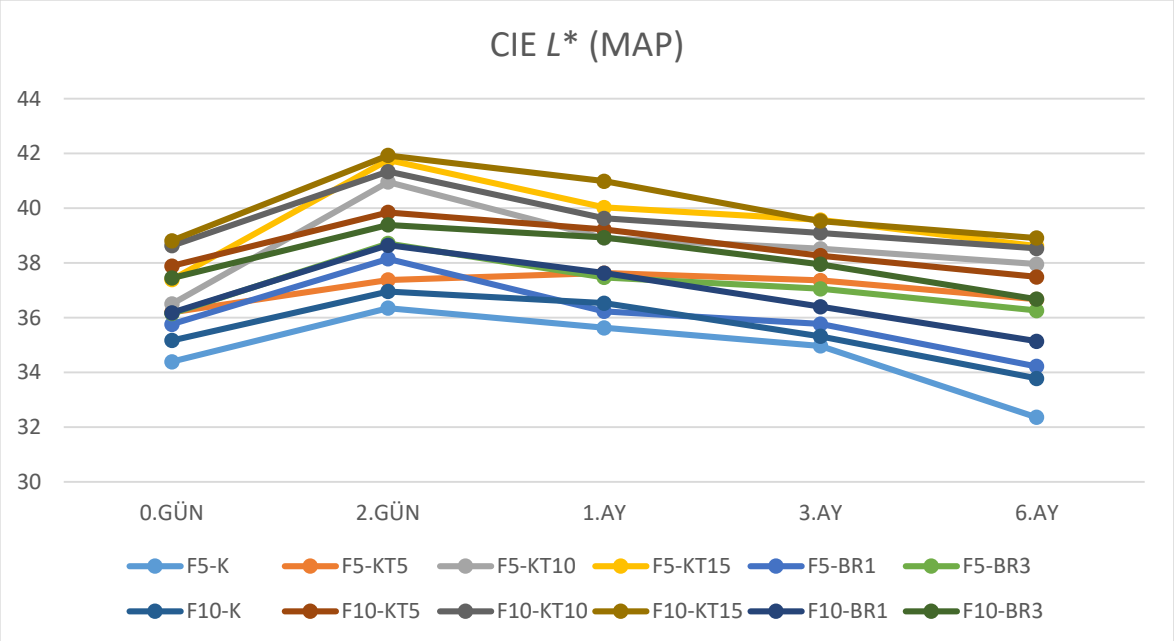
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	34,39	35,27	34,27	33,74	29,95
F5-KT5	36,2	38,23	37,14	36,55	34,85
F5-KT10	36,5	40,56	38,71	38,31	36,13
F5-KT15	37,39	40,97	39,85	39,03	36,71
F5-BR1	35,76	37,89	35,78	35,27	32,76
F5-BR3	36,15	38,11	36,19	36,1	32,85
F10-K	35,17	36,64	35,38	34,87	32,13
F10-KT5	37,89	39,45	38,66	37,61	35,6
F10-KT10	38,63	40,87	39,59	38,33	36,81
F10-KT15	38,81	41,41	40,39	39,35	36,96
F10-BR1	36,18	37,99	36,56	35,73	34,13
F10-BR3	37,45	38,23	37,46	36,74	35,01



Şekil 4-49: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca parlaklık (CIE *L) değerlerindeki değişimler**

Tablo 4-71: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca parlaklık (CIE *L) değerlerindeki değişimler**

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	34,39	36,35	35,63	34,97	32,36
F5-KT5	36,2	37,38	37,63	37,36	36,67
F5-KT10	36,5	40,96	38,91	38,52	37,96
F5-KT15	37,39	41,76	40,03	39,57	38,62
F5-BR1	35,76	38,15	36,23	35,77	34,22
F5-BR3	36,15	38,71	37,47	37,06	36,26
F10-K	35,17	36,96	36,53	35,32	33,78
F10-KT5	37,89	39,85	39,22	38,27	37,49
F10-KT10	38,63	41,34	39,63	39,1	38,53
F10-KT15	38,81	41,93	40,99	39,53	38,91
F10-BR1	36,18	38,65	37,63	36,4	35,14
F10-BR3	37,45	39,39	38,93	37,95	36,68



Şekil 4-50: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca parlaklık (CIE *L) değerlerindeki değişimler**

Tablo 4-72: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca parlaklık (CIE *L) değerlerindeki değişimler**

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	34,780^{e}	36,305^{e}	35,453^{e}	34,725^{d}	32,055^{f}
	KT5	37,045^{c}	38,728^{c}	38,163^{c}	37,448^{b}	36,153^{c}
	KT10	37,565^{b}	40,933^{b}	39,210^{b}	38,565^{a}	37,358^{b}
	KT15	38,100^{a}	41,518^{a}	40,315^{a}	39,370^{a}	37,800^{a}
	BR1	35,970^{d}	38,170^{d}	36,550^{d}	35,793^{c}	34,063^{d}
	BR3	36,800^{c}	38,610^{c}	37,513^{c}	36,963^{b}	35,200^{e}
	SE	0,115	0,144	0,289	0,346	0,087
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	36,710	38,802^{b}	37,498^{b}	36,803^{b}	34,491^{b}
	MAP	36,710	39,286^{a}	38,236^{a}	37,485^{a}	36,385^{a}
	SE	0,067	0,083	0,167	0,200	0,050
	P	1,000	**0,000**	**0,003**	**0,020**	**0,000**
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	36,065^{b}	38,695^{b}	37,320^{b}	36,854^{b}	34,945^{b}
	%10 Yağ	37,355^{a}	39,393^{a}	38,414^{a}	37,433^{a}	35,931^{a}
	SE	0,067	0,083	0,167	0,200	0,050
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,046**	**0,000**
Uygulama × Paketleme		1,000	0,137	0,602	0,982	**0,000**
Uygulama × Yağlılık		**0,000**	**0,002**	0,911	0,958	**0,000**
Paketleme × Yağlılık		1,000	0,381	0,744	0,928	**0,001**
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	0,221	0,995	0,987	**0,004**

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 ketent ohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

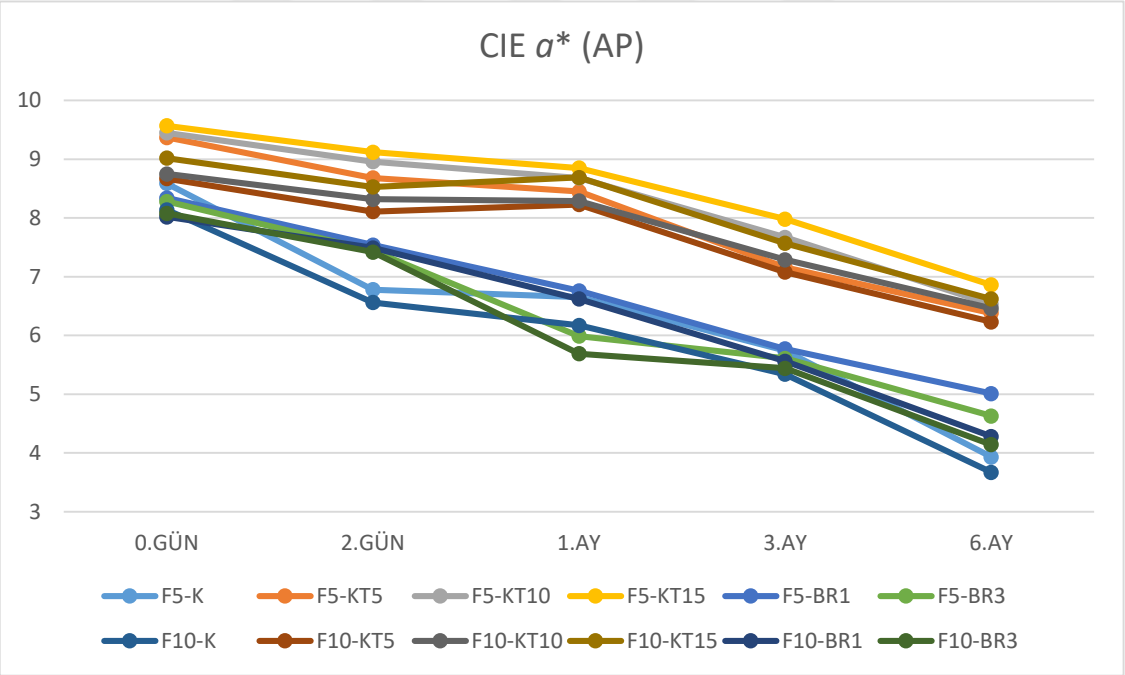
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

Tablo 4-73: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kırmızılık (CIE *a) değerlerindeki değişimler**

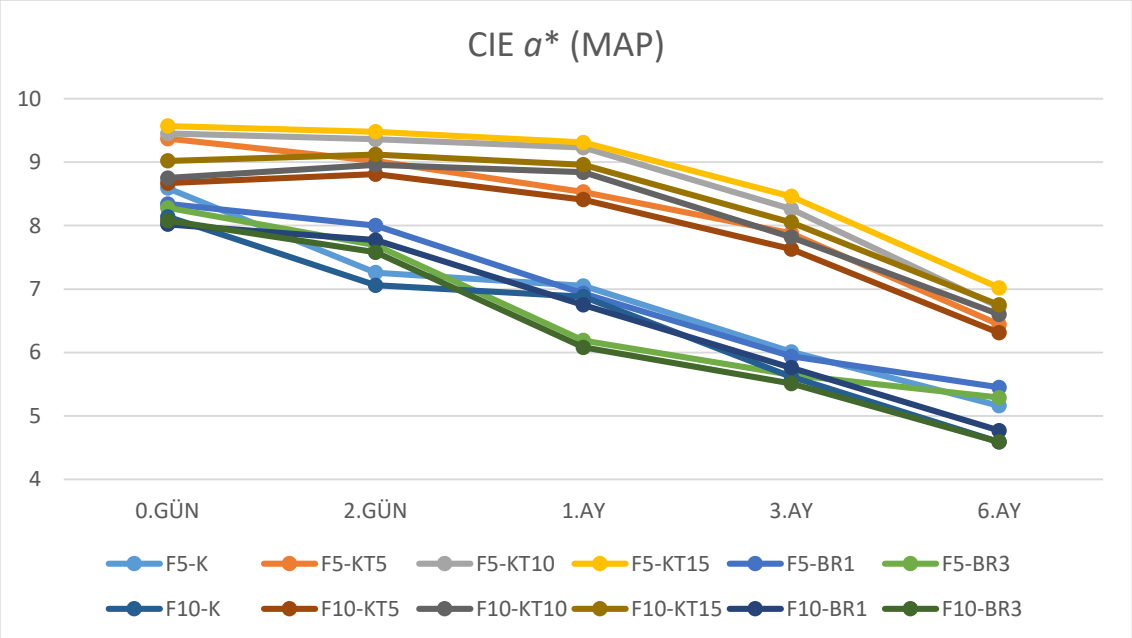
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	8,59	6,78	6,65	5,74	3,93
F5-KT5	9,37	8,68	8,45	7,16	6,38
F5-KT10	9,45	8,96	8,68	7,67	6,53
F5-KT15	9,57	9,12	8,85	7,98	6,86
F5-BR1	8,34	7,54	6,76	5,77	5,01
F5-BR3	8,28	7,44	5,99	5,61	4,63
F10-K	8,14	6,56	6,17	5,34	3,67
F10-KT5	8,67	8,11	8,23	7,08	6,23
F10-KT10	8,75	8,32	8,29	7,29	6,46
F10-KT15	9,02	8,53	8,69	7,57	6,62
F10-BR1	8,02	7,49	6,62	5,56	4,28
F10-BR3	8,08	7,42	5,69	5,44	4,14



Şekil 4-51: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kırmızılık (CIE *a) değerlerindeki değişimler**

Tablo 4-74: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kırmızılık (CIE *a) değerlerindeki değişimler**

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	8,59	7,26	7,05	6,01	5,16
F5-KT5	9,37	9,02	8,53	7,88	6,44
F5-KT10	9,45	9,36	9,23	8,26	6,72
F5-KT15	9,57	9,48	9,31	8,46	7,02
F5-BR1	8,34	8	6,93	5,94	5,45
F5-BR3	8,28	7,69	6,19	5,65	5,29
F10-K	8,14	7,06	6,88	5,62	4,59
F10-KT5	8,67	8,81	8,41	7,63	6,31
F10-KT10	8,75	8,96	8,84	7,82	6,6
F10-KT15	9,02	9,12	8,96	8,05	6,75
F10-BR1	8,02	7,77	6,75	5,76	4,77
F10-BR3	8,08	7,58	6,08	5,51	4,59



Şekil 4-52: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kırmızılık (CIE *a) değerlerindeki değişimler**

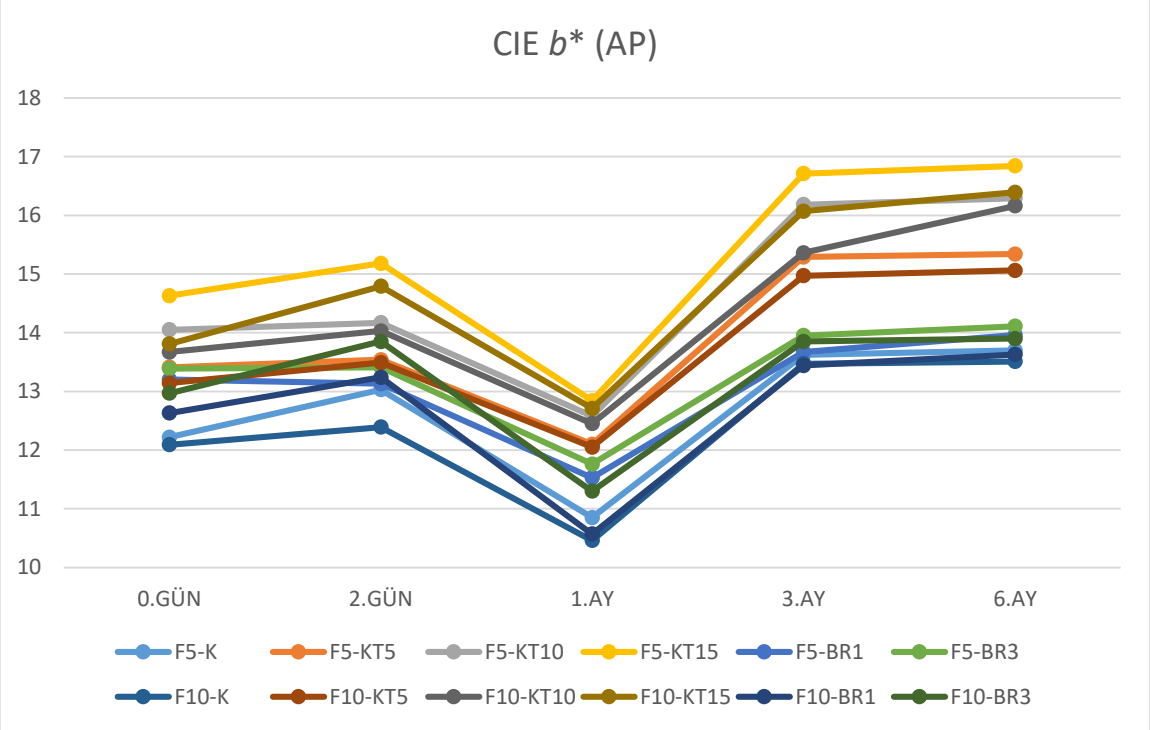
Tablo 4-75: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kırmızılık (CIE *a) değerlerindeki değişimler**

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	8,365^{b}	6,915^{c}	6,688^{c}	5,678^{de}	4,338^{d}
	KT5	9,020^{a}	8,655^{a}	8,405^{b}	7,438^{c}	6,340^{b}
	KT10	9,100^{a}	8,900^{a}	8,760^{a}	7,760^{b}	6,578^{ab}
	KT15	9,295^{a}	9,063^{a}	8,953^{a}	8,015^{a}	6,813^{a}
	BR1	8,180^{b}	7,700^{b}	6,765^{c}	5,758^{d}	4,878^{c}
	BR3	8,180^{b}	7,533^{b}	5,988^{d}	5,553^{e}	4,663^{c}
	SE	0,115	0,144	0,087	0,058	0,087
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	8,690	7,913^{b}	7,423^{b}	6,518^{b}	5,395^{b}
	MAP	8,690	8,343^{a}	7,763^{a}	6,883^{a}	5,808^{a}
	SE	0,067	0,083	0,050	0,033	0,050
	P	1,000	**0,001**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	8,933^{a}	8,278^{a}	7,718^{a}	6,844^{a}	5,785^{a}
	%10 Yağ	8,447^{b}	7,978^{b}	7,468^{b}	6,556^{b}	5,418^{b}
	SE	0,067	0,083	0,050	0,033	0,050
	P	**0,000**	**0,014**	**0,001**	**0,000**	**0,000**
Uygulama × Paketleme		1,000	0,968	0,345	**0,005**	**0,001**
Uygulama × Yağlılık		0,573	0,831	0,923	0,305	0,089
Paketleme × Yağlılık		1,000	0,684	0,665	0,779	0,535
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	0,983	0,932	0,989	0,974

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi
AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).
NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.
SE: Standart hata

Tablo 4-76: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sarılık (CIE *b) değerlerindeki değişimler**

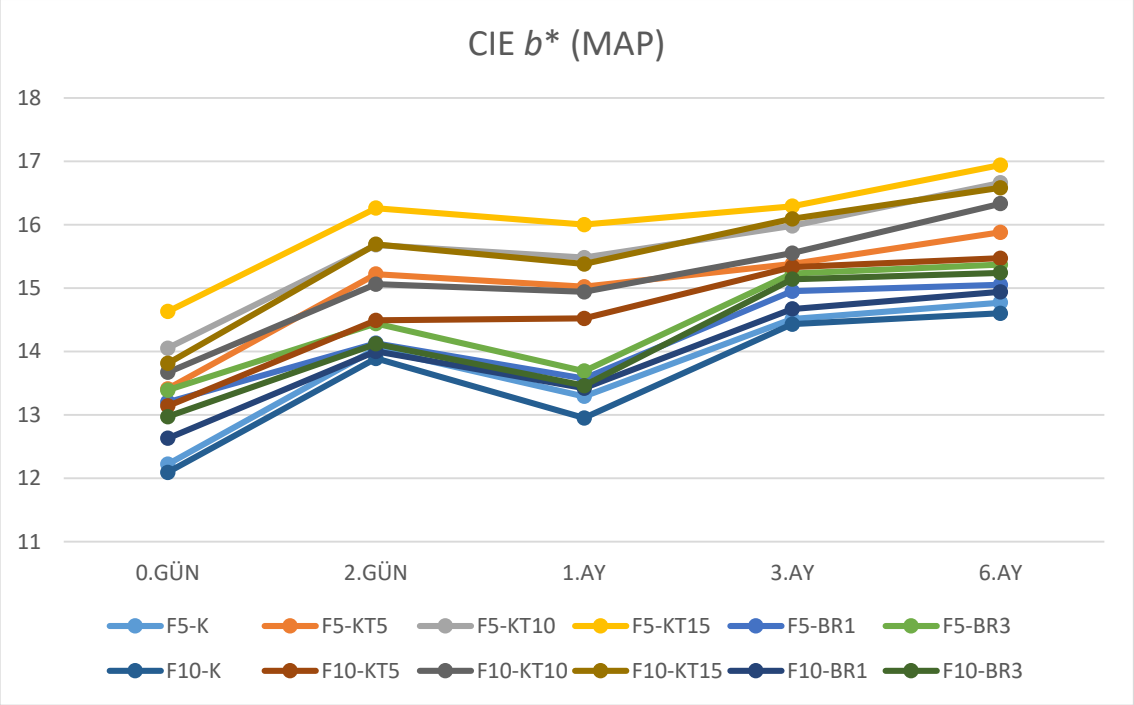
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	12,22	13,03	10,85	13,62	13,7
F5-KT5	13,41	13,54	12,1	15,29	15,34
F5-KT10	14,05	14,17	12,58	16,18	16,29
F5-KT15	14,63	15,18	12,84	16,71	16,84
F5-BR1	13,2	13,13	11,53	13,67	13,96
F5-BR3	13,39	13,41	11,76	13,95	14,11
F10-K	12,09	12,39	10,46	13,47	13,51
F10-KT5	13,14	13,49	12,05	14,97	15,06
F10-KT10	13,67	14,03	12,45	15,36	16,16
F10-KT15	13,81	14,79	12,71	16,07	16,39
F10-BR1	12,63	13,24	10,57	13,44	13,63
F10-BR3	12,97	13,85	11,3	13,85	13,9



Şekil 4-53: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sarılık (CIE *b) değerlerindeki değişimler**

Tablo 4-77: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sarılık (CIE *b) değerlerindeki değişimler**

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	12,22	13,03	10,85	13,62	13,7
F5-KT5	13,41	13,54	12,1	15,29	15,34
F5-KT10	14,05	14,17	12,58	16,18	16,29
F5-KT15	14,63	15,18	12,84	16,71	16,84
F5-BR1	13,2	13,13	11,53	13,67	13,96
F5-BR3	13,39	13,41	11,76	13,95	14,11
F10-K	12,09	12,39	10,46	13,47	13,51
F10-KT5	13,14	13,49	12,05	14,97	15,06
F10-KT10	13,67	14,03	12,45	15,36	16,16
F10-KT15	13,81	14,79	12,71	16,07	16,39
F10-BR1	12,63	13,24	10,57	13,44	13,63
F10-BR3	12,97	13,85	11,3	13,85	13,9



Şekil 4-54: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sarılık (CIE *b) değerlerindeki değişimler**

Tablo 4-78: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sarılık (CIE *b) değerlerindeki değişimler**

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	12,155^{e}	13,338^{e}	11,888^{c}	14,008^{d}	14,145^{c}
	KT5	13,275^{c}	14,185^{c}	13,423^{b}	15,243^{bc}	15,438^{b}
	KT10	13,860^{b}	14,735^{b}	13,863^{ab}	15,768^{ab}	16,360^{a}
	KT15	14,220^{a}	15,480^{a}	14,233^{a}	16,290^{a}	16,688^{a}
	BR1	12,915^{d}	13,625^{de}	12,273^{c}	14,183^{d}	14,395^{c}
	BR3	13,180^{cd}	13,955^{cd}	12,553^{c}	14,543^{cd}	14,655^{c}
	SE	0,115	0,144	0,231	0,346	0,202
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	13,268	13,688^{b}	11,767^{b}	14,715^{b}	14,908^{b}
	MAP	13,268	14,752^{a}	14,310^{a}	15,296^{a}	15,653^{a}
	SE	0,067	0,083	0,133	0,200	0,117
	P	1,000	**0,000**	**0,000**	**0,045**	**0,000**
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	13,483^{a}	14,353^{a}	13,226	15,147	15,409
	%10 Yağ	13,052^{b}	14,087^{b}	12,851	14,864	15,151
	SE	0,067	0,083	0,133	0,200	0,117
	P	**0,000**	**0,029**	0,052	0,323	0,124
Uygulama × Paketleme		1,000	0,503	0,832	0,492	0,185
Uygulama × Yağlılık		0,380	0,677	0,999	0,994	0,998
Paketleme × Yağlılık		1,000	0,197	0,909	0,741	0,968
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	0,687	0,906	1,000	0,999

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

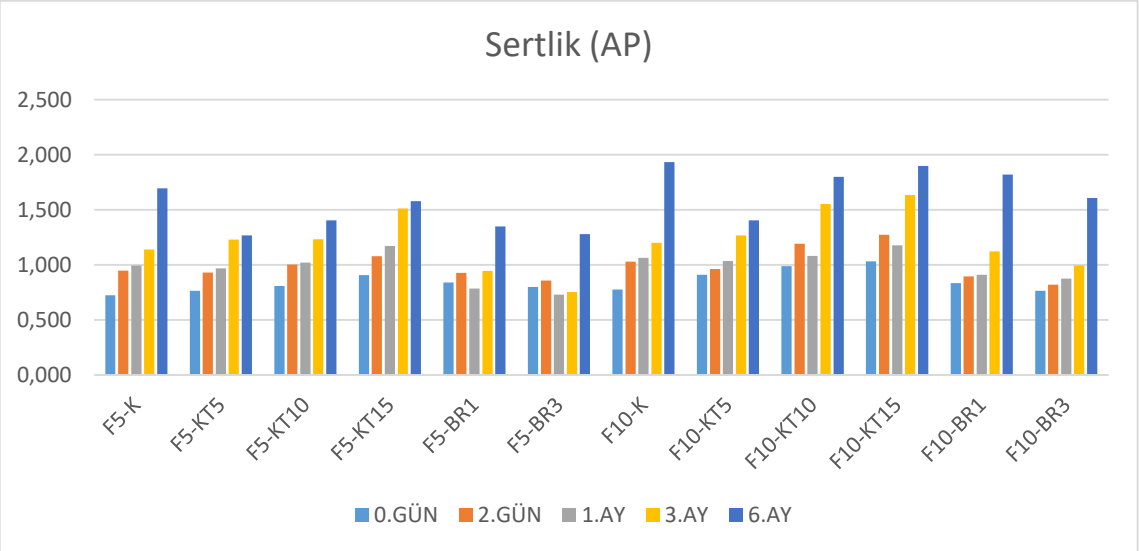
SE: Standart hata

4.3.2. Tekstür Profil Analizi Bulguları

Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca tekstür değerlerindeki (sertlik, bağlayıcılık, sakızımsılık, çiğnenebilirlik, liflilik, esneklik/yaylanma ve yapışkanlık) değişimler Tablo 4-79 - 4-99 ve Şekil 4-55 - 4-68'de gösterilmiştir.

Tablo 4-79: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sertlik (hardness) değerlerindeki değişimler (N)

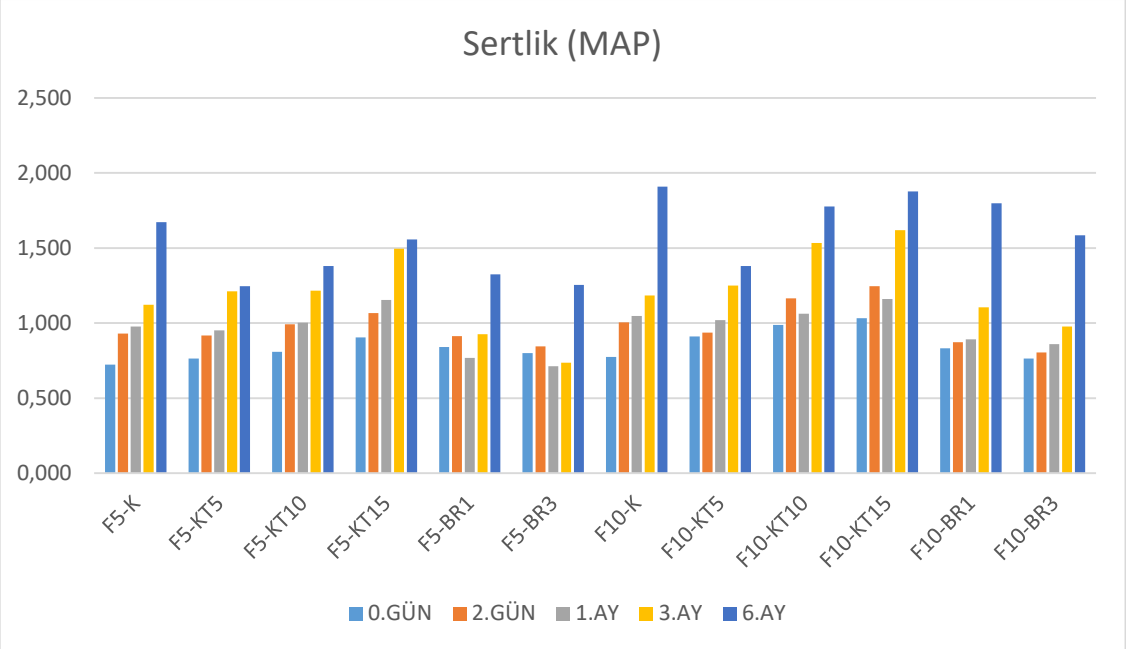
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	0,724	0,946	0,993	1,139	1,695
F5-KT5	0,764	0,93	0,967	1,228	1,266
F5-KT10	0,808	1,001	1,018	1,232	1,402
F5-KT15	0,905	1,078	1,171	1,512	1,578
F5-BR1	0,840	0,927	0,785	0,943	1,347
F5-BR3	0,799	0,856	0,729	0,751	1,277
F10-K	0,774	1,029	1,064	1,200	1,931
F10-KT5	0,910	0,962	1,034	1,266	1,402
F10-KT10	0,988	1,19	1,079	1,550	1,798
F10-KT15	1,032	1,271	1,176	1,634	1,898
F10-BR1	0,832	0,893	0,908	1,121	1,820
F10-BR3	0,763	0,818	0,875	0,994	1,606



Şekil 4-55: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sertlik (hardness) değerlerindeki değişimler (N)

Tablo 4-80: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sertlik (hardness) değerlerindeki değişimler (N)

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	0,724	0,929	0,977	1,122	1,673
F5-KT5	0,764	0,917	0,951	1,212	1,245
F5-KT10	0,808	0,991	1,002	1,216	1,38
F5-KT15	0,905	1,066	1,155	1,496	1,556
F5-BR1	0,840	0,914	0,768	0,926	1,325
F5-BR3	0,799	0,844	0,713	0,735	1,255
F10-K	0,774	1,004	1,047	1,184	1,909
F10-KT5	0,910	0,937	1,019	1,250	1,381
F10-KT10	0,988	1,165	1,063	1,534	1,776
F10-KT15	1,032	1,246	1,160	1,618	1,876
F10-BR1	0,832	0,872	0,892	1,105	1,799
F10-BR3	0,763	0,805	0,859	0,977	1,585



Şekil 4-56: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sertlik (hardness) değerlerindeki değişimler (N)

Tablo 4-81: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sertlik (hardness) değerlerindeki değişimler (N)

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	0,749^{c}	0,977^{b}	1,020^{b}	1,162^{cd}	1,802^{a}
	KT5	0,837^{bc}	0,937^{b}	0,993^{b}	1,239^{bc}	1,324^{e}
	KT10	0,898^{ab}	1,087^{a}	1,041^{b}	1,383^{ab}	1,589^{bc}
	KT15	0,969^{a}	1,166^{a}	1,166^{a}	1,565^{a}	1,727^{ab}
	BR1	0,837^{bc}	0,902^{bc}	0,839^{c}	1,024^{de}	1,573^{cd}
	BR3	0,782^{c}	0,831^{c}	0,794^{c}	0,864^{e}	1,431^{de}
	SE	0,030	0,033	0,037	0,070	0,052
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	0,845	0,992	0,983	1,214	1,585
	MAP	0,845	0,974	0,967	1,198	1,563
	SE	0,017	0,019	0,022	0,041	0,030
	P	1,000	0,511	0,598	0,778	0,610
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	0,807^{b}	0,950^{b}	0,936^{b}	1,126^{b}	1,417^{b}
	%10 Yağ	0,884^{a}	1,016^{a}	1,015^{a}	1,286^{a}	1,732^{a}
	SE	0,017	0,019	0,022	0,041	0,030
	P	**0,003**	**0,016**	**0,012**	**0,007**	**0,000**
Uygulama × Paketleme		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Uygulama × Yağlılık		0,069	**0,045**	0,818	0,708	0,272
Paketleme × Yağlılık		1,000	0,863	0,997	1,000	0,999
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

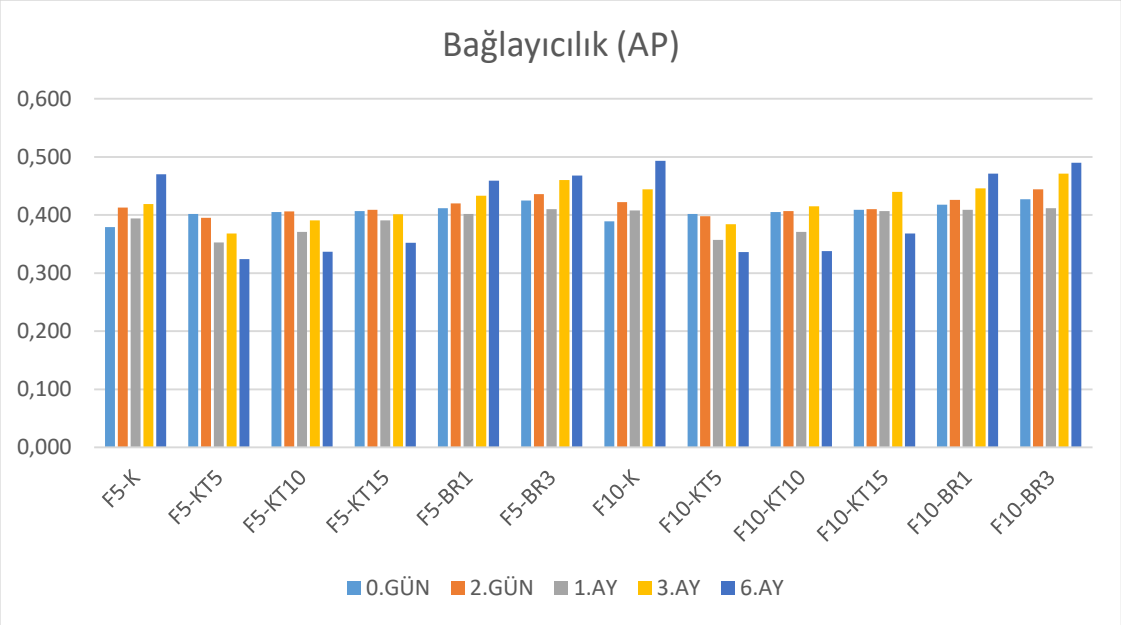
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

Tablo 4-82: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca bağlayıcılık (cohesiveness) değerlerindeki değişimler

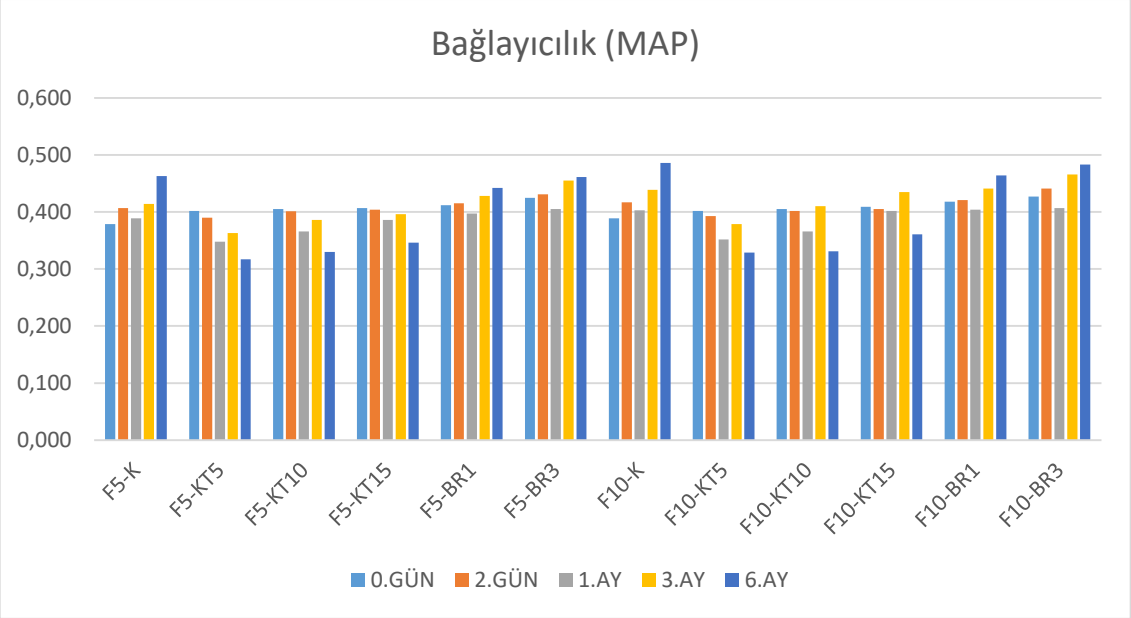
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	0,379	0,413	0,394	0,419	0,470
F5-KT5	0,402	0,395	0,353	0,368	0,324
F5-KT10	0,405	0,406	0,371	0,391	0,337
F5-KT15	0,407	0,409	0,391	0,401	0,352
F5-BR1	0,412	0,420	0,402	0,433	0,459
F5-BR3	0,425	0,436	0,410	0,460	0,468
F10-K	0,389	0,422	0,408	0,444	0,493
F10-KT5	0,402	0,398	0,357	0,384	0,336
F10-KT10	0,405	0,407	0,371	0,415	0,338
F10-KT15	0,409	0,410	0,407	0,440	0,368
F10-BR1	0,418	0,426	0,409	0,446	0,471
F10-BR3	0,427	0,444	0,412	0,471	0,490



Şekil 4-57: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca bağlayıcılık (cohesiveness) değerlerindeki değişimler

Tablo 4-83: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca bağlayıcılık (cohesiveness) değerlerindeki değişimler

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	0,379	0,407	0,389	0,414	0,463
F5-KT5	0,402	0,390	0,348	0,363	0,317
F5-KT10	0,405	0,401	0,366	0,386	0,330
F5-KT15	0,407	0,404	0,386	0,396	0,346
F5-BR1	0,412	0,415	0,397	0,428	0,442
F5-BR3	0,425	0,431	0,405	0,455	0,461
F10-K	0,389	0,417	0,403	0,439	0,486
F10-KT5	0,402	0,393	0,352	0,379	0,329
F10-KT10	0,405	0,402	0,366	0,410	0,331
F10-KT15	0,409	0,405	0,402	0,435	0,361
F10-BR1	0,418	0,421	0,404	0,441	0,464
F10-BR3	0,427	0,441	0,407	0,466	0,483



Şekil 4-58: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca bağlayıcılık (cohesiveness) değerlerindeki değişimler

Tablo 4-84: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca bağlayıcılık (cohesiveness) değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	0,384^{c}	0,415^{b}	0,399^{a}	0,429^{abc}	0,478^{a}
	KT5	0,402^{b}	0,394^{c}	0,352^{b}	0,373^{d}	0,326^{d}
	KT10	0,405^{b}	0,404^{bc}	0,368^{b}	0,400^{cd}	0,334^{d}
	KT15	0,408^{ab}	0,407^{bc}	0,396^{a}	0,418^{bc}	0,357^{c}
	BR1	0,415^{ab}	0,421^{b}	0,403^{a}	0,437^{ab}	0,459^{b}
	BR3	0,426^{a}	0,438^{a}	0,409^{a}	0,463^{a}	0,476^{ab}
	SE	0,006	0,006	0,008	0,012	0,006
	P	**0,001**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	0,406	0,415	0,390	0,423	0,409
	MAP	0,406	0,410	0,385	0,418	0,401
	SE	0,004	0,003	0,005	0,007	0,007
	P	1,000	0,315	0,440	0,605	0,153
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	0,405	0,410	0,384	0,410^{b}	0,397^{b}
	%10 Yağ	0,408	0,415	0,391	0,431^{a}	0,412^{a}
	SE	0,004	0,003	0,005	0,007	0,004
	P	0,512	0,307	0,278	**0,032**	**0,006**
Uygulama × Paketleme		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Uygulama × Yağlılık		0,992	0,993	0,975	0,969	0,854
Paketleme × Yağlılık		1,000	0,976	1,000	1,000	0,877
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

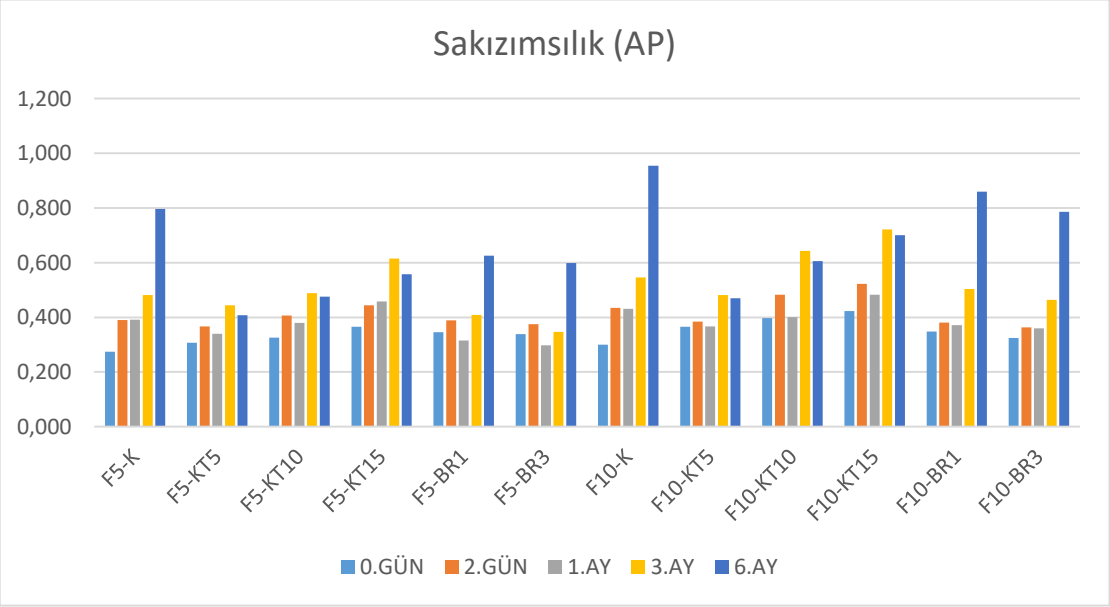
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

Tablo 4-85: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sakızımsılık (gumminess) değerlerindeki değişimler (N)

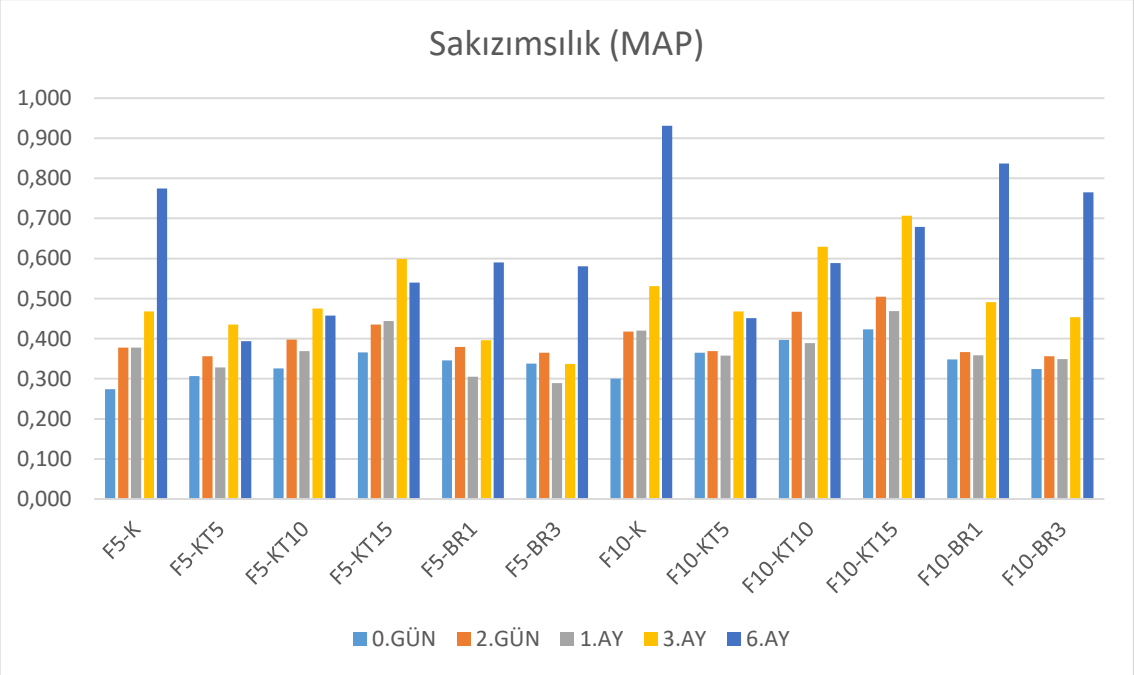
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	0,274	0,390	0,391	0,481	0,796
F5-KT5	0,307	0,367	0,340	0,444	0,408
F5-KT10	0,326	0,406	0,380	0,489	0,475
F5-KT15	0,366	0,444	0,458	0,615	0,558
F5-BR1	0,346	0,389	0,315	0,409	0,625
F5-BR3	0,338	0,375	0,298	0,347	0,599
F10-K	0,300	0,434	0,431	0,546	0,955
F10-KT5	0,365	0,384	0,367	0,481	0,470
F10-KT10	0,397	0,483	0,401	0,643	0,606
F10-KT15	0,423	0,522	0,483	0,722	0,700
F10-BR1	0,348	0,381	0,371	0,504	0,860
F10-BR3	0,324	0,363	0,360	0,464	0,786



Şekil 4-59: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sakızımsılık (gumminess) değerlerindeki değişimler (N)

Tablo 4-86: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sakızımsılık (gumminess) değerlerindeki değişimler (N)

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	0,274	0,378	0,378	0,468	0,775
F5-KT5	0,307	0,356	0,328	0,435	0,394
F5-KT10	0,326	0,398	0,369	0,475	0,458
F5-KT15	0,366	0,435	0,444	0,599	0,540
F5-BR1	0,346	0,379	0,305	0,396	0,590
F5-BR3	0,338	0,365	0,289	0,337	0,581
F10-K	0,300	0,418	0,420	0,531	0,931
F10-KT5	0,365	0,369	0,358	0,468	0,451
F10-KT10	0,397	0,467	0,389	0,629	0,589
F10-KT15	0,423	0,505	0,469	0,707	0,679
F10-BR1	0,348	0,367	0,359	0,491	0,837
F10-BR3	0,324	0,356	0,349	0,454	0,765



Şekil 4-60: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sakızımsılık (gumminess) değerlerindeki değişimler (N)

Tablo 4-87: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sakızımsılık (gumminess) değerlerindeki değişimler (N)

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	0,287^{c}	0,405^{bc}	0,405^{b}	0,507^{bc}	0,865^{a}
	KT5	0,336^{b}	0,369^{c}	0,348^{cd}	0,457^{bc}	0,431^{e}
	KT10	0,362^{ab}	0,438^{ab}	0,385^{bc}	0,559^{b}	0,532^{d}
	KT15	0,395^{a}	0,476^{a}	0,464^{c}	0,661^{a}	0,619^{c}
	BR1	0,347^{b}	0,379^{c}	0,337^{cd}	0,450^{c}	0,728^{b}
	BR3	0,331^{b}	0,365^{c}	0,324^{d}	0,401^{c}	0,683^{bc}
	SE	0,012	0,016	0,017	0,035	0,026
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	0,343	0,411	0,383	0,512	0,653
	MAP	0,343	0,399	0,371	0,499	0,633
	SE	0,007	0,009	0,010	0,020	0,020
	P	1,000	0,354	0,401	0,649	0,331
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	0,326^{b}	0,390^{b}	0,358^{b}	0,458^{b}	0,567^{b}
	%10 Yağ	0,360^{a}	0,421^{a}	0,397^{a}	0,554^{a}	0,719^{a}
	SE	0,007	0,009	0,010	0,020	0,015
	P	**0,001**	**0,020**	**0,005**	**0,001**	**0,000**
Uygulama × Paketleme		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Uygulama × Yağlılık		0,083	0,198	0,939	0,877	0,249
Paketleme × Yağlılık		1,000	0,873	0,999	0,986	0,991
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

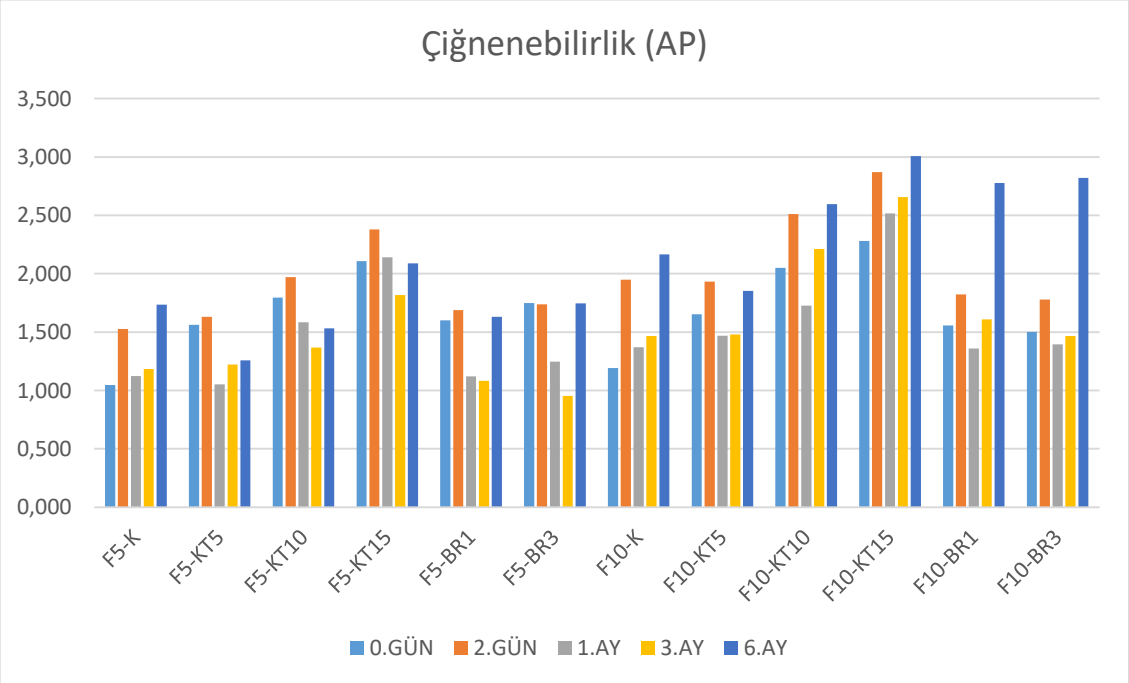
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

Tablo 4-88: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerindeki değişimler (J)

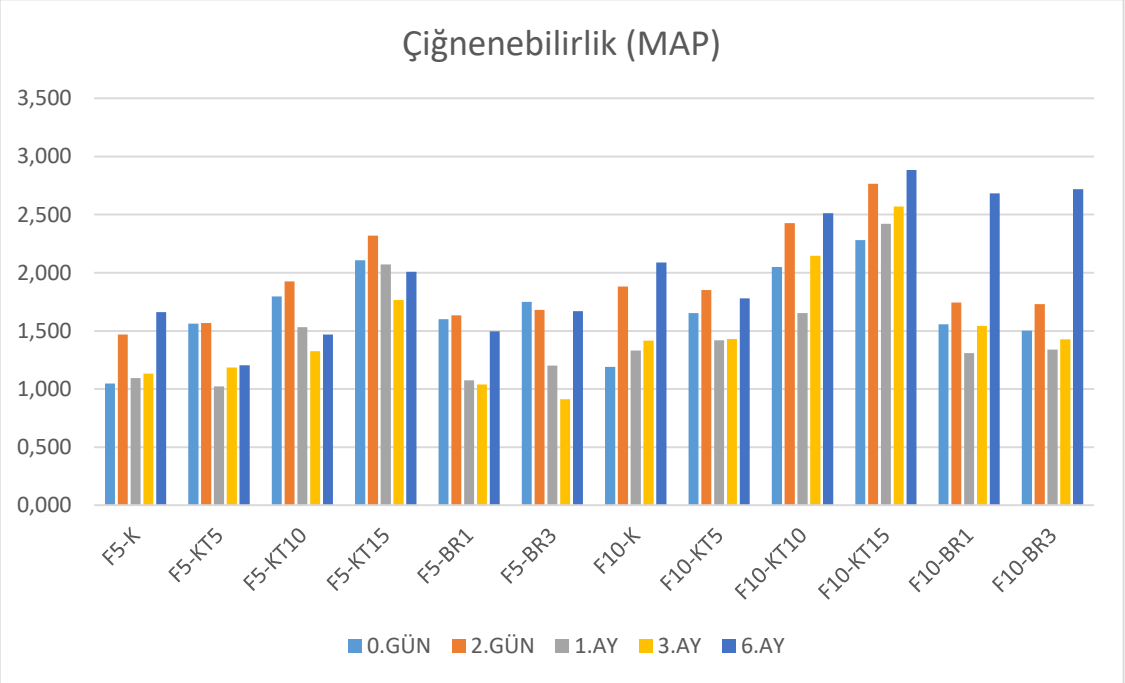
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	1,047	1,527	1,123	1,183	1,735
F5-KT5	1,563	1,632	1,052	1,223	1,259
F5-KT10	1,795	1,971	1,584	1,367	1,533
F5-KT15	2,108	2,379	2,141	1,817	2,090
F5-BR1	1,602	1,689	1,121	1,082	1,630
F5-BR3	1,749	1,739	1,246	0,953	1,746
F10-K	1,191	1,950	1,371	1,467	2,165
F10-KT5	1,653	1,933	1,469	1,480	1,853
F10-KT10	2,050	2,512	1,728	2,211	2,595
F10-KT15	2,281	2,871	2,516	2,657	3,007
F10-BR1	1,558	1,822	1,360	1,609	2,776
F10-BR3	1,502	1,780	1,395	1,466	2,822



Şekil 4-61: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerindeki değişimler (J)

Tablo 4-89: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerindeki değişimler (J)

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	1,047	1,470	1,093	1,134	1,662
F5-KT5	1,563	1,567	1,023	1,184	1,205
F5-KT10	1,795	1,926	1,532	1,326	1,470
F5-KT15	2,108	2,320	2,073	1,765	2,009
F5-BR1	1,602	1,634	1,074	1,040	1,497
F5-BR3	1,749	1,681	1,202	0,913	1,669
F10-K	1,191	1,882	1,330	1,415	2,088
F10-KT5	1,653	1,851	1,418	1,430	1,780
F10-KT10	2,050	2,426	1,653	2,145	2,513
F10-KT15	2,281	2,765	2,421	2,570	2,885
F10-BR1	1,558	1,744	1,310	1,543	2,683
F10-BR3	1,502	1,731	1,338	1,426	2,719



Şekil 4-62: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerindeki değişimler (J)

Tablo 4-90: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerindeki değişimler (J)

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	1,119^{d}	1,707^{c}	1,229^{c}	1,300^{c}	1,913^{b}
	KT5	1,608^{c}	1,746^{c}	1,241^{c}	1,329^{c}	1,524^{c}
	KT10	1,922^{b}	2,209^{b}	1,624^{b}	1,762^{b}	2,028^{b}
	KT15	2,195^{a}	2,584^{a}	2,288^{a}	2,202^{a}	2,498^{a}
	BR1	1,580^{c}	1,722^{c}	1,216^{c}	1,319^{c}	2,146^{b}
	BR3	1,625^{c}	1,733^{c}	1,296^{c}	1,190^{c}	2,239^{ab}
	SE	0,066	0,092	0,103	0,135	0,110
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	1,675	1,984	1,509	1,543	2,101
	MAP	1,675	1,917	1,456	1,491	2,015
	SE	0,038	0,053	0,059	0,078	0,078
	P	1,000	0,376	0,529	0,639	0,342
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	1,644	1,795^{b}	1,355^{b}	1,249^{b}	1,625^{b}
	%10 Yağ	1,706	2,106^{a}	1,609^{a}	1,785^{a}	2,490^{a}
	SE	0,038	0,053	0,059	0,078	0,064
	P	0,255	**0,000**	**0,003**	**0,000**	**0,000**
Uygulama × Paketleme		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Uygulama × Yağlılık		0,110	0,371	0,915	0,507	0,124
Paketleme × Yağlılık		1,000	0,886	0,920	0,942	0,950
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

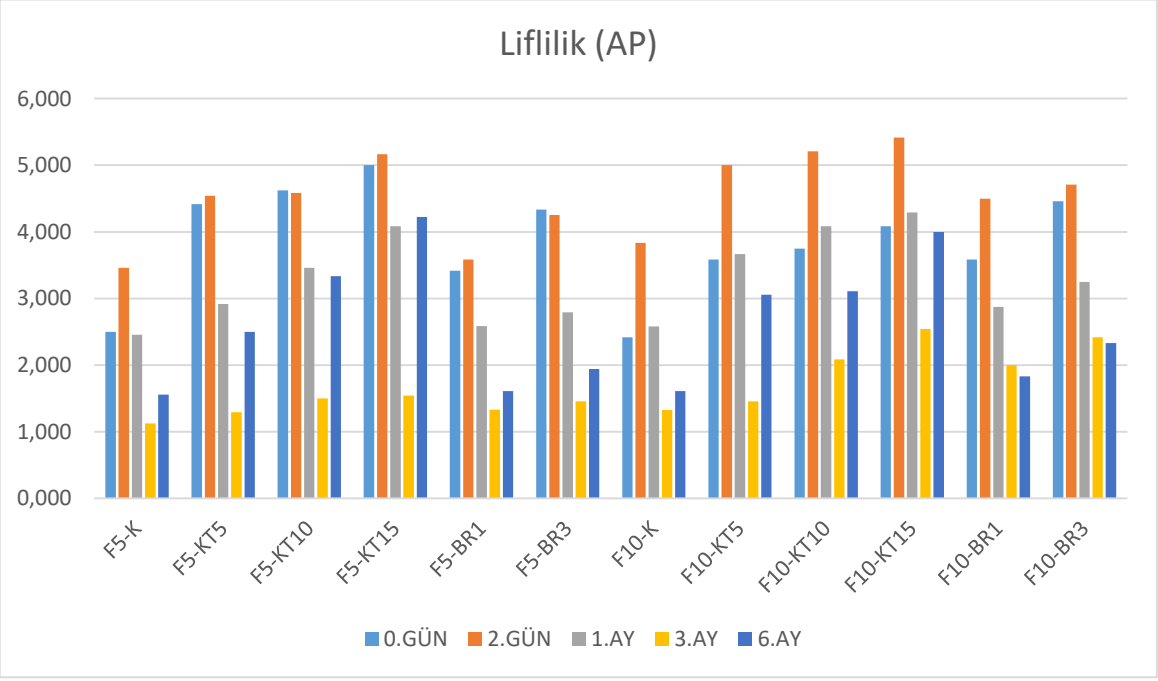
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

Tablo 4-91: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca liflilik (stringiness) değerlerindeki değişimler (mm)

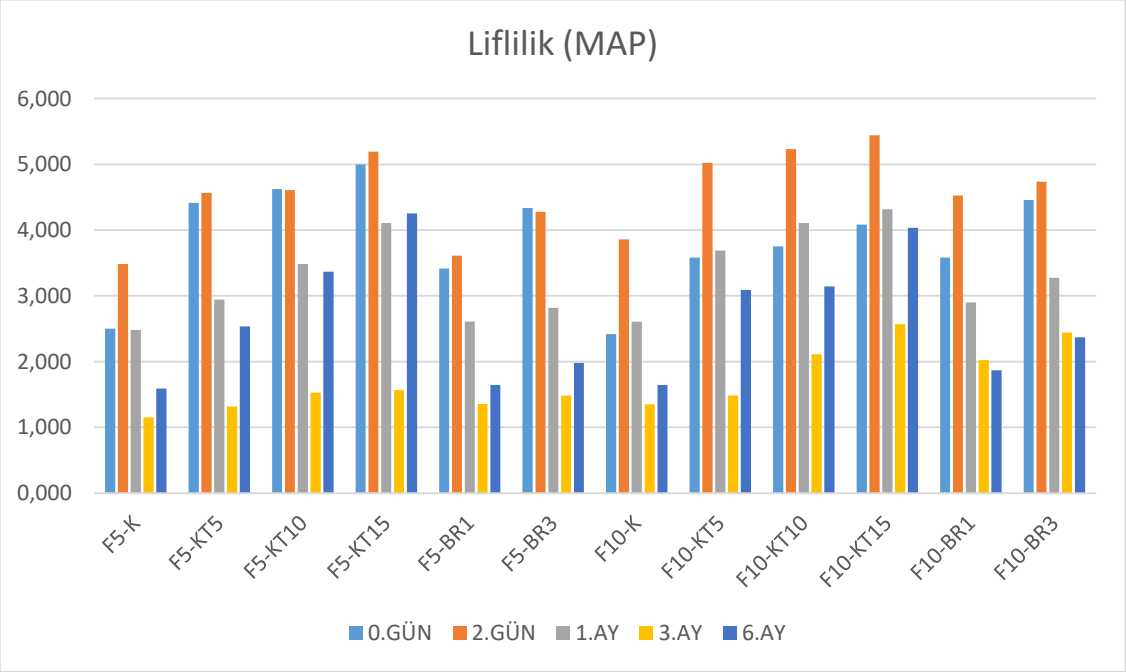
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	2,500	3,458	2,458	1,125	1,556
F5-KT5	4,416	4,542	2,917	1,292	2,500
F5-KT10	4,625	4,583	3,459	1,500	3,333
F5-KT15	5,000	5,167	4,083	1,542	4,222
F5-BR1	3,417	3,584	2,584	1,334	1,611
F5-BR3	4,334	4,251	2,792	1,458	1,944
F10-K	2,417	3,833	2,583	1,325	1,611
F10-KT5	3,584	5,000	3,666	1,459	3,056
F10-KT10	3,750	5,208	4,083	2,084	3,111
F10-KT15	4,083	5,417	4,292	2,542	4,000
F10-BR1	3,583	4,500	2,875	2,000	1,834
F10-BR3	4,459	4,709	3,250	2,416	2,333



Şekil 4-63: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca liflilik (stringiness) değerlerindeki değişimler (mm)

Tablo 4-92: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca liflilik (stringiness) değerlerindeki değişimler (mm)

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	2,500	3,483	2,483	1,150	1,589
F5-KT5	4,416	4,567	2,942	1,317	2,533
F5-KT10	4,625	4,608	3,484	1,525	3,367
F5-KT15	5,000	5,192	4,108	1,567	4,256
F5-BR1	3,417	3,609	2,609	1,359	1,645
F5-BR3	4,334	4,276	2,817	1,483	1,978
F10-K	2,417	3,858	2,608	1,350	1,645
F10-KT5	3,584	5,025	3,691	1,484	3,089
F10-KT10	3,750	5,233	4,108	2,109	3,145
F10-KT15	4,083	5,442	4,317	2,567	4,034
F10-BR1	3,583	4,525	2,900	2,025	1,867
F10-BR3	4,459	4,734	3,275	2,441	2,367



Şekil 4-64: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca liflilik (stringiness) değerlerindeki değişimler (mm)

Tablo 4-93: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca liflilik (stringiness) değerlerindeki değişimler (mm)

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	2,458^{d}	3,658^{e}	2,533^{d}	1,237^{c}	1,600^{d}
	KT5	4,000^{b}	4,783^{bc}	3,304^{b}	1,388^{bc}	2,794^{b}
	KT10	4,188^{ab}	4,908^{b}	3,783^{a}	1,804^{ab}	3,239^{b}
	KT15	4,542^{a}	5,304^{a}	4,200^{a}	2,054^{a}	4,128^{a}
	BR1	3,500^{c}	4,054^{d}	2,742^{cd}	1,679^{abc}	1,739^{cd}
	BR3	4,396^{a}	4,492^{c}	3,033^{bc}	1,950^{a}	2,156^{c}
	SE	0,131	0,140	0,166	0,171	0,160
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,007**	**0,000**
Paketleme	AP	3,847	4,521	3,253	1,673	2,593
	MAP	3,847	4,546	3,278	1,698	2,626
	SE	0,076	0,081	0,096	0,099	0,093
	P	1,000	0,827	0,854	0,858	0,799
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	4,048^{a}	4,276^{b}	3,061^{b}	1,387^{b}	2,544^{b}
	%10 Yağ	3,646^{b}	4,790^{a}	3,471^{a}	1,983^{a}	2,674^{a}
	SE	0,076	0,081	0,096	0,099	0,093
	P	**0,000**	**0,000**	**0,003**	**0,000**	0,324
Uygulama × Paketleme		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Uygulama × Yağlılık		**0,003**	0,633	0,743	0,369	0,428
Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

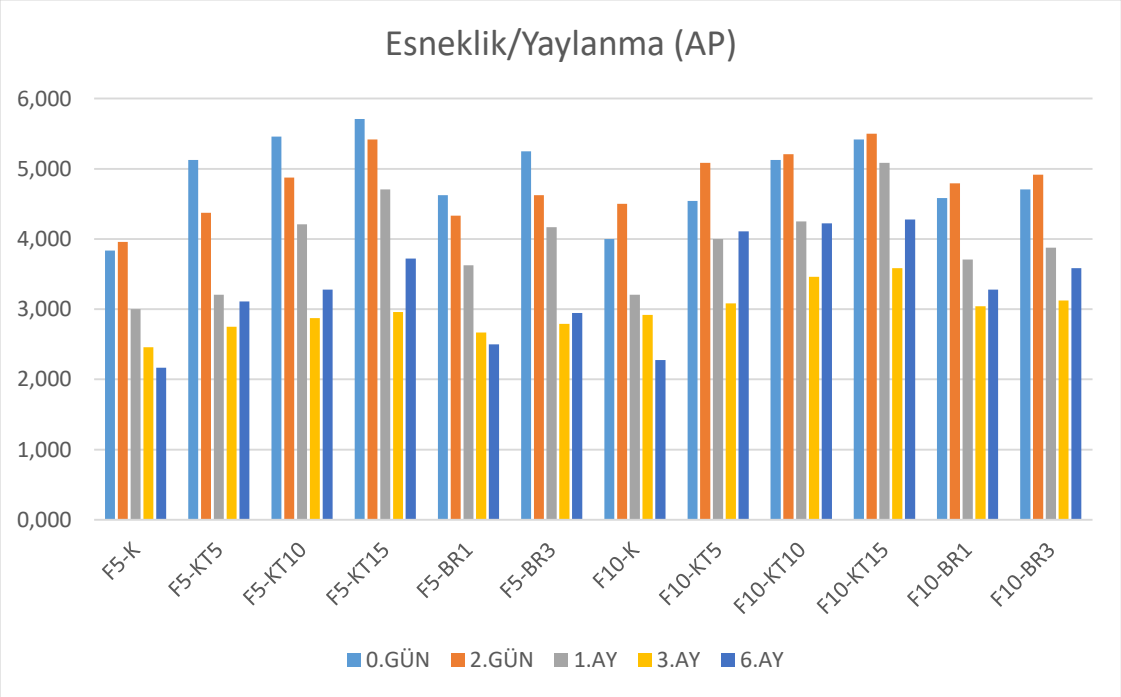
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

Tablo 4-94: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca esneklik/yaylanma (springiness) değerlerindeki değişimler (mm)

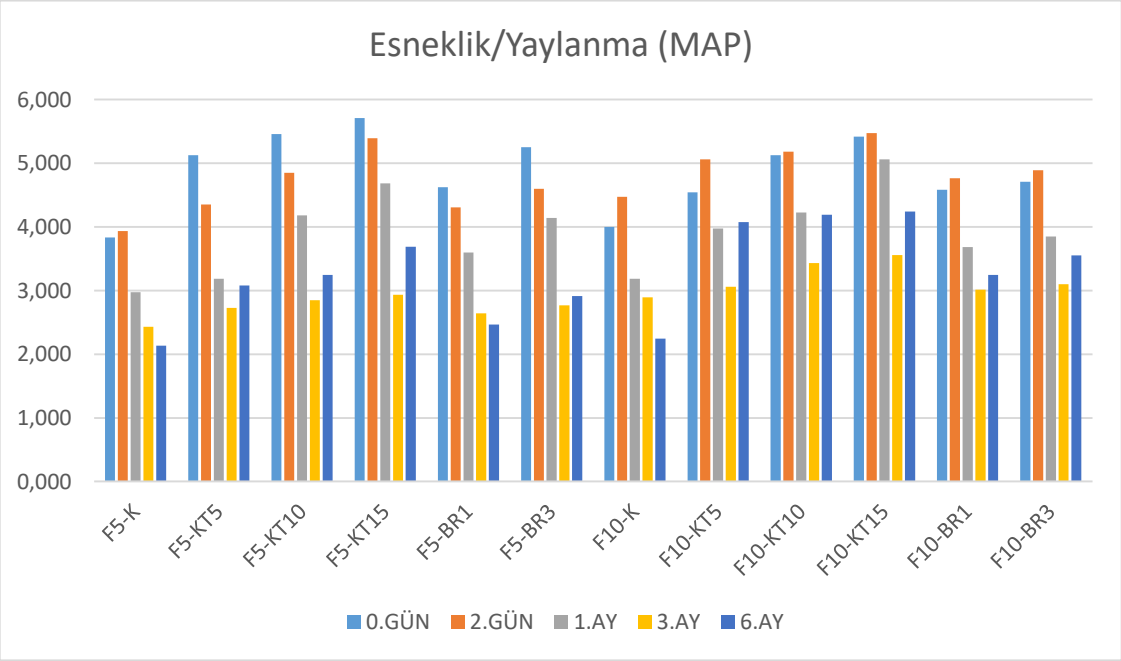
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	3,833	3,959	3,000	2,458	2,167
F5-KT5	5,125	4,375	3,208	2,751	3,112
F5-KT10	5,459	4,875	4,208	2,875	3,278
F5-KT15	5,708	5,417	4,708	2,958	3,722
F5-BR1	4,625	4,334	3,625	2,667	2,500
F5-BR3	5,250	4,625	4,167	2,792	2,945
F10-K	4,000	4,500	3,208	2,917	2,277
F10-KT5	4,542	5,084	4,000	3,083	4,111
F10-KT10	5,125	5,208	4,250	3,459	4,222
F10-KT15	5,417	5,500	5,084	3,584	4,278
F10-BR1	4,583	4,792	3,709	3,042	3,278
F10-BR3	4,708	4,917	3,875	3,125	3,584



Şekil 4-65: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca esneklik/yaylanma (springiness) değerlerindeki değişimler (mm)

Tablo 4-95: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca esneklik/yaylanma (springiness) değerlerindeki değişimler (mm)

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	3,833	3,934	2,975	2,433	2,133
F5-KT5	5,125	4,350	3,183	2,726	3,078
F5-KT10	5,459	4,850	4,183	2,850	3,245
F5-KT15	5,708	5,392	4,683	2,933	3,689
F5-BR1	4,625	4,309	3,600	2,642	2,467
F5-BR3	5,250	4,600	4,142	2,767	2,912
F10-K	4,000	4,475	3,183	2,892	2,244
F10-KT5	4,542	5,059	3,975	3,058	4,078
F10-KT10	5,125	5,183	4,225	3,434	4,189
F10-KT15	5,417	5,475	5,059	3,559	4,244
F10-BR1	4,583	4,767	3,684	3,017	3,244
F10-BR3	4,708	4,892	3,850	3,100	3,551



Şekil 4-66: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca esneklik/yaylanma (springiness) değerlerindeki değişimler (mm)

Tablo 4-96: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca esneklik/yaylanma (springiness) değerlerindeki değişimler (mm)

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	3,916^{d}	4,217^{c}	3,217^{c}	2,675	2,205^{d}
	KT5	4,833^{c}	4,717^{b}	3,592^{c}	2,904	3,595^{ab}
	KT10	5,292^{ab}	5,029^{ab}	4,217^{b}	3,154	3,734^{a}
	KT15	5,563^{a}	5,446^{a}	4,883^{a}	3,258	3,983^{a}
	BR1	4,604^{c}	4,550^{bc}	3,831^{bc}	2,842	2,872^{c}
	BR3	4,979^{bc}	4,758^{b}	3,706^{bc}	2,946	3,248^{b}
	SE	0,143	0,161	0,201	0,153	0,133
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	0,100	**0,000**
Paketleme	AP	4,865	4,799	3,920	2,976	3,290
	MAP	4,865	4,774	3,895	2,951	3,256
	SE	0,083	0,093	0,116	0,088	0,088
	P	1,000	0,850	0,879	0,842	0,760
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	5,000^{a}	4,585^{b}	3,807	2,737^{b}	2,937^{b}
	%10 Yağ	4,729^{b}	4,988^{a}	4,008	3,189^{a}	3,608^{a}
	SE	0,083	0,093	0,116	0,088	0,077
	P	**0,023**	**0,003**	0,224	**0,001**	**0,000**
Uygulama × Paketleme		1,000	1,000	0,637	1,000	1,000
Uygulama × Yağlılık		0,410	0,809	0,380	0,971	0,209
Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	0,986	1,000	1,000

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

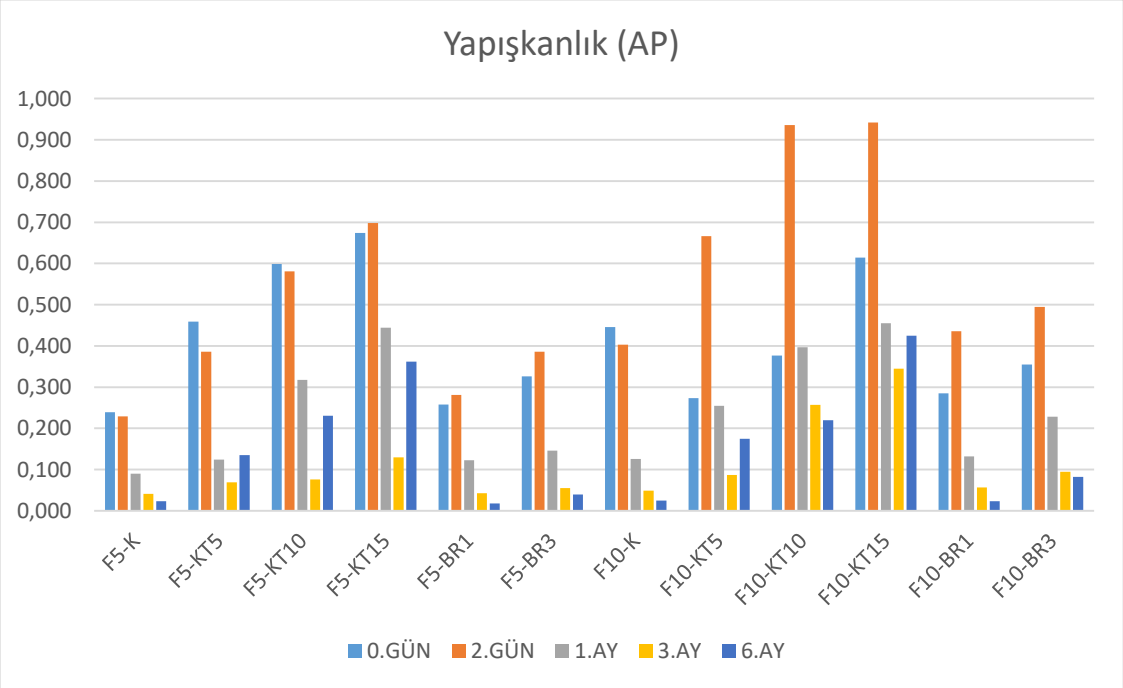
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

Tablo 4-97: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (adhesiveness) değerlerindeki değişimler (J)

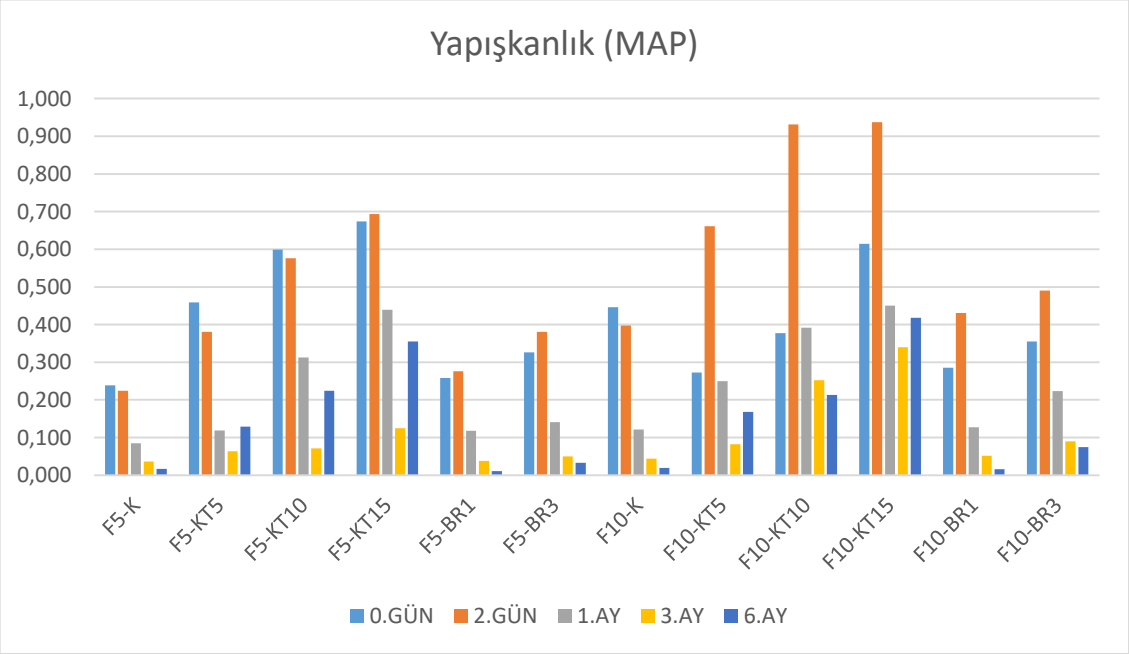
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	0,239	0,229	0,090	0,041	0,023
F5-KT5	0,459	0,386	0,124	0,069	0,135
F5-KT10	0,599	0,581	0,318	0,076	0,231
F5-KT15	0,674	0,698	0,444	0,130	0,362
F5-BR1	0,258	0,281	0,123	0,043	0,018
F5-BR3	0,326	0,386	0,146	0,055	0,040
F10-K	0,446	0,403	0,126	0,049	0,025
F10-KT5	0,273	0,666	0,255	0,087	0,175
F10-KT10	0,377	0,936	0,397	0,257	0,220
F10-KT15	0,614	0,942	0,455	0,345	0,425
F10-BR1	0,285	0,436	0,132	0,057	0,023
F10-BR3	0,355	0,495	0,228	0,095	0,082



Şekil 4-67: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (adhesiveness) değerlerindeki değişimler (J)

Tablo 4-98: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (adhesiveness) değerlerindeki değişimler (J)

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	0,239	0,224	0,085	0,036	0,017
F5-KT5	0,459	0,381	0,119	0,064	0,129
F5-KT10	0,599	0,576	0,313	0,071	0,224
F5-KT15	0,674	0,693	0,439	0,125	0,355
F5-BR1	0,258	0,276	0,118	0,038	0,011
F5-BR3	0,326	0,381	0,141	0,050	0,033
F10-K	0,446	0,398	0,121	0,044	0,019
F10-KT5	0,273	0,661	0,250	0,082	0,168
F10-KT10	0,377	0,931	0,392	0,252	0,213
F10-KT15	0,614	0,937	0,450	0,340	0,418
F10-BR1	0,285	0,431	0,127	0,052	0,016
F10-BR3	0,355	0,49	0,223	0,090	0,075



Şekil 4-68: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (adhesiveness) değerlerindeki değişimler (J)

Tablo 4-99: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (adhesiveness) değerlerindeki değişimler (J)

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	0,343^{cd}	0,313^{d}	0,105^{c}	0,043^{c}	0,021^{d}
	KT5	0,366^{c}	0,524^{b}	0,187^{c}	0,075^{c}	0,152^{c}
	KT10	0,488^{b}	0,756^{a}	0,355^{b}	0,164^{b}	0,222^{b}
	KT15	0,644^{a}	0,817^{a}	0,447^{a}	0,235^{a}	0,390^{a}
	BR1	0,271^{d}	0,356^{cd}	0,125^{c}	0,048^{c}	0,017^{d}
	BR3	0,341^{cd}	0,438^{bc}	0,185^{c}	0,073^{c}	0,058^{d}
	SE	0,025	0,038	0,027	0,021	0,022
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	0,409	0,536	0,236	0,109	0,147
	MAP	0,409	0,531	0,231	0,104	0,140
	SE	0,015	0,022	0,016	0,012	0,012
	P	1,000	0,873	0,823	0,775	0,714
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	0,426	0,424^{b}	0,205^{b}	0,066^{b}	0,132
	%10 Yağ	0,391	0,644^{a}	0,263^{a}	0,146^{a}	0,155
	SE	0,015	0,022	0,016	0,012	0,013
	P	0,102	**0,000**	**0,011**	**0,000**	0,202
Uygulama × Paketleme		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Uygulama × Yağlılık		**0,000**	0,227	0,582	**0,001**	0,835
Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	0,999	0,999
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

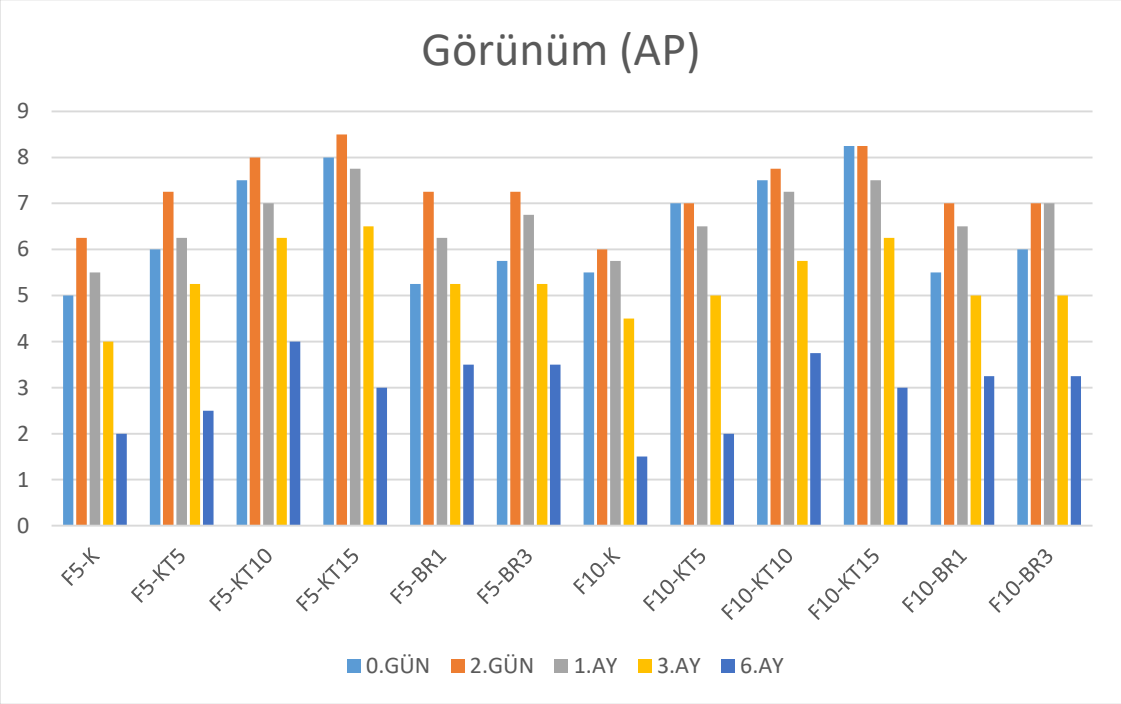
SE: Standart hata

4.4. Keten Tohumu ve Rüşeym Ilavesi ile Üretilen Düşük Yağlı Burger Köfte Örneklerinin Muhafaza Süresi Boyunca Duyusal Analiz Bulguları

Keten tohumu ve buğday rüşeymi ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin 6 aylık depolama periyodu boyunca duyusal olarak muayenesi yapılmış ve örneklerin renk, koku, kıvam, lezzet ve genel kabul edilebilirlik kriterlerindeki değişimler panelistler tarafından belirlenmiştir. Bu değişimler Tablo 4-100 – 4-162 ve Şekil 4-69 – 4-111'de gösterilmiş olup, tüketiciler için örneklerin duyusal profili belirlenmeye çalışılmıştır. Bu doğrultuda, burger köftelerinin görünüm ve renk (renk tonu, renk yoğunluğu) kriterleri ile koku (koku yoğunluğu, unumsu koku, körü koku) kriterleri çiğ örneklerden, doku (yumuşaklık, sululuk, yapışkanlık, çiğnenebilirlik) kriterleri hem çiğ hem pişmiş örneklerden, lezzet (lezzet yoğunluğu, lezzet kalitesi, tuzlu tat, baharatlı tat, unumsu tat, kötü tat) kiterleri ise sadece pişmiş örneklerden değerlendirilmiştir.

Tablo 4-100: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca görünüm (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

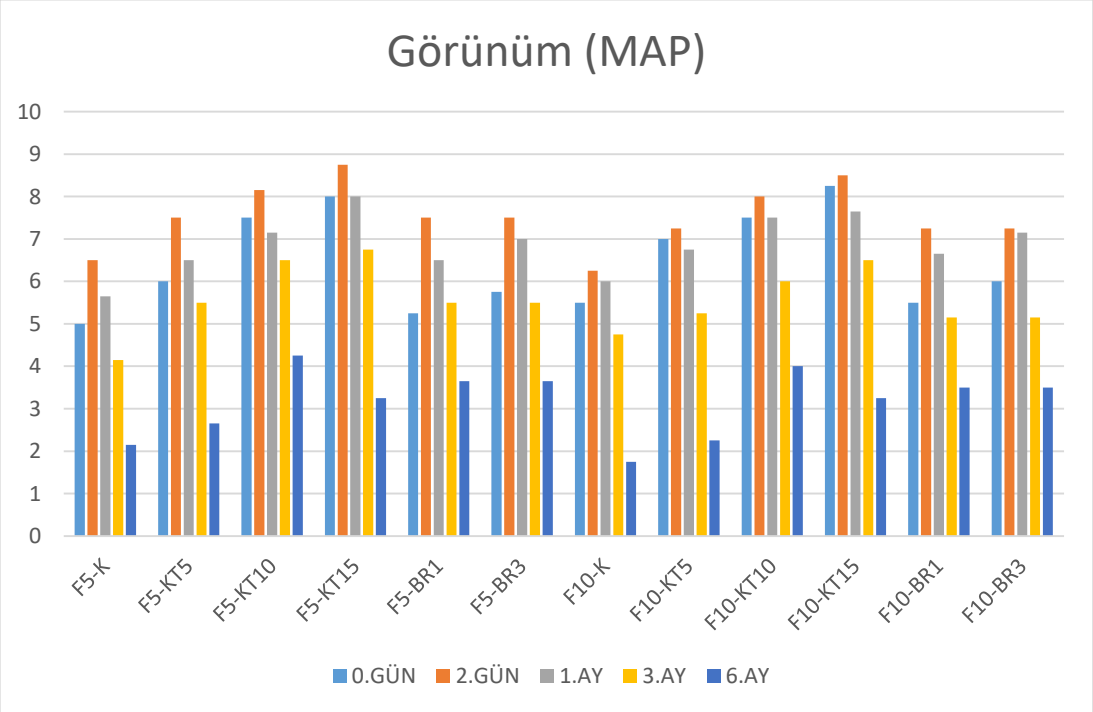
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	5	6,25	5,5	4,00	2,00
F5-KT5	6	7,25	6,25	5,25	2,50
F5-KT10	7,5	8	7	6,25	4,00
F5-KT15	8	8,5	7,75	6,50	3,00
F5-BR1	5,25	7,25	6,25	5,25	3,50
F5-BR3	5,75	7,25	6,75	5,25	3,50
F10-K	5,5	6	5,75	4,50	1,50
F10-KT5	7	7	6,5	5,00	2,00
F10-KT10	7,5	7,75	7,25	5,75	3,75
F10-KT15	8,25	8,25	7,5	6,25	3,00
F10-BR1	5,5	7	6,5	5,00	3,25
F10-BR3	6	7	7	5,00	3,25



Şekil 4-69: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca görünüm (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-101: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca görünüm (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	5	6,5	5,65	4,15	2,15
F5-KT5	6	7,5	6,5	5,5	2,65
F5-KT10	7,5	8,15	7,15	6,5	4,25
F5-KT15	8	8,75	8	6,75	3,25
F5-BR1	5,25	7,5	6,5	5,5	3,65
F5-BR3	5,75	7,5	7	5,5	3,65
F10-K	5,5	6,25	6	4,75	1,75
F10-KT5	7	7,25	6,75	5,25	2,25
F10-KT10	7,5	8	7,5	6	4
F10-KT15	8,25	8,5	7,65	6,5	3,25
F10-BR1	5,5	7,25	6,65	5,15	3,5
F10-BR3	6	7,25	7,15	5,15	3,5



Şekil 4-70: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca görünüm (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-102: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca görünüm değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	5,250^{c}	6,250^{c}	5,725^{c}	4,350^{c}	1,850^{c}
	KT5	6,500^{b}	7,250^{b}	6,500^{bc}	5,250^{b}	2,350^{c}
	KT10	7,500^{a}	7,975^{a}	7,225^{ab}	6,125^{a}	4,000^{a}
	KT15	8,125^{a}	8,500^{a}	7,725^{a}	6,500^{a}	3,125^{b}
	BR1	5,375^{c}	7,250^{b}	6,475^{bc}	5,225^{b}	3,475^{ab}
	BR3	5,875^{bc}	7,250^{b}	6,975^{ab}	5,225^{b}	3,475^{ab}
	SE	0,268	0,234	0,303	0,263	0,206
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	6,438	7,292	6,667	5,333	2,938
	MAP	6,438	7,533	6,875	5,558	3,154
	SE	0,155	0,135	0,175	0,152	0,119
	P	1,000	0,211	0,402	0,298	0,203
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	6,250	7,533	6,692	5,533	3,175
	%10 Yağ	6,625	7,292	6,850	5,358	2,917
	SE	0,155	0,135	0,175	0,152	0,119
	P	0,090	0,211	0,524	0,418	0,130
Uygulama × Paketleme		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Uygulama × Yağlılık		0,837	1,000	0,982	0,785	0,972
Paketleme × Yağlılık		1,000	0,965	0,973	0,969	0,844
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

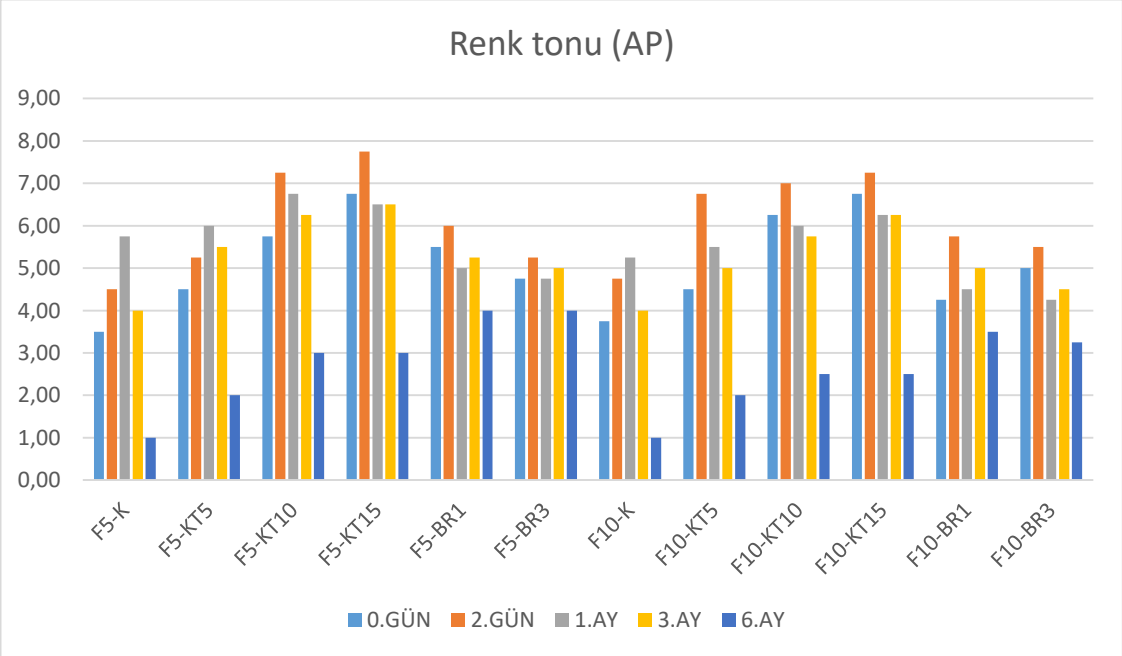
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

Tablo 4-103: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca renk tonu (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

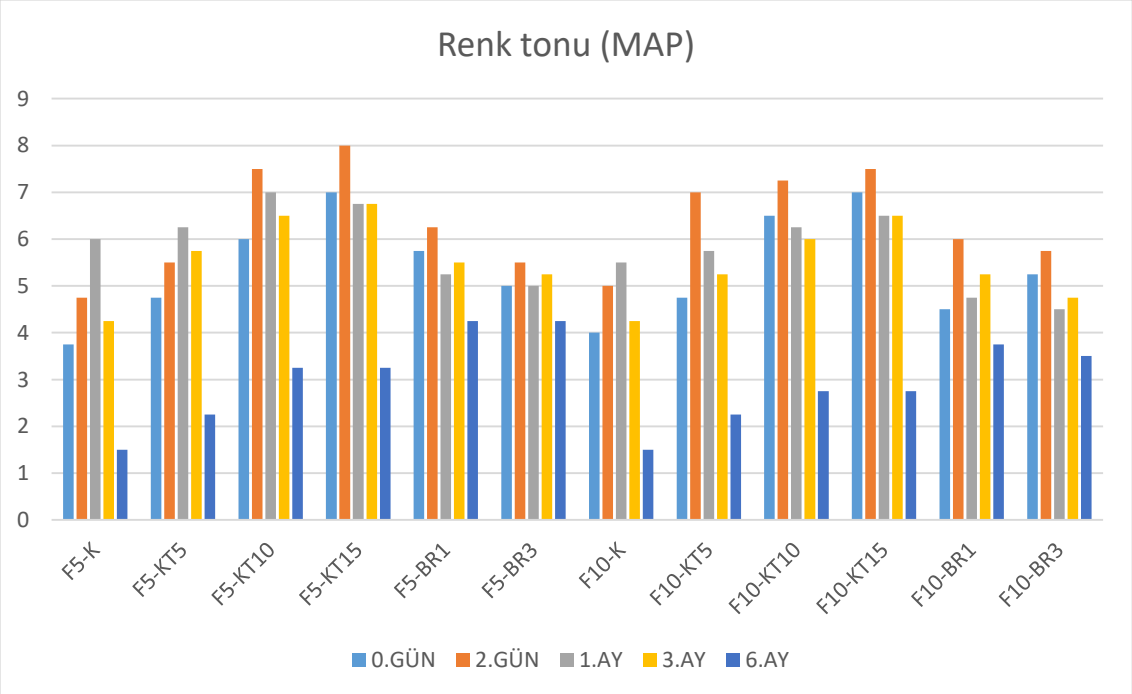
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	3,50	4,50	5,75	4,00	1,00
F5-KT5	4,50	5,25	6,00	5,50	2,00
F5-KT10	5,75	7,25	6,75	6,25	3,00
F5-KT15	6,75	7,75	6,50	6,50	3,00
F5-BR1	5,50	6,00	5,00	5,25	4,00
F5-BR3	4,75	5,25	4,75	5,00	4,00
F10-K	3,75	4,75	5,25	4,00	1,00
F10-KT5	4,50	6,75	5,50	5,00	2,00
F10-KT10	6,25	7,00	6,00	5,75	2,50
F10-KT15	6,75	7,25	6,25	6,25	2,50
F10-BR1	4,25	5,75	4,50	5,00	3,50
F10-BR3	5,00	5,50	4,25	4,50	3,25



Şekil 4-71: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca renk tonu (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-104: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca renk tonu (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	3,75	4,75	6	4,25	1,50
F5-KT5	4,75	5,5	6,25	5,75	2,25
F5-KT10	6	7,5	7	6,50	3,25
F5-KT15	7	8	6,75	6,75	3,25
F5-BR1	5,75	6,25	5,25	5,50	4,25
F5-BR3	5	5,5	5	5,25	4,25
F10-K	4	5	5,5	4,25	1,50
F10-KT5	4,75	7	5,75	5,25	2,25
F10-KT10	6,5	7,25	6,25	6,00	2,75
F10-KT15	7	7,5	6,5	6,50	2,75
F10-BR1	4,5	6	4,75	5,25	3,75
F10-BR3	5,25	5,75	4,5	4,75	3,50



Şekil 4-72: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca renk tonu (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-105: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca renk tonu değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	3,750^{c}	4,750^{c}	5,625^{ab}	4,125^{c}	1,250^{d}
	KT5	4,625^{bc}	6,125^{b}	5,875^{a}	5,375^{b}	2,125^{c}
	KT10	6,125^{a}	7,250^{a}	6,500^{a}	6,125^{a}	2,875^{b}
	KT15	6,875^{a}	7,625^{a}	6,500^{a}	6,500^{a}	2,875^{b}
	BR1	5,000^{b}	6,000^{b}	4,875^{bc}	5,250^{b}	3,875^{a}
	BR3	5,000^{b}	5,500^{b}	4,625^{c}	4,875^{b}	3,750^{a}
	SE	0,310	0,222	0,329	0,193	0,149
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	5,104	6,083	5,542	5,250	2,646^{b}
	MAP	5,354	6,333	5,792	5,500	2,938^{a}
	SE	0,179	0,128	0,190	0,112	0,086
	P	0,327	0,173	0,356	0,117	**0,019**
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	5,250	6,125	5,917	5,542^{a}	2,979^{a}
	%10 Yağ	5,208	6,292	5,417	5,208^{b}	2,604^{b}
	SE	0,179	0,128	0,190	0,112	0,086
	P	0,870	0,362	0,067	**0,038**	**0,003**
Uygulama × Paketleme		1,000	1,000	1,000	1,000	0,988
Uygulama × Yağlılık		0,424	**0,032**	0,998	0,923	0,390
Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

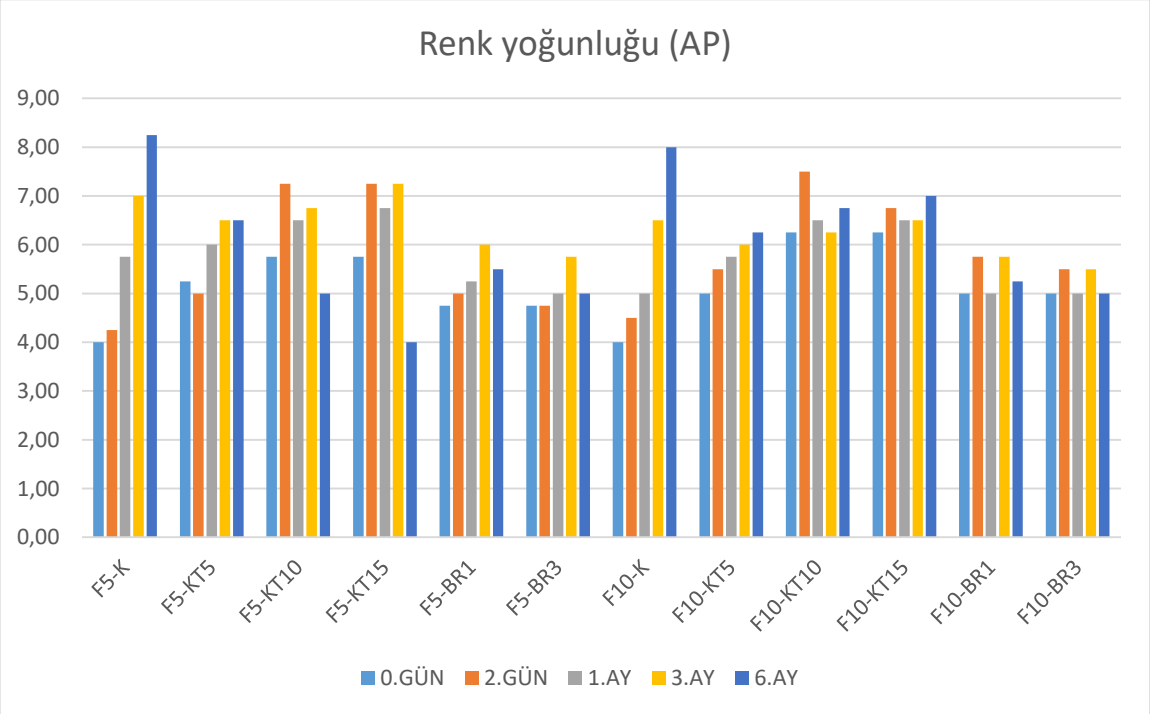
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

Tablo 4-106: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca renk yoğunluğu (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

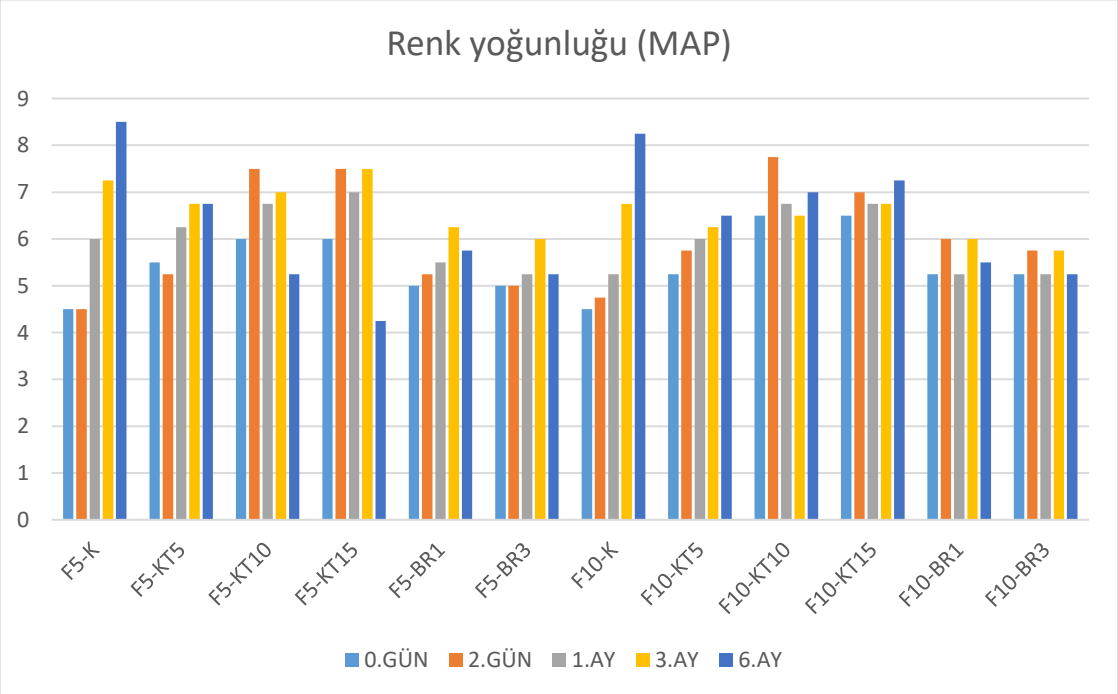
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	4,00	4,25	5,75	7,00	8,25
F5-KT5	5,25	5,00	6,00	6,50	6,50
F5-KT10	5,75	7,25	6,50	6,75	5,00
F5-KT15	5,75	7,25	6,75	7,25	4,00
F5-BR1	4,75	5,00	5,25	6,00	5,50
F5-BR3	4,75	4,75	5,00	5,75	5,00
F10-K	4,00	4,50	5,00	6,50	8,00
F10-KT5	5,00	5,50	5,75	6,00	6,25
F10-KT10	6,25	7,50	6,50	6,25	6,75
F10-KT15	6,25	6,75	6,50	6,50	7,00
F10-BR1	5,00	5,75	5,00	5,75	5,25
F10-BR3	5,00	5,50	5,00	5,50	5,00



Şekil 4-73: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca renk yoğunluğu (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-107: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca renk yoğunluğu (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	4,5	4,5	6	7,25	8,50
F5-KT5	5,5	5,25	6,25	6,75	6,75
F5-KT10	6	7,5	6,75	7,00	5,25
F5-KT15	6	7,5	7	7,50	4,25
F5-BR1	5	5,25	5,5	6,25	5,75
F5-BR3	5	5	5,25	6,00	5,25
F10-K	4,5	4,75	5,25	6,75	8,25
F10-KT5	5,25	5,75	6	6,25	6,50
F10-KT10	6,5	7,75	6,75	6,50	7,00
F10-KT15	6,5	7	6,75	6,75	7,25
F10-BR1	5,25	6	5,25	6,00	5,50
F10-BR3	5,25	5,75	5,25	5,75	5,25



Şekil 4-74: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca renk yoğunluğu (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-108: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca renk yoğunluğu değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	4,250^{b}	4,500^{c}	5,500^{ab}	6,875^{ab}	8,250^{a}
	KT5	5,250^{ab}	5,375^{b}	6,000^{ab}	6,375^{bc}	6,500^{b}
	KT10	6,125^{a}	7,500^{a}	6,625^{a}	6,625^{ab}	6,000^{bc}
	KT15	6,125^{a}	7,125^{a}	6,750^{a}	7,000^{a}	5,625^{cd}
	BR1	5,000^{b}	5,500^{b}	5,250^{b}	6,000^{cd}	5,500^{cd}
	BR3	5,000^{b}	5,250^{b}	5,125^{b}	5,750^{d}	5,125^{d}
	SE	0,331	0,220	0,409	0,193	0,224
	P	**0,001**	**0,000**	**0,019**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	5,146	5,750	5,750	6,313	6,042
	MAP	5,438	6,000	6,000	6,563	6,292
	SE	0,191	0,127	0,236	0,112	0,130
	P	0,285	0,169	0,457	0,117	0,177
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	5,188	5,708	6,000	6,667^{a}	5,833^{b}
	%10 Yağ	5,396	6,042	5,750	6,208^{b}	6,500^{a}
	SE	0,191	0,127	0,236	0,112	0,130
	P	0,444	0,068	0,457	**0,005**	**0,001**
Uygulama × Paketleme		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Uygulama × Yağlılık		0,964	0,361	0,989	0,945	**0,000**
Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

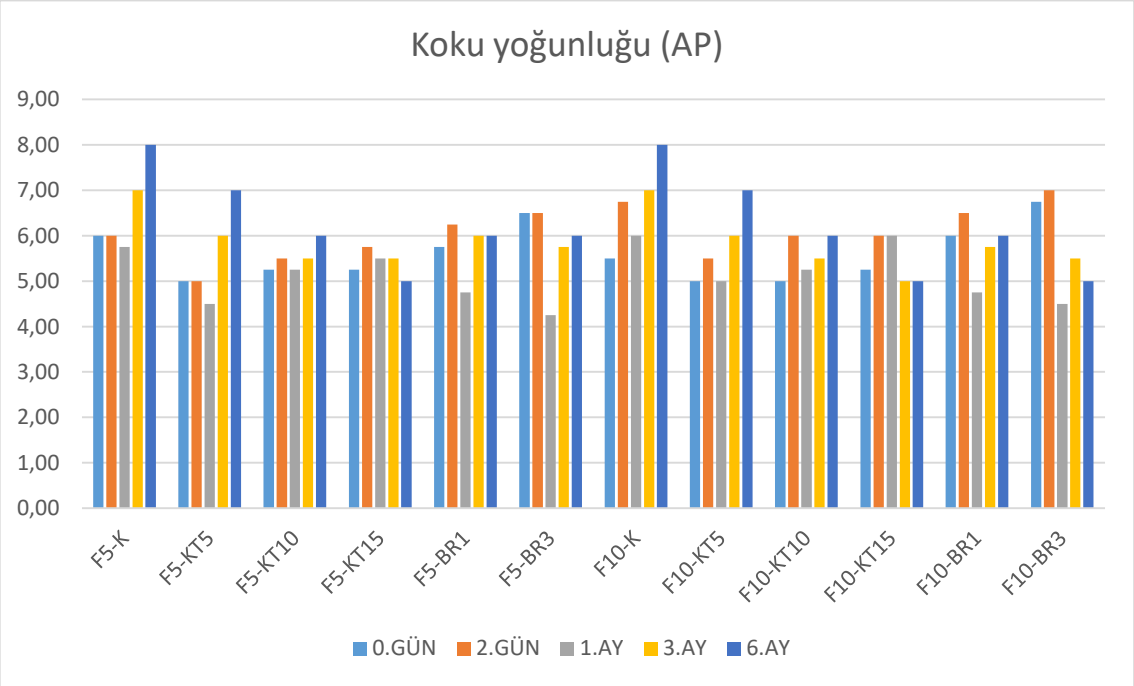
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

Tablo 4-109: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca koku yoğunluğu (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

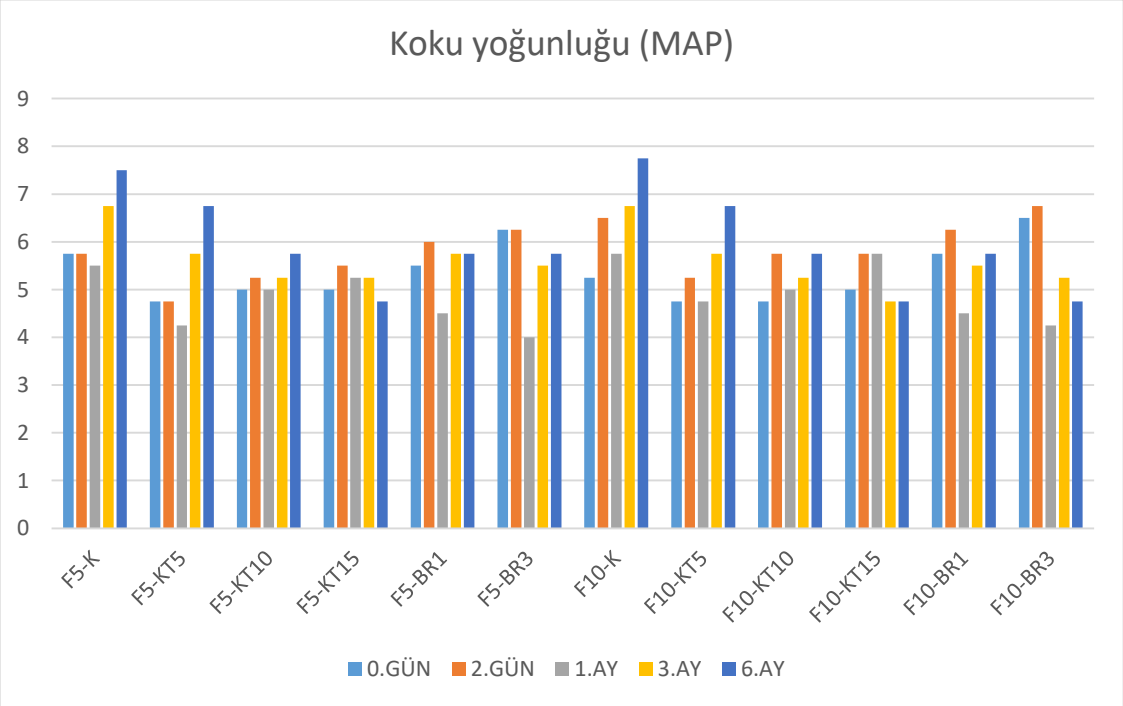
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	6,00	6,00	5,75	7,00	8,00
F5-KT5	5,00	5,00	4,50	6,00	7,00
F5-KT10	5,25	5,50	5,25	5,50	6,00
F5-KT15	5,25	5,75	5,50	5,50	5,00
F5-BR1	5,75	6,25	4,75	6,00	6,00
F5-BR3	6,50	6,50	4,25	5,75	6,00
F10-K	5,50	6,75	6,00	7,00	8,00
F10-KT5	5,00	5,50	5,00	6,00	7,00
F10-KT10	5,00	6,00	5,25	5,50	6,00
F10-KT15	5,25	6,00	6,00	5,00	5,00
F10-BR1	6,00	6,50	4,75	5,75	6,00
F10-BR3	6,75	7,00	4,50	5,50	5,00



Şekil 4-75: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca koku yoğunluğu (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-110: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca koku yoğunluğu (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	5,75	5,75	5,5	6,75	7,50
F5-KT5	4,75	4,75	4,25	5,75	6,75
F5-KT10	5	5,25	5	5,25	5,75
F5-KT15	5	5,5	5,25	5,25	4,75
F5-BR1	5,5	6	4,5	5,75	5,75
F5-BR3	6,25	6,25	4	5,50	5,75
F10-K	5,25	6,5	5,75	6,75	7,75
F10-KT5	4,75	5,25	4,75	5,75	6,75
F10-KT10	4,75	5,75	5	5,25	5,75
F10-KT15	5	5,75	5,75	4,75	4,75
F10-BR1	5,75	6,25	4,5	5,50	5,75
F10-BR3	6,5	6,75	4,25	5,25	4,75



Şekil 4-76: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca koku yoğunluğu (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-111: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca koku yoğunluğu değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	5,625^{ab}	6,250^{ab}	5,750^{a}	6,875^{a}	7,813^{a}
	KT5	4,875^{b}	5,125^{c}	4,625^{ab}	5,875^{b}	6,875^{b}
	KT10	5,000^{b}	5,625^{bc}	5,125^{ab}	5,375^{bc}	5,875^{c}
	KT15	5,125^{b}	5,750^{bc}	5,625^{a}	5,125^{c}	4,875^{d}
	BR1	5,750^{ab}	6,250^{ab}	4,625^{ab}	5,750^{bc}	5,875^{c}
	BR3	6,500^{a}	6,625^{a}	4,250^{b}	5,500^{bc}	5,375^{c}
	SE	0,347	0,262	0,367	0,210	0,170
	P	**0,014**	**0,002**	**0,027**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	5,604	6,063	5,125	5,875	6,250
	MAP	5,354	5,813	4,875	5,625	5,979
	SE	0,201	0,151	0,212	0,121	0,098
	P	0,381	0,246	0,407	0,150	0,055
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	5,500	5,708^{b}	4,875	5,833	6,188
	%10 Yağ	5,458	6,167^{a}	5,125	5,667	6,042
	SE	0,201	0,151	0,212	0,121	0,098
	P	0,884	**0,035**	0,407	0,335	0,297
Uygulama × Paketleme		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Uygulama × Yağlılık		0,970	0,985	0,993	0,946	0,189
Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	0,881
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

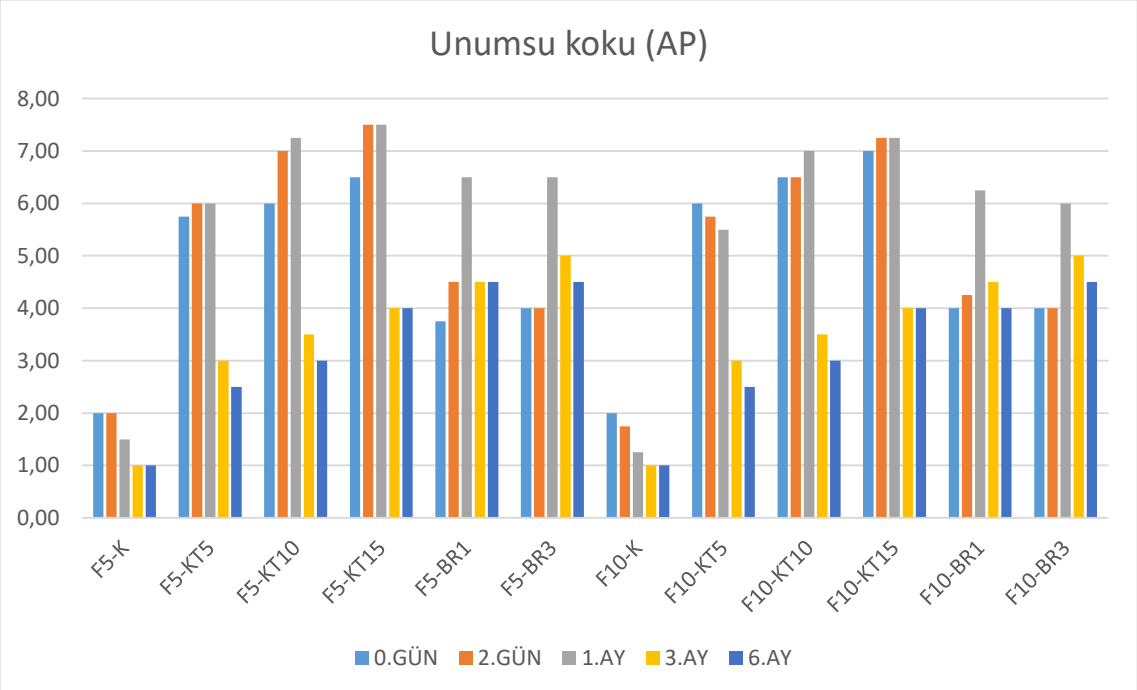
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

Tablo 4-112: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca unumsu koku (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

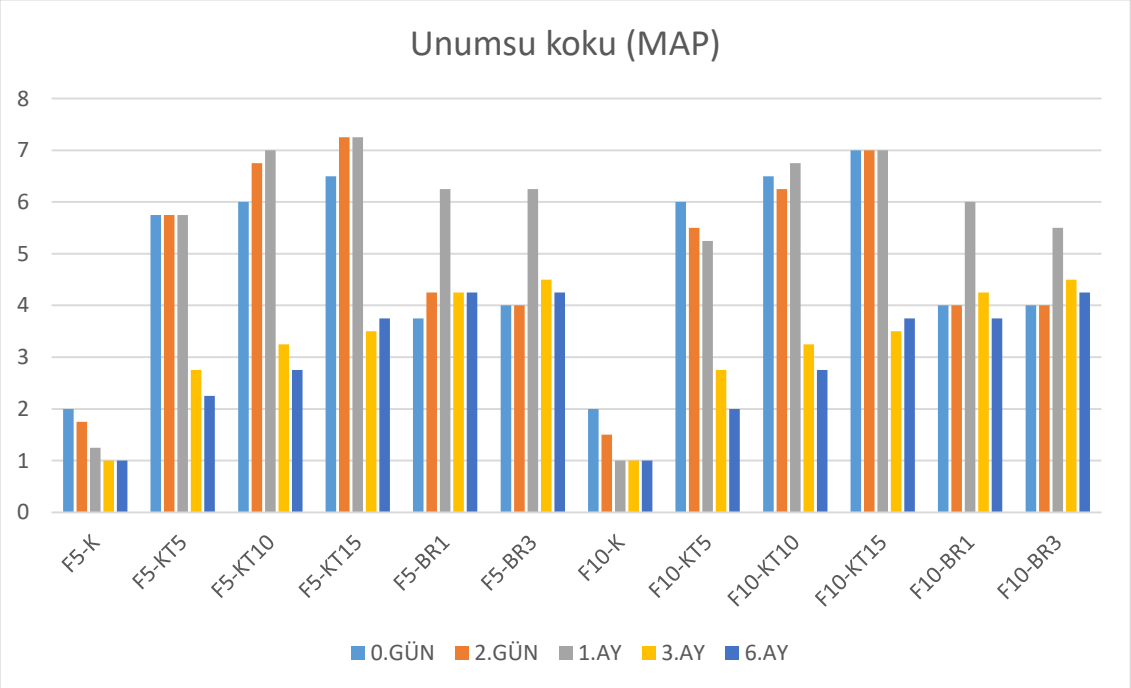
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	2,00	2,00	1,50	1,00	1,00
F5-KT5	5,75	6,00	6,00	3,00	2,50
F5-KT10	6,00	7,00	7,25	3,50	3,00
F5-KT15	6,50	7,50	7,50	4,00	4,00
F5-BR1	3,75	4,50	6,50	4,50	4,50
F5-BR3	4,00	4,00	6,50	5,00	4,50
F10-K	2,00	1,75	1,25	1,00	1,00
F10-KT5	6,00	5,75	5,50	3,00	2,50
F10-KT10	6,50	6,50	7,00	3,50	3,00
F10-KT15	7,00	7,25	7,25	4,00	4,00
F10-BR1	4,00	4,25	6,25	4,50	4,00
F10-BR3	4,00	4,00	6,00	5,00	4,50



Şekil 4-77: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca unumsu koku (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-113: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca unumsu koku (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	2	1,75	1,25	1,00	1,00
F5-KT5	5,75	5,75	5,75	2,75	2,25
F5-KT10	6	6,75	7	3,25	2,75
F5-KT15	6,5	7,25	7,25	3,50	3,75
F5-BR1	3,75	4,25	6,25	4,25	4,25
F5-BR3	4	4	6,25	4,50	4,25
F10-K	2	1,5	1	1,00	1,00
F10-KT5	6	5,5	5,25	2,75	2,00
F10-KT10	6,5	6,25	6,75	3,25	2,75
F10-KT15	7	7	7	3,50	3,75
F10-BR1	4	4	6	4,25	3,75
F10-BR3	4	4	5,5	4,50	4,25



Şekil 4-78: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca unumsu koku (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-114: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca unumsu koku değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	2,000^{d}	1,750^{e}	1,250^{c}	1,000^{d}	1,000^{e}
	KT5	5,875^{b}	5,750^{c}	5,625^{b}	2,875^{c}	2,313^{d}
	KT10	6,250^{ab}	6,625^{b}	7,000^{a}	3,375^{bc}	2,875^{c}
	KT15	6,750^{a}	7,250^{a}	7,250^{a}	3,750^{b}	3,875^{b}
	BR1	3,875^{c}	4,250^{d}	6,250^{b}	4,375^{a}	4,125^{ab}
	BR3	4,000^{c}	4,000^{d}	6,063^{b}	4,750^{a}	4,375^{a}
	SE	0,189	0,168	0,247	0,188	0,166
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	4,792	5,042	5,708	3,500	3,208
	MAP	4,792	4,833	5,438	3,208	2,979
	SE	0,109	0,097	0,143	0,108	0,096
	P	1,000	0,133	0,183	0,061	0,095
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	4,667	5,063	5,750	3,354	3,146
	%10 Yağ	4,917	4,813	5,396	3,354	3,042
	SE	0,109	0,097	0,143	0,108	0,096
	P	0,109	0,072	0,083	1,000	0,445
Uygulama × Paketleme		1,000	0,993	1,000	0,938	0,953
Uygulama × Yağlılık		0,880	0,952	0,989	1,000	0,872
Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	0,918	1,000	0,878
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

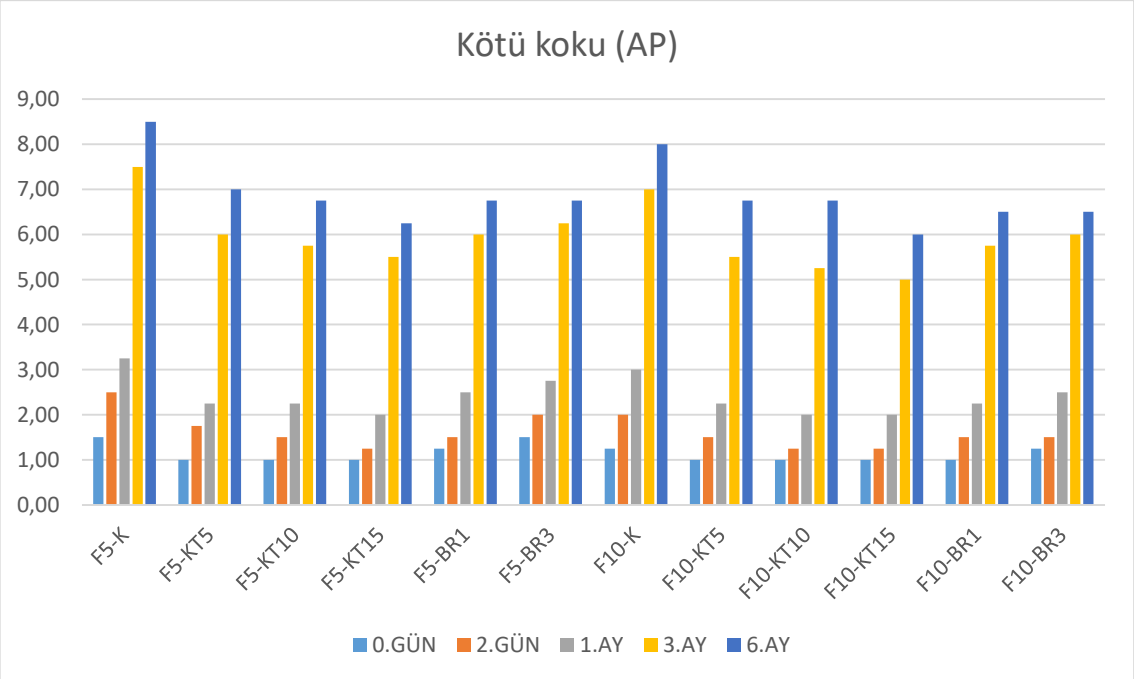
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır ($P<0,05$).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur ($P>0,05$). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

Tablo 4-115: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kötü koku (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

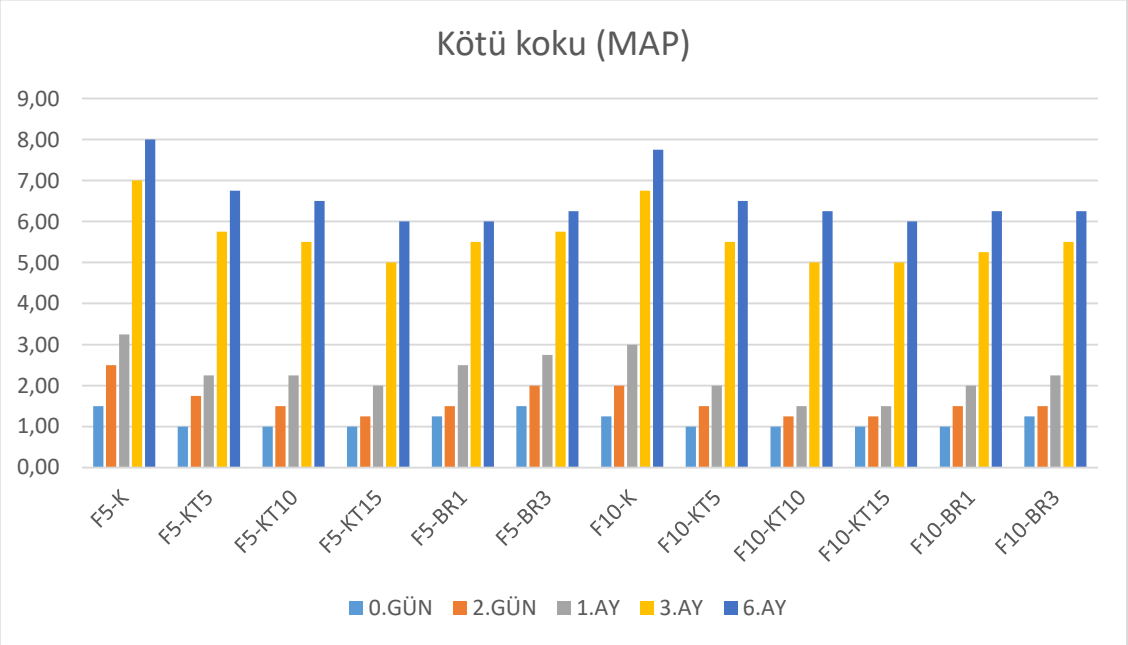
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	1,50	2,50	3,25	7,50	8,50
F5-KT5	1,00	1,75	2,25	6,00	7,00
F5-KT10	1,00	1,50	2,25	5,75	6,75
F5-KT15	1,00	1,25	2,00	5,50	6,25
F5-BR1	1,25	1,50	2,50	6,00	6,75
F5-BR3	1,50	2,00	2,75	6,25	6,75
F10-K	1,25	2,00	3,00	7,00	8,00
F10-KT5	1,00	1,50	2,25	5,50	6,75
F10-KT10	1,00	1,25	2,00	5,25	6,75
F10-KT15	1,00	1,25	2,00	5,00	6,00
F10-BR1	1,00	1,50	2,25	5,75	6,50
F10-BR3	1,25	1,50	2,50	6,00	6,50



Şekil 4-79: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kötü koku (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-116: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kötü koku (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	1,50	2,50	3,25	7,00	8,00
F5-KT5	1,00	1,75	2,25	5,75	6,75
F5-KT10	1,00	1,50	2,25	5,50	6,50
F5-KT15	1,00	1,25	2,00	5,00	6,00
F5-BR1	1,25	1,50	2,50	5,50	6,00
F5-BR3	1,50	2,00	2,75	5,75	6,25
F10-K	1,25	2,00	3,00	6,75	7,75
F10-KT5	1,00	1,50	2,00	5,50	6,50
F10-KT10	1,00	1,25	1,50	5,00	6,25
F10-KT15	1,00	1,25	1,50	5,00	6,00
F10-BR1	1,00	1,50	2,00	5,25	6,25
F10-BR3	1,25	1,50	2,25	5,50	6,25



Şekil 4-80: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kötü koku (çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-117: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kötü koku değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	1,375^{a}	2,250^{a}	3,125^{a}	7,063^{a}	8,063^{a}
	KT5	1,000^{b}	1,625^{b}	2,188^{b}	5,688^{b}	6,750^{b}
	KT10	1,000^{b}	1,375^{b}	2,000^{b}	5,375^{bc}	6,563^{bc}
	KT15	1,000^{b}	1,250^{b}	1,875^{b}	5,125^{c}	6,063^{c}
	BR1	1,125^{ab}	1,500^{b}	2,313^{b}	5,625^{b}	6,375^{bc}
	BR3	1,375^{a}	1,750^{b}	2,563^{ab}	5,875^{b}	6,438^{bc}
	SE	0,086	0,161	0,245	0,164	0,191
	P	**0,001**	**0,001**	**0,008**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	1,146	1,625	2,417	5,958^{a}	6,875^{a}
	MAP	1,146	1,625	2,271	5,625^{b}	6,542^{b}
	SE	0,050	0,093	0,142	0,095	0,110
	P	1,000	1,000	0,469	**0,015**	**0,036**
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	1,208	1,750	2,500	5,958^{a}	6,792
	%10 Yağ	1,083	1,500	2,188	5,625^{b}	6,625
	SE	0,050	0,093	0,142	0,095	0,110
	P	0,079	0,062	0,123	**0,015**	0,289
Uygulama × Paketleme		1,000	1,000	0,999	0,956	0,989
Uygulama × Yağlılık		0,673	0,790	0,996	0,992	0,989
Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	0,469	0,536	0,595
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	0,999	0,992	0,989

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

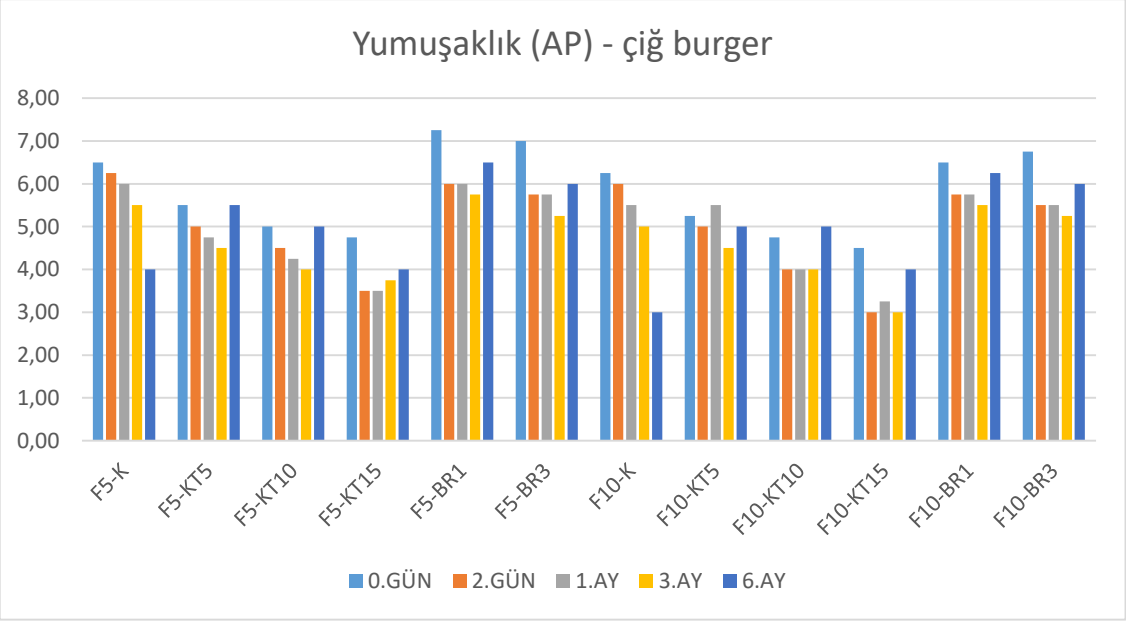
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

Tablo 4-118: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yumuşaklık (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

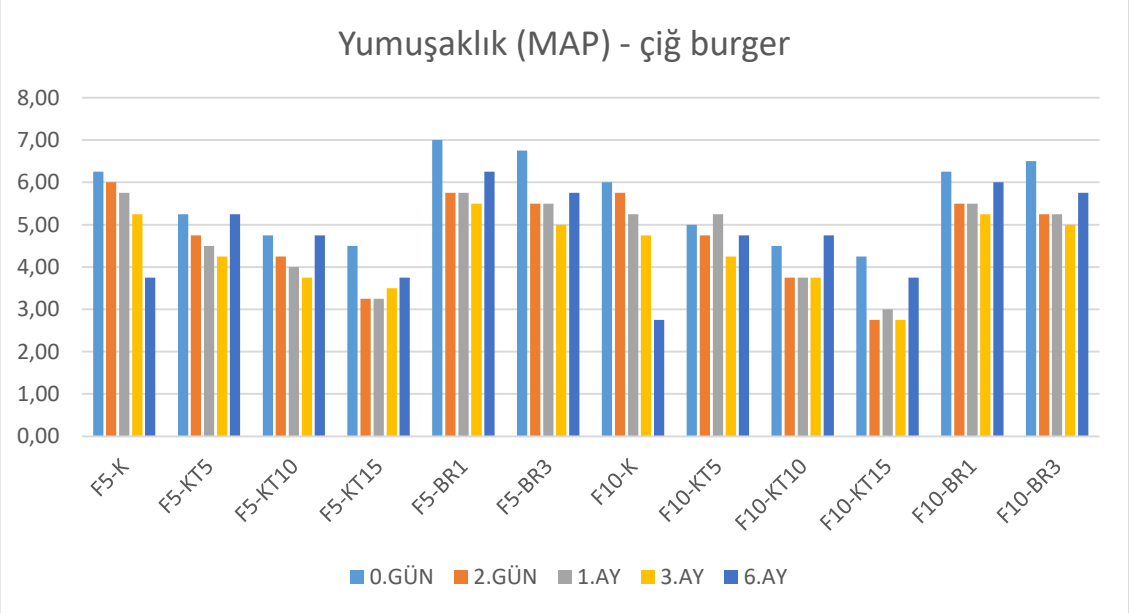
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	6,50	6,25	6,00	5,50	4,00
F5-KT5	5,50	5,00	4,75	4,50	5,50
F5-KT10	5,00	4,50	4,25	4,00	5,00
F5-KT15	4,75	3,50	3,50	3,75	4,00
F5-BR1	7,25	6,00	6,00	5,75	6,50
F5-BR3	7,00	5,75	5,75	5,25	6,00
F10-K	6,25	6,00	5,50	5,00	3,00
F10-KT5	5,25	5,00	5,50	4,50	5,00
F10-KT10	4,75	4,00	4,00	4,00	5,00
F10-KT15	4,50	3,00	3,25	3,00	4,00
F10-BR1	6,50	5,75	5,75	5,50	6,25
F10-BR3	6,75	5,50	5,50	5,25	6,00



Şekil 4-81: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yumuşaklık (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-119: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yumuşaklık (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	6,25	6,00	5,75	5,25	3,75
F5-KT5	5,25	4,75	4,50	4,25	5,25
F5-KT10	4,75	4,25	4,00	3,75	4,75
F5-KT15	4,50	3,25	3,25	3,50	3,75
F5-BR1	7,00	5,75	5,75	5,50	6,25
F5-BR3	6,75	5,50	5,50	5,00	5,75
F10-K	6,00	5,75	5,25	4,75	2,75
F10-KT5	5,00	4,75	5,25	4,25	4,75
F10-KT10	4,50	3,75	3,75	3,75	4,75
F10-KT15	4,25	2,75	3,00	2,75	3,75
F10-BR1	6,25	5,50	5,50	5,25	6,00
F10-BR3	6,50	5,25	5,25	5,00	5,75



Şekil 4-82: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yumuşaklık (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-120: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yumuşaklık (çiğ burger köftesi) değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	6,250^{ab}	6,000^{a}	5,625^{a}	5,125^{a}	3,375^{c}
	KT5	5,250^{bc}	4,875^{bc}	5,000^{ab}	4,375^{b}	5,125^{b}
	KT10	4,750^{c}	4,125^{c}	4,000^{bc}	3,875^{b}	4,875^{b}
	KT15	4,500^{c}	3,125^{d}	3,250^{c}	3,250^{c}	3,875^{c}
	BR1	6,750^{a}	5,750^{ab}	5,750^{a}	5,500^{a}	6,250^{a}
	BR3	6,750^{a}	5,500^{ab}	5,500^{a}	5,125^{a}	5,875^{a}
	SE	0,370	0,312	0,425	0,202	0,189
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	5,833	5,021	4,979	4,667	5,021
	MAP	5,583	4,771	4,729	4,417	4,771
	SE	0,214	0,180	0,245	0,117	0,109
	P	0,411	0,329	0,474	0,134	0,109
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	5,875	5,042	4,917	4,667	5,042
	%10 Yağ	5,542	4,750	4,792	4,417	4,750
	SE	0,214	0,180	0,245	0,117	0,109
	P	0,274	0,256	0,720	0,134	0,062
Uygulama × Paketleme		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Uygulama × Yağlılık		0,996	0,993	0,929	0,690	0,354
Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

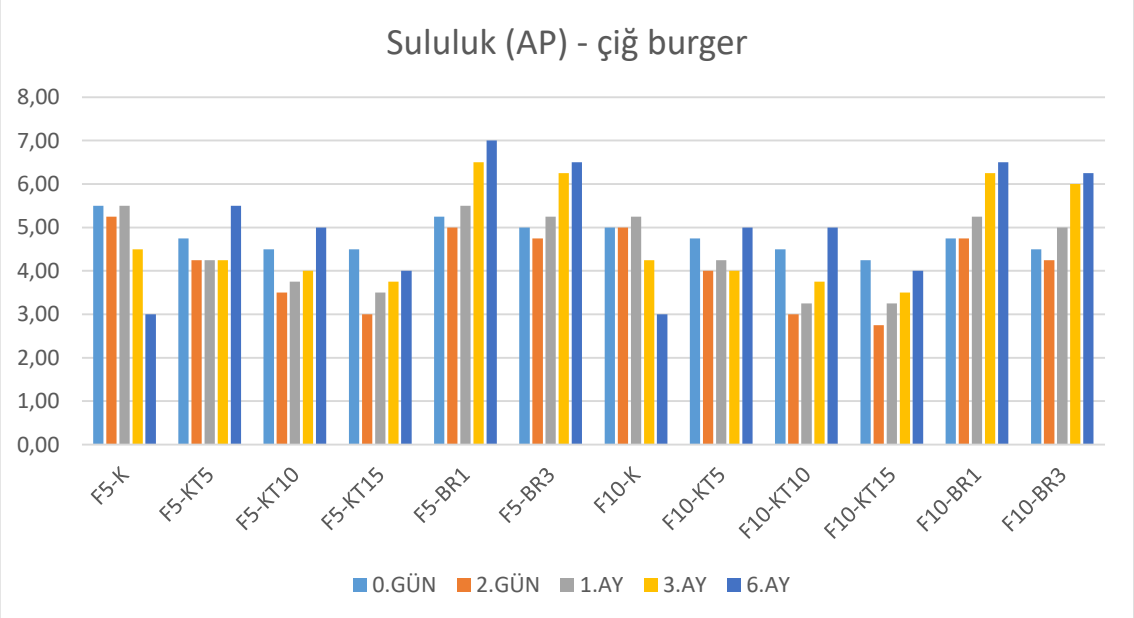
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

Tablo 4-121: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sululuk (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

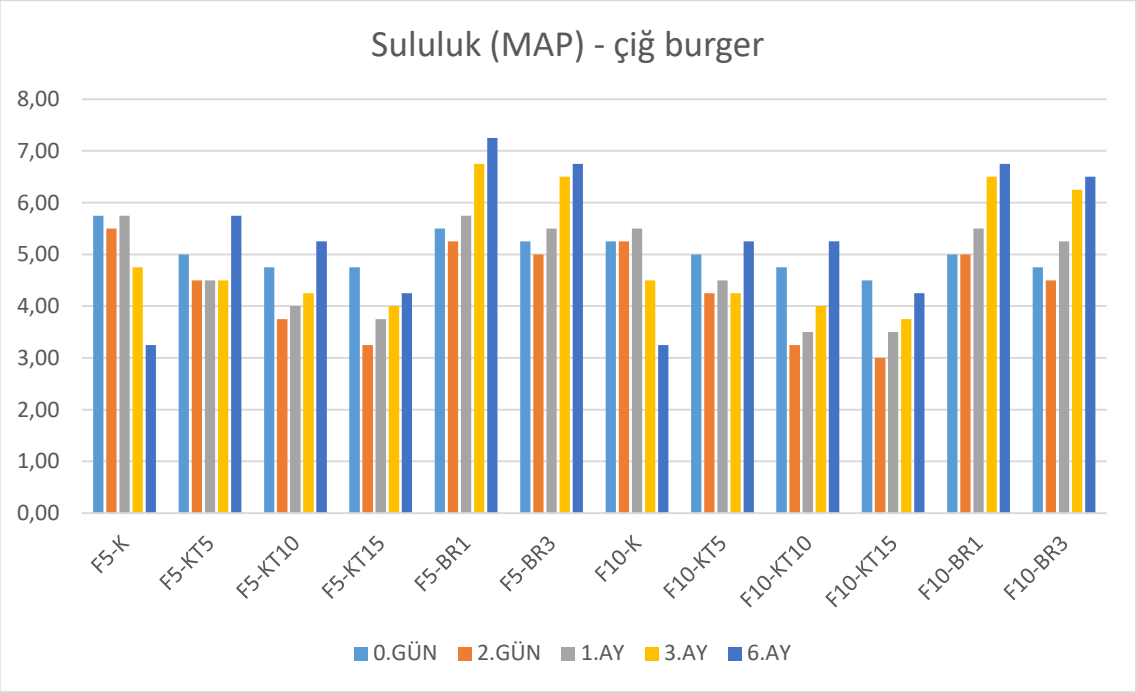
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	5,50	5,25	5,50	4,50	3,00
F5-KT5	4,75	4,25	4,25	4,25	5,50
F5-KT10	4,50	3,50	3,75	4,00	5,00
F5-KT15	4,50	3,00	3,50	3,75	4,00
F5-BR1	5,25	5,00	5,50	6,50	7,00
F5-BR3	5,00	4,75	5,25	6,25	6,50
F10-K	5,00	5,00	5,25	4,25	3,00
F10-KT5	4,75	4,00	4,25	4,00	5,00
F10-KT10	4,50	3,00	3,25	3,75	5,00
F10-KT15	4,25	2,75	3,25	3,50	4,00
F10-BR1	4,75	4,75	5,25	6,25	6,50
F10-BR3	4,50	4,25	5,00	6,00	6,25



Şekil 4-83: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sululuk (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-122: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sululuk (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	5,75	5,50	5,75	4,75	3,25
F5-KT5	5,00	4,50	4,50	4,50	5,75
F5-KT10	4,75	3,75	4,00	4,25	5,25
F5-KT15	4,75	3,25	3,75	4,00	4,25
F5-BR1	5,50	5,25	5,75	6,75	7,25
F5-BR3	5,25	5,00	5,50	6,50	6,75
F10-K	5,25	5,25	5,50	4,50	3,25
F10-KT5	5,00	4,25	4,50	4,25	5,25
F10-KT10	4,75	3,25	3,50	4,00	5,25
F10-KT15	4,50	3,00	3,50	3,75	4,25
F10-BR1	5,00	5,00	5,50	6,50	6,75
F10-BR3	4,75	4,50	5,25	6,25	6,50



Şekil 4-84: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sululuk (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-123: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sululuk (çiğ burger köftesi) değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	5,375	5,250^{a}	5,500^{a}	4,500^{b}	3,125^{d}
	KT5	4,875	4,250^{b}	4,375^{b}	4,250^{bc}	5,375^{b}
	KT10	4,625	3,375^{c}	3,625^{c}	4,000^{bc}	5,125^{b}
	KT15	4,500	3,000^{c}	3,500^{c}	3,750^{c}	4,125^{c}
	BR1	5,125	5,000^{ab}	5,500^{a}	6,500^{a}	6,875^{a}
	BR3	4,875	4,625^{ab}	5,250^{a}	6,250^{a}	6,500^{a}
	SE	0,358	0,278	0,214	0,217	0,179
	P	0,554	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	4,771	4,125	4,500	4,750	5,063
	MAP	5,021	4,375	4,750	5,000	5,313
	SE	0,207	0,160	0,124	0,125	0,103
	P	0,396	0,274	0,158	0,162	0,092
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	5,042	4,417	4,750	5,000	5,292
	%10 Yağ	4,750	4,083	4,500	4,750	5,083
	SE	0,207	0,160	0,124	0,125	0,103
	P	0,322	0,146	0,158	0,162	0,159
Uygulama × Paketleme		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Uygulama × Yağlılık		0,988	0,998	0,984	1,000	0,757
Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

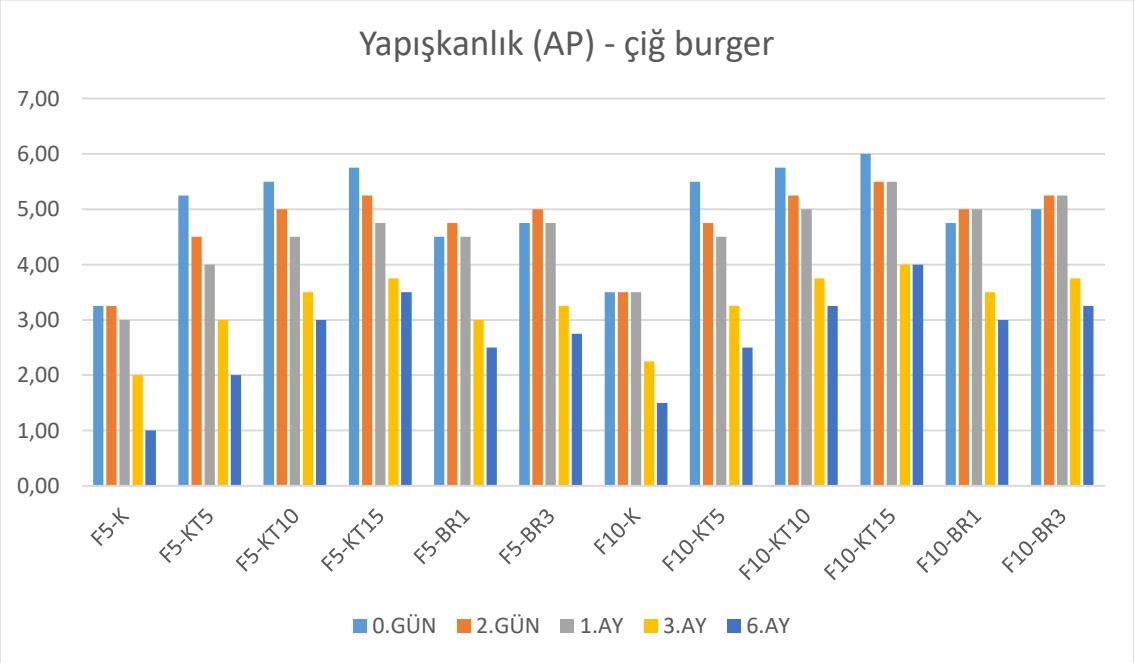
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

Tablo 4-124: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

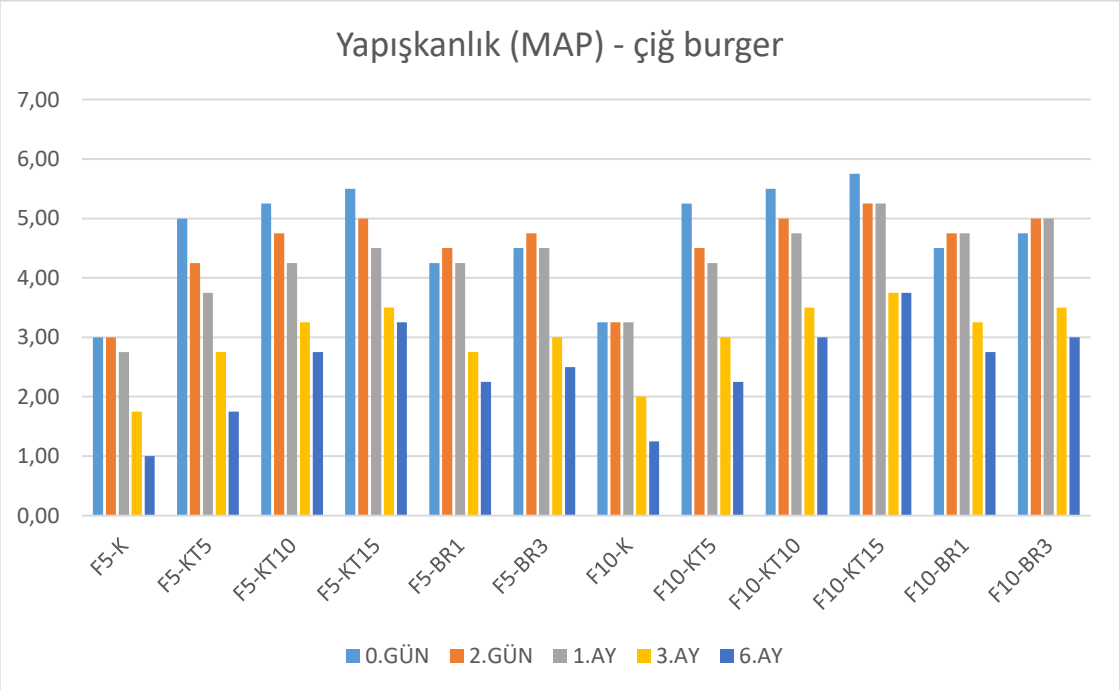
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	3,25	3,25	3,00	2,00	1,00
F5-KT5	5,25	4,50	4,00	3,00	2,00
F5-KT10	5,50	5,00	4,50	3,50	3,00
F5-KT15	5,75	5,25	4,75	3,75	3,50
F5-BR1	4,50	4,75	4,50	3,00	2,50
F5-BR3	4,75	5,00	4,75	3,25	2,75
F10-K	3,50	3,50	3,50	2,25	1,50
F10-KT5	5,50	4,75	4,50	3,25	2,50
F10-KT10	5,75	5,25	5,00	3,75	3,25
F10-KT15	6,00	5,50	5,50	4,00	4,00
F10-BR1	4,75	5,00	5,00	3,50	3,00
F10-BR3	5,00	5,25	5,25	3,75	3,25



Şekil 4-85: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-125: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	3,00	3,00	2,75	1,75	1,00
F5-KT5	5,00	4,25	3,75	2,75	1,75
F5-KT10	5,25	4,75	4,25	3,25	2,75
F5-KT15	5,50	5,00	4,50	3,50	3,25
F5-BR1	4,25	4,50	4,25	2,75	2,25
F5-BR3	4,50	4,75	4,50	3,00	2,50
F10-K	3,25	3,25	3,25	2,00	1,25
F10-KT5	5,25	4,50	4,25	3,00	2,25
F10-KT10	5,50	5,00	4,75	3,50	3,00
F10-KT15	5,75	5,25	5,25	3,75	3,75
F10-BR1	4,50	4,75	4,75	3,25	2,75
F10-BR3	4,75	5,00	5,00	3,50	3,00



Şekil 4-86: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-126: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (çiğ burger köftesi) değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	3,250^{d}	3,250^{c}	3,125^{c}	2,000^{e}	1,188^{d}
	KT5	5,250^{abc}	4,500^{b}	4,125^{b}	3,000^{d}	2,125^{c}
	KT10	5,500^{ab}	5,000^{ab}	4,625^{ab}	3,500^{ab}	3,000^{b}
	KT15	5,750^{a}	5,250^{a}	5,000^{a}	3,750^{a}	3,625^{a}
	BR1	4,500^{c}	4,750^{ab}	4,625^{ab}	3,125^{cd}	2,750^{b}
	BR3	4,750^{bc}	5,000^{ab}	4,875^{a}	3,375^{bc}	2,875^{b}
	SE	0,262	0,186	0,208	0,118	0,175
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	4,958	4,750	4,521	3,250^{a}	2,688
	MAP	4,708	4,500	4,271	3,000^{b}	2,500
	SE	0,151	0,108	0,120	0,068	0,101
	P	0,246	0,105	0,146	**0,011**	0,193
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	4,708	4,500	4,125^{b}	2,958^{b}	2,396^{b}
	%10 Yağ	4,958	4,750	4,667^{a}	3,292^{a}	2,792^{a}
	SE	0,151	0,108	0,120	0,068	0,101
	P	0,246	0,105	**0,002**	**0,001**	**0,007**
Uygulama × Paketleme		1,000	1,000	1,000	1,000	0,994
Uygulama × Yağlılık		1,000	1,000	0,998	0,911	0,987
Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	0,663
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	0,994

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

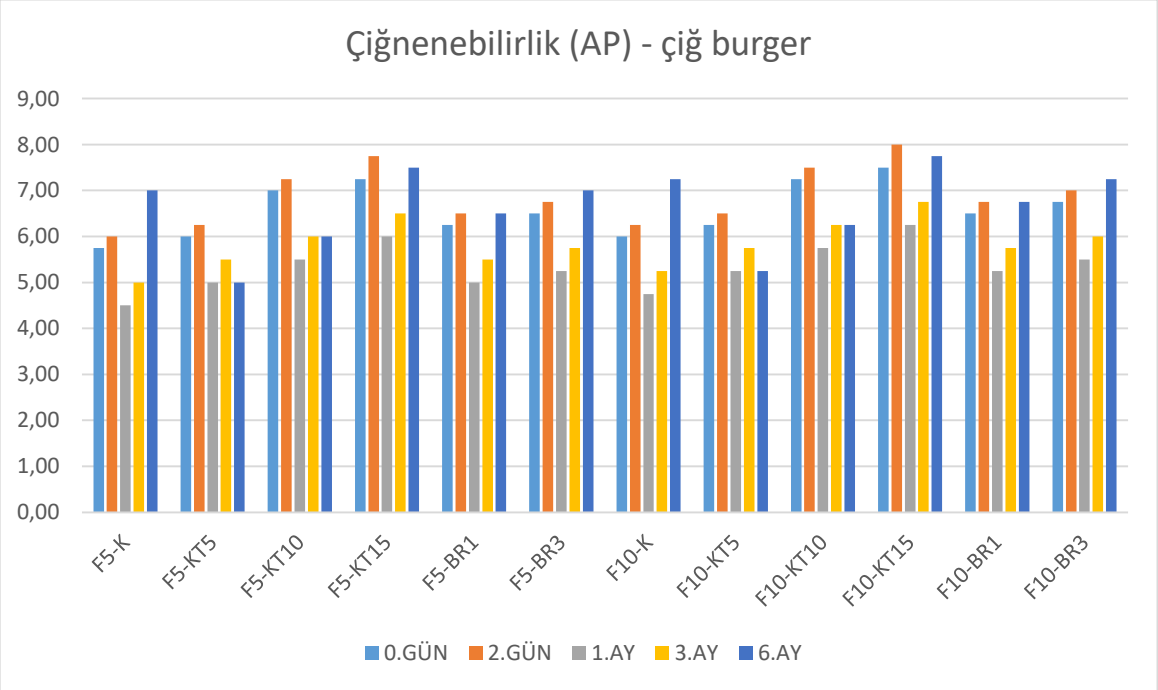
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

Tablo 4-127: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

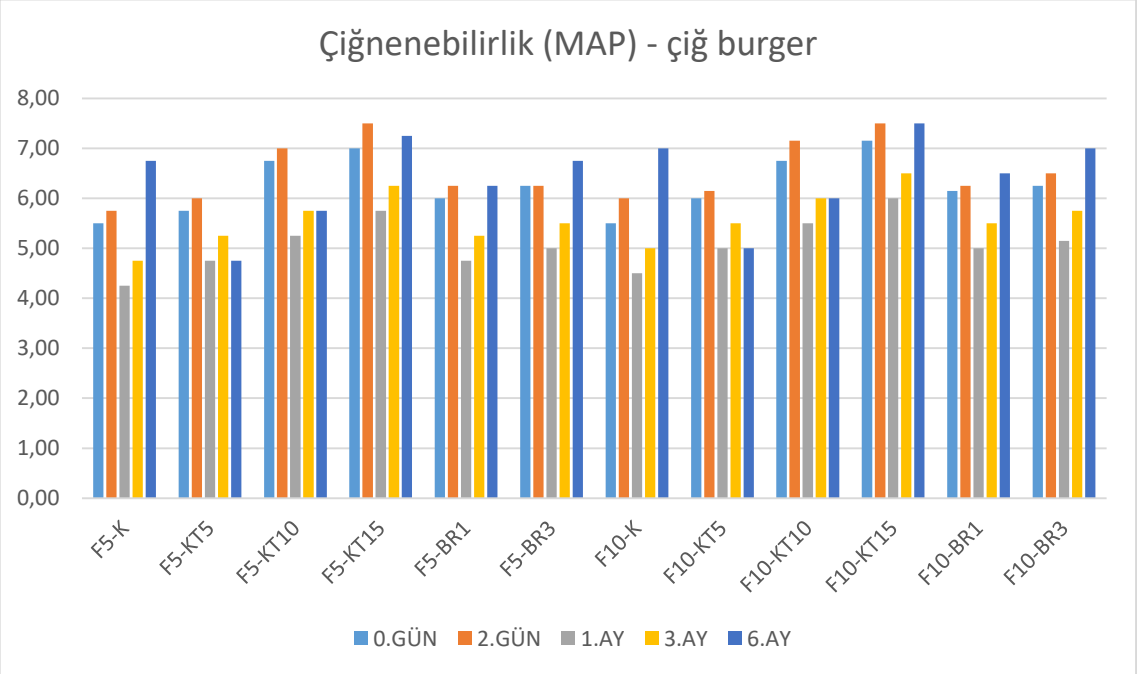
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	5,75	6,00	4,50	5,00	7,00
F5-KT5	6,00	6,25	5,00	5,50	5,00
F5-KT10	7,00	7,25	5,50	6,00	6,00
F5-KT15	7,25	7,75	6,00	6,50	7,50
F5-BR1	6,25	6,50	5,00	5,50	6,50
F5-BR3	6,50	6,75	5,25	5,75	7,00
F10-K	6,00	6,25	4,75	5,25	7,25
F10-KT5	6,25	6,50	5,25	5,75	5,25
F10-KT10	7,25	7,50	5,75	6,25	6,25
F10-KT15	7,50	8,00	6,25	6,75	7,75
F10-BR1	6,50	6,75	5,25	5,75	6,75
F10-BR3	6,75	7,00	5,50	6,00	7,25



Şekil 4-87: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-128: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	5,50	5,75	4,25	4,75	6,75
F5-KT5	5,75	6,00	4,75	5,25	4,75
F5-KT10	6,75	7,00	5,25	5,75	5,75
F5-KT15	7,00	7,50	5,75	6,25	7,25
F5-BR1	6,00	6,25	4,75	5,25	6,25
F5-BR3	6,25	6,25	5,00	5,50	6,75
F10-K	5,50	6,00	4,50	5,00	7,00
F10-KT5	6,00	6,15	5,00	5,50	5,00
F10-KT10	6,75	7,15	5,50	6,00	6,00
F10-KT15	7,15	7,50	6,00	6,50	7,50
F10-BR1	6,15	6,25	5,00	5,50	6,50
F10-BR3	6,25	6,50	5,15	5,75	7,00



Şekil 4-88: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (parmak hissi - çiğ burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-129: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (çiğ burger köftesi) değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	5,688^{c}	6,000^{d}	4,500^{c}	5,000^{c}	7,000^{ab}
	KT5	6,000^{c}	6,225^{cd}	5,000^{bc}	5,500^{bc}	5,000^{d}
	KT10	6,938^{ab}	7,225^{b}	5,500^{ab}	6,000^{ab}	6,000^{c}
	KT15	7,225^{a}	7,688^{a}	6,000^{a}	6,500^{a}	7,500^{a}
	BR1	6,225^{bc}	6,438^{cd}	5,000^{bc}	5,500^{bc}	6,500^{bc}
	BR3	6,438^{abc}	6,625^{c}	5,225^{abc}	5,750^{abc}	7,000^{ab}
	SE	0,280	0,153	0,300	0,260	0,189
	P	**0,002**	**0,000**	**0,019**	**0,004**	**0,000**
Paketleme	AP	6,583	6,875^{a}	5,333	5,833	6,625
	MAP	6,254	6,525^{b}	5,075	5,583	6,375
	SE	0,162	0,088	0,173	0,150	0,109
	P	0,155	**0,006**	0,295	0,243	0,109
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	6,333	6,604	5,083	5,583	6,375
	%10 Yağ	6,504	6,796	5,325	5,833	6,625
	SE	0,162	0,088	0,173	0,150	0,109
	P	0,458	0,128	0,327	0,243	0,109
Uygulama × Paketleme		1,000	0,995	1,000	1,000	1,000
Uygulama × Yağlılık		1,000	0,999	1,000	1,000	1,000
Paketleme × Yağlılık		0,731	0,641	0,973	1,000	1,000
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	0,999	1,000	1,000	1,000

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

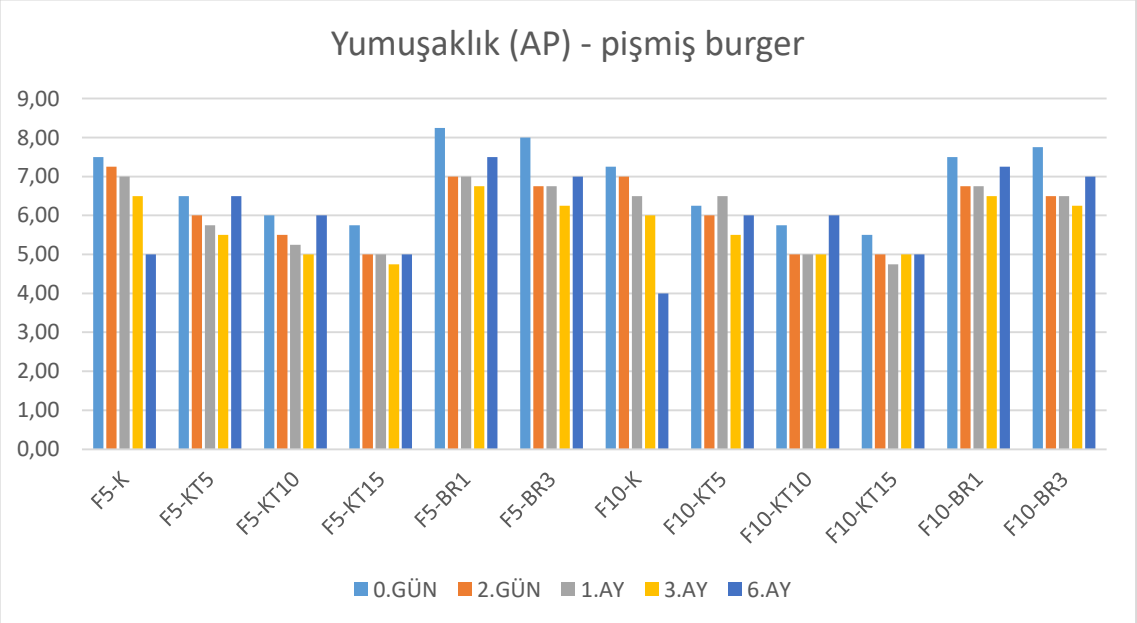
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

Tablo 4-130: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yumuşaklık (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

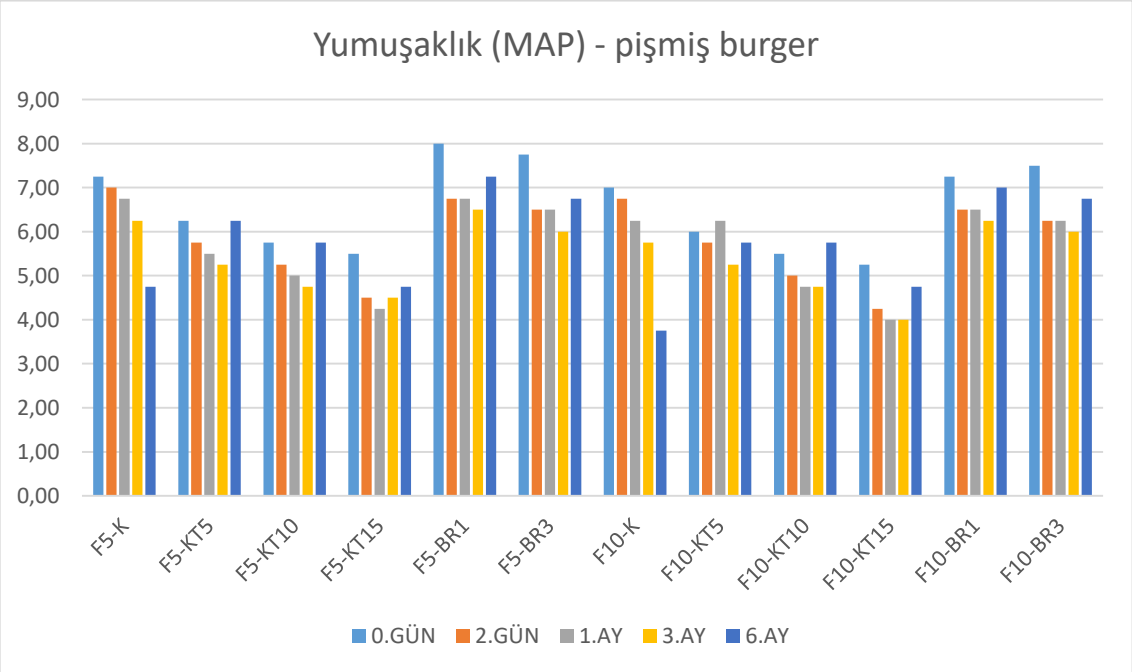
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	7,50	7,25	7,00	6,50	5,00
F5-KT5	6,50	6,00	5,75	5,50	6,50
F5-KT10	6,00	5,50	5,25	5,00	6,00
F5-KT15	5,75	5,00	5,00	4,75	5,00
F5-BR1	8,25	7,00	7,00	6,75	7,50
F5-BR3	8,00	6,75	6,75	6,25	7,00
F10-K	7,25	7,00	6,50	6,00	4,00
F10-KT5	6,25	6,00	6,50	5,50	6,00
F10-KT10	5,75	5,00	5,00	5,00	6,00
F10-KT15	5,50	5,00	4,75	5,00	5,00
F10-BR1	7,50	6,75	6,75	6,50	7,25
F10-BR3	7,75	6,50	6,50	6,25	7,00



Şekil 4-89: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yumuşaklık (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-131: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yumuşaklık (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	7,25	7,00	6,75	6,25	4,75
F5-KT5	6,25	5,75	5,50	5,25	6,25
F5-KT10	5,75	5,25	5,00	4,75	5,75
F5-KT15	5,50	4,50	4,25	4,50	4,75
F5-BR1	8,00	6,75	6,75	6,50	7,25
F5-BR3	7,75	6,50	6,50	6,00	6,75
F10-K	7,00	6,75	6,25	5,75	3,75
F10-KT5	6,00	5,75	6,25	5,25	5,75
F10-KT10	5,50	5,00	4,75	4,75	5,75
F10-KT15	5,25	4,25	4,00	4,00	4,75
F10-BR1	7,25	6,50	6,50	6,25	7,00
F10-BR3	7,50	6,25	6,25	6,00	6,75



Şekil 4-90: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yumuşaklık (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-132: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yumuşaklık (pişmiş burger köftesi) değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	7,250^{b}	7,000^{a}	6,625^{ab}	6,125^{a}	4,375^{d}
	KT5	6,250^{c}	5,875^{c}	6,000^{b}	5,375^{b}	6,125^{b}
	KT10	5,750^{d}	5,188^{d}	5,000^{c}	4,875^{bc}	5,875^{b}
	KT15	5,500^{d}	4,688^{e}	4,500^{c}	4,563^{c}	4,875^{c}
	BR1	7,750^{a}	6,750^{ab}	6,750^{a}	6,500^{a}	7,250^{a}
	BR3	7,750^{a}	6,500^{b}	6,500^{ab}	6,125^{a}	6,875^{a}
	SE	0,161	0,163	0,230	0,240	0,174
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	6,833	6,146^{a}	6,063	5,750	6,021
	MAP	6,583	5,854^{b}	5,729	5,438	5,771
	SE	0,093	0,094	0,133	0,138	0,101
	P	0,062	**0,031**	0,080	0,115	0,083
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	6,875^{a}	6,104	5,958	5,667	6,042^{a}
	%10 Yağ	6,542^{b}	5,896	5,833	5,521	5,750^{b}
	SE	0,093	0,094	0,133	0,138	0,101
	P	**0,014**	0,121	0,508	0,459	**0,044**
Uygulama × Paketleme		1,000	0,925	0,963	0,991	1,000
Uygulama × Yağlılık		0,847	0,977	0,476	0,971	0,265
Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	0,751	1,000
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	0,998	1,000	0,991	1,000

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

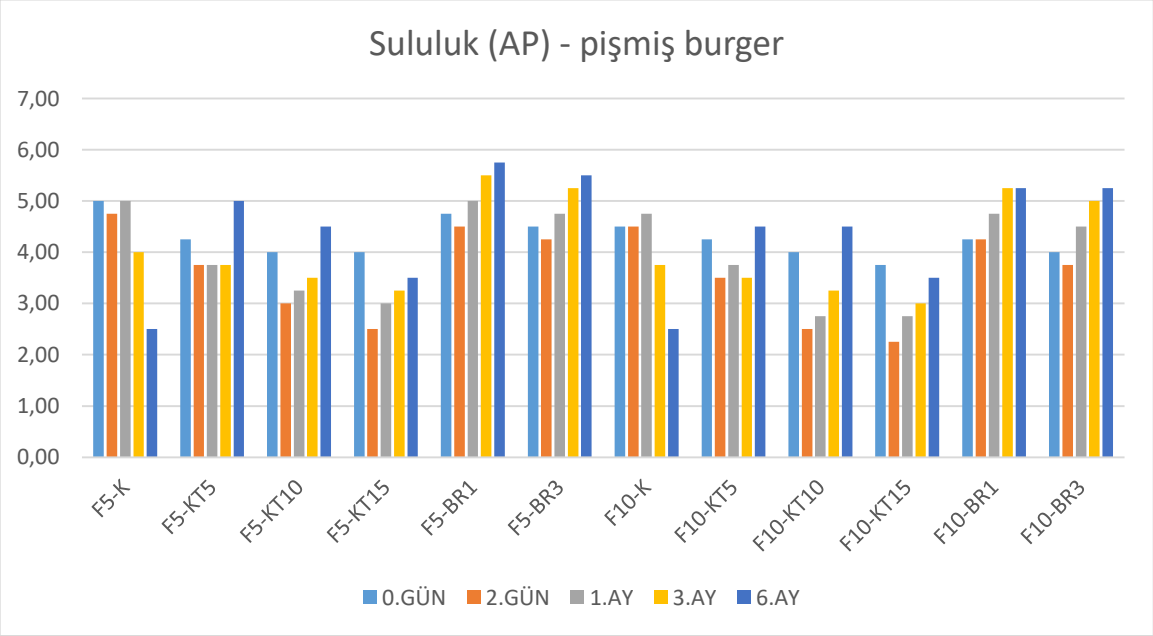
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

Tablo 4-133: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sululuk (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

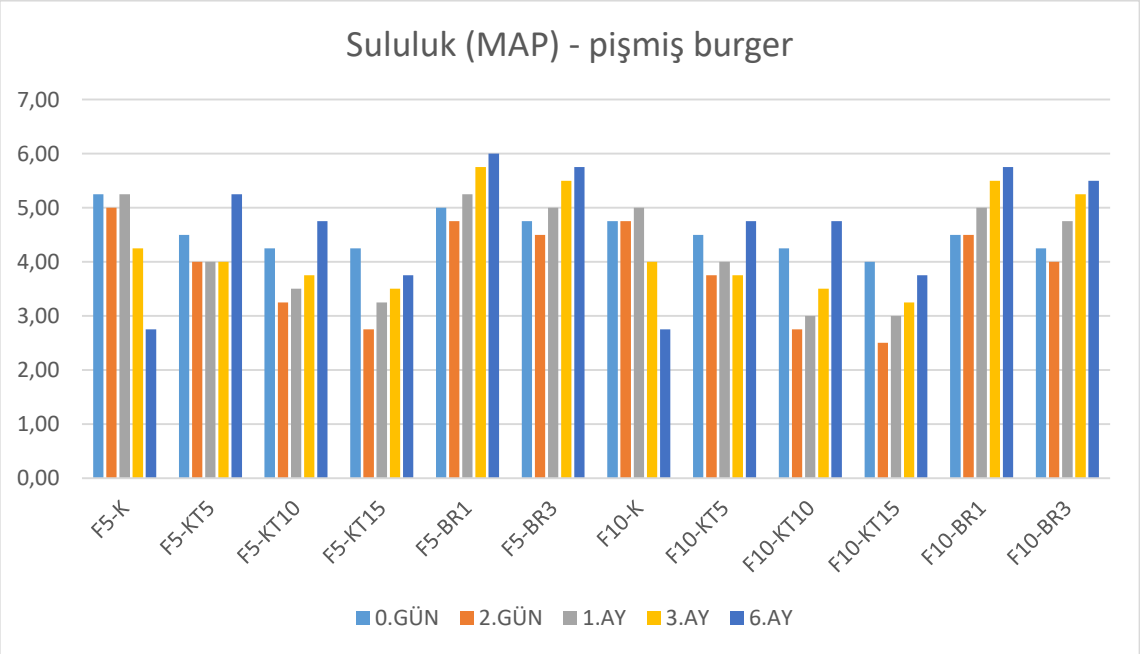
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	5,00	4,75	5,00	4,00	2,50
F5-KT5	4,25	3,75	3,75	3,75	5,00
F5-KT10	4,00	3,00	3,25	3,50	4,50
F5-KT15	4,00	2,50	3,00	3,25	3,50
F5-BR1	4,75	4,50	5,00	5,50	5,75
F5-BR3	4,50	4,25	4,75	5,25	5,50
F10-K	4,50	4,50	4,75	3,75	2,50
F10-KT5	4,25	3,50	3,75	3,50	4,50
F10-KT10	4,00	2,50	2,75	3,25	4,50
F10-KT15	3,75	2,25	2,75	3,00	3,50
F10-BR1	4,25	4,25	4,75	5,25	5,25
F10-BR3	4,00	3,75	4,50	5,00	5,25



Şekil 4-91: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sululuk (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-134: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sululuk (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	5,25	5,00	5,25	4,25	2,75
F5-KT5	4,50	4,00	4,00	4,00	5,25
F5-KT10	4,25	3,25	3,50	3,75	4,75
F5-KT15	4,25	2,75	3,25	3,50	3,75
F5-BR1	5,00	4,75	5,25	5,75	6,00
F5-BR3	4,75	4,50	5,00	5,50	5,75
F10-K	4,75	4,75	5,00	4,00	2,75
F10-KT5	4,50	3,75	4,00	3,75	4,75
F10-KT10	4,25	2,75	3,00	3,50	4,75
F10-KT15	4,00	2,50	3,00	3,25	3,75
F10-BR1	4,50	4,50	5,00	5,50	5,75
F10-BR3	4,25	4,00	4,75	5,25	5,50



Şekil 4-92: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sululuk (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-135: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca sululuk (pişmiş burger köftesi) değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	4,875^{a}	4,750^{a}	5,000^{a}	4,000^{b}	2,625^{d}
	KT5	4,375^{bc}	3,750^{c}	3,875^{b}	3,750^{bc}	4,875^{b}
	KT10	4,125^{c}	2,875^{d}	3,125^{c}	3,500^{bc}	4,625^{b}
	KT15	4,000^{c}	2,500^{d}	3,000^{c}	3,250^{c}	3,625^{c}
	BR1	4,625^{ab}	4,500^{ab}	5,000^{a}	5,500^{a}	5,688^{a}
	BR3	4,375^{bc}	4,125^{bc}	4,750^{a}	5,250^{a}	5,500^{a}
	SE	0,150	0,169	0,238	0,217	0,183
	P	**0,001**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	4,271^{b}	3,625	4,000	4,083	4,354
	MAP	4,521^{a}	3,875	4,250	4,333	4,625
	SE	0,087	0,098	0,137	0,125	0,106
	P	**0,045**	0,075	0,202	0,162	0,075
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	4,542^{a}	3,917^{a}	4,250	4,333	4,583
	%10 Yağ	4,250^{b}	3,583^{b}	4,000	4,083	4,396
	SE	0,087	0,098	0,137	0,125	0,106
	P	**0,020**	**0,018**	0,202	0,162	0,215
Uygulama × Paketleme		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Uygulama × Yağlılık		0,648	0,981	0,990	1,000	0,874
Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	0,890
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

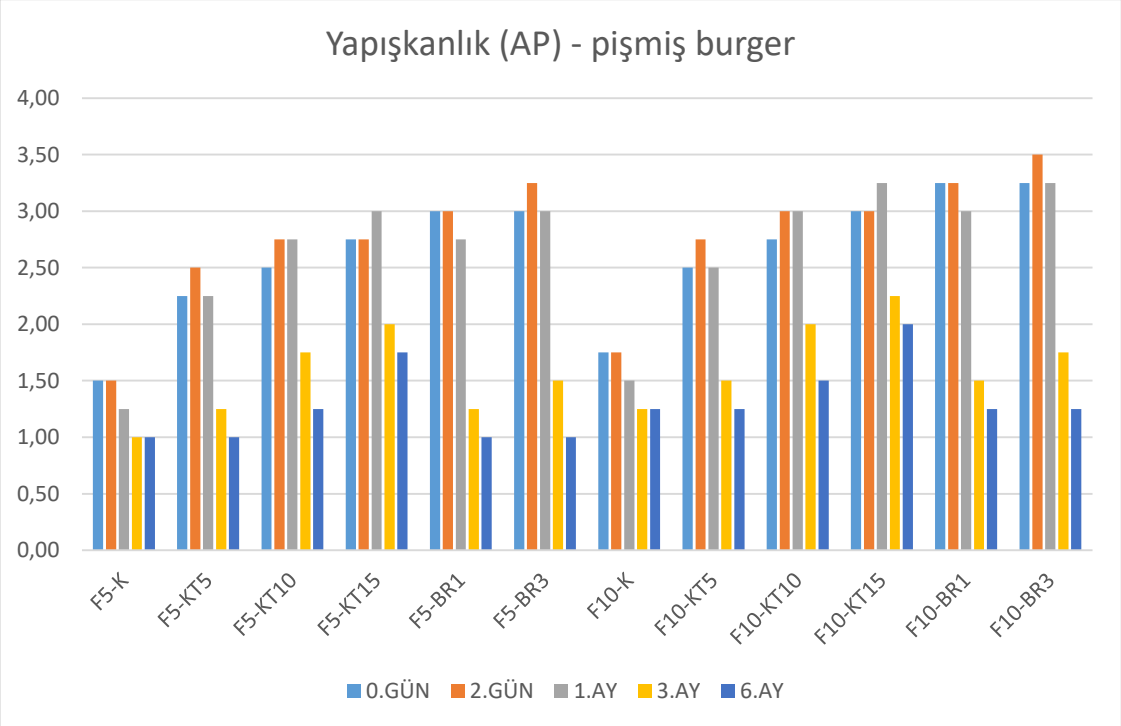
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

Tablo 4-136: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

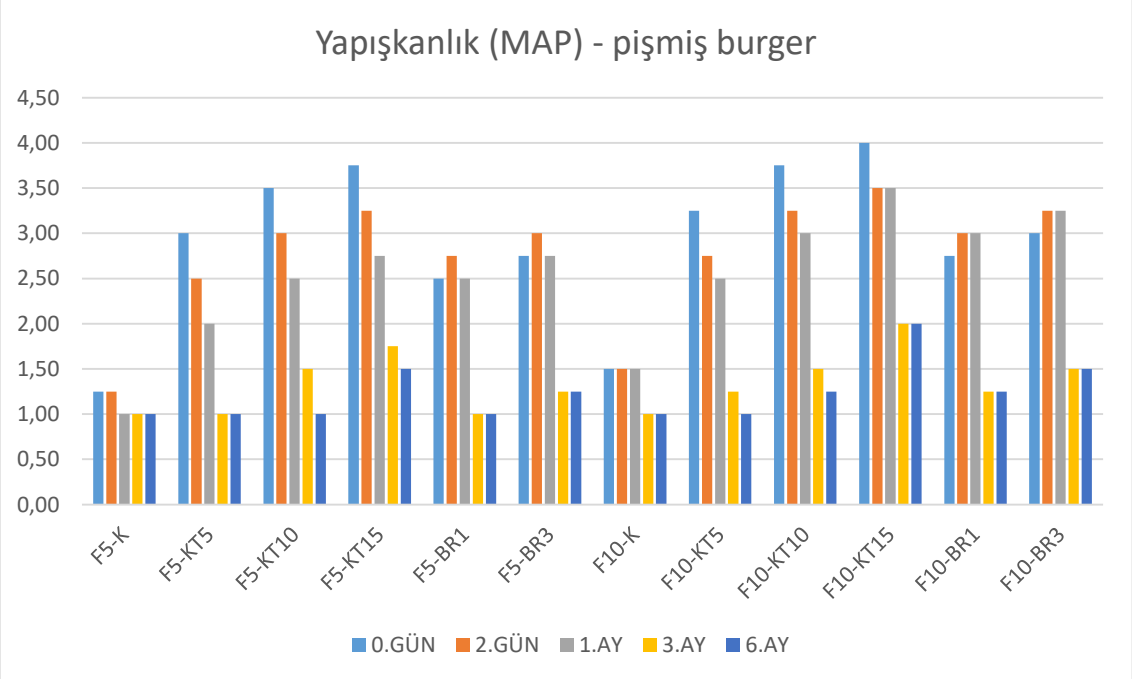
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	1,50	1,50	1,25	1,00	1,00
F5-KT5	2,25	2,50	2,25	1,25	1,00
F5-KT10	2,50	2,75	2,75	1,75	1,25
F5-KT15	2,75	2,75	3,00	2,00	1,75
F5-BR1	3,00	3,00	2,75	1,25	1,00
F5-BR3	3,00	3,25	3,00	1,50	1,00
F10-K	1,75	1,75	1,50	1,25	1,25
F10-KT5	2,50	2,75	2,50	1,50	1,25
F10-KT10	2,75	3,00	3,00	2,00	1,50
F10-KT15	3,00	3,00	3,25	2,25	2,00
F10-BR1	3,25	3,25	3,00	1,50	1,25
F10-BR3	3,25	3,50	3,25	1,75	1,25



Şekil 4-93: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-137: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

	Muhafaza süresi				
GRUP	**0.gün**	**2.gün**	**1.ay**	**3.ay**	**6.ay**
F5-K	1,25	1,25	1,00	1,00	1,00
F5-KT5	3,00	2,50	2,00	1,00	1,00
F5-KT10	3,50	3,00	2,50	1,50	1,00
F5-KT15	3,75	3,25	2,75	1,75	1,50
F5-BR1	2,50	2,75	2,50	1,00	1,00
F5-BR3	2,75	3,00	2,75	1,25	1,25
F10-K	1,50	1,50	1,50	1,00	1,00
F10-KT5	3,25	2,75	2,50	1,25	1,00
F10-KT10	3,75	3,25	3,00	1,50	1,25
F10-KT15	4,00	3,50	3,50	2,00	2,00
F10-BR1	2,75	3,00	3,00	1,25	1,25
F10-BR3	3,00	3,25	3,25	1,50	1,50



Şekil 4-94: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-138: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca yapışkanlık (pişmiş burger köftesi) değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	1,500^{c}	1,500^{c}	1,313^{c}	1,063^{d}	1,063^{b}
	KT5	2,750^{b}	2,625^{b}	2,313^{b}	1,250^{cd}	1,063^{b}
	KT10	3,125^{ab}	3,000^{ab}	2,813^{ab}	1,688^{b}	1,250^{b}
	KT15	3,375^{a}	3,125^{a}	3,125^{a}	2,000^{a}	1,813^{a}
	BR1	2,875^{b}	3,000^{ab}	2,813^{ab}	1,250^{cd}	1,125^{b}
	BR3	3,000^{ab}	3,250^{a}	3,063^{a}	1,500^{bc}	1,250^{b}
	SE	0,128	0,141	0,171	0,108	0,101
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	2,625^{b}	2,750	2,625	1,583^{a}	1,292
	MAP	2,917^{a}	2,750	2,521	1,333^{b}	1,229
	SE	0,074	0,082	0,099	0,063	0,058
	P	**0,007**	1,000	0,458	**0,006**	0,451
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	2,646^{b}	2,625^{b}	2,375^{b}	1,354^{b}	1,146^{b}
	%10 Yağ	2,896^{a}	2,875^{a}	2,771^{a}	1,563^{a}	1,375^{a}
	SE	0,074	0,082	0,099	0,063	0,058
	P	**0,020**	**0,034**	**0,006**	**0,021**	**0,007**
Uygulama × Paketleme		**0,000**	0,294	1,000	0,984	0,605
Uygulama × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	0,994	0,954
Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	0,300	0,639	0,801
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	0,994	0,954

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

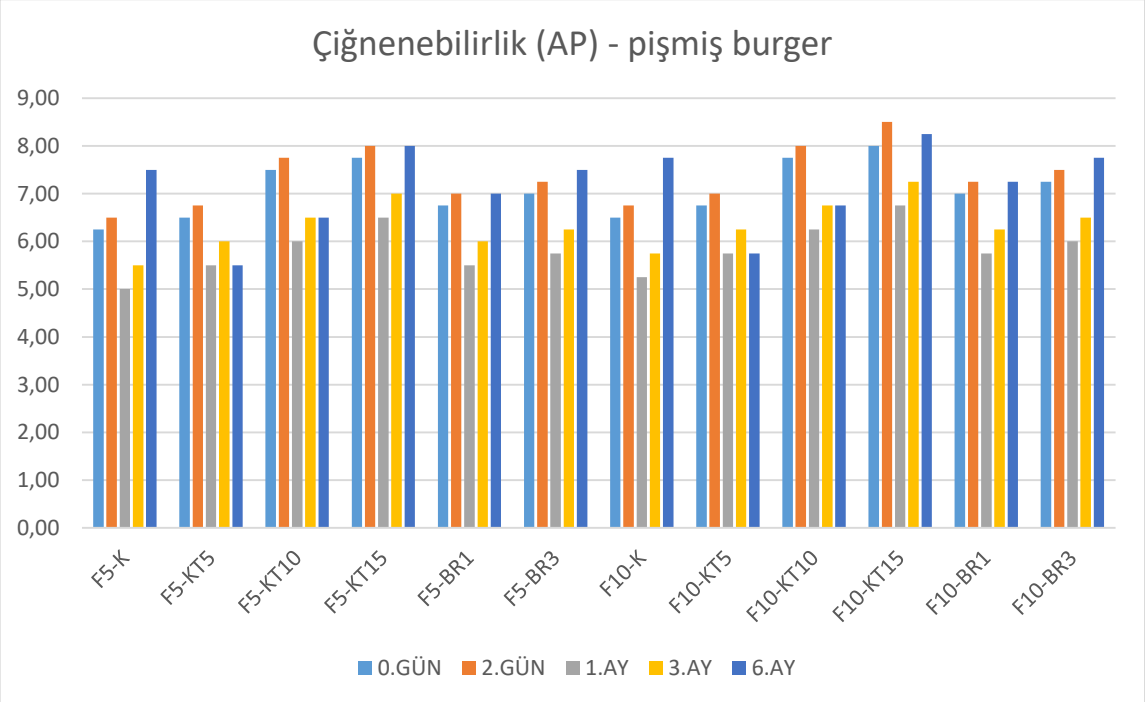
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

Tablo 4-139: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

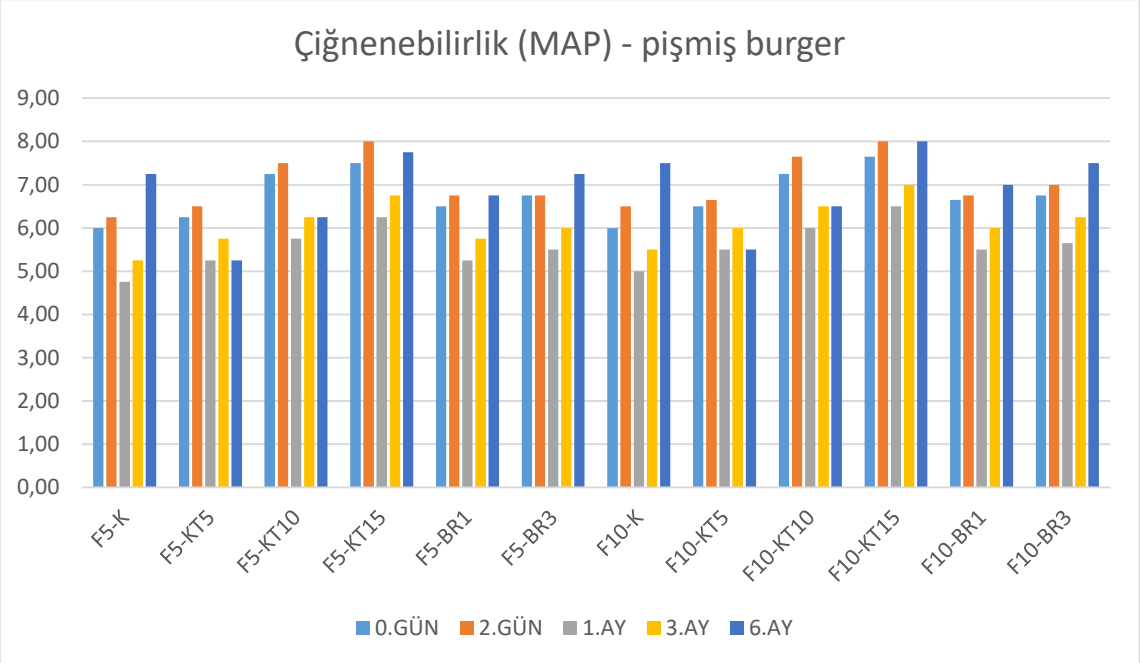
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	6,25	6,50	5,00	5,50	7,50
F5-KT5	6,50	6,75	5,50	6,00	5,50
F5-KT10	7,50	7,75	6,00	6,50	6,50
F5-KT15	7,75	8,00	6,50	7,00	8,00
F5-BR1	6,75	7,00	5,50	6,00	7,00
F5-BR3	7,00	7,25	5,75	6,25	7,50
F10-K	6,50	6,75	5,25	5,75	7,75
F10-KT5	6,75	7,00	5,75	6,25	5,75
F10-KT10	7,75	8,00	6,25	6,75	6,75
F10-KT15	8,00	8,50	6,75	7,25	8,25
F10-BR1	7,00	7,25	5,75	6,25	7,25
F10-BR3	7,25	7,50	6,00	6,50	7,75



Şekil 4-95: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-140: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	6,00	6,25	4,75	5,25	7,25
F5-KT5	6,25	6,50	5,25	5,75	5,25
F5-KT10	7,25	7,50	5,75	6,25	6,25
F5-KT15	7,50	8,00	6,25	6,75	7,75
F5-BR1	6,50	6,75	5,25	5,75	6,75
F5-BR3	6,75	6,75	5,50	6,00	7,25
F10-K	6,00	6,50	5,00	5,50	7,50
F10-KT5	6,50	6,65	5,50	6,00	5,50
F10-KT10	7,25	7,65	6,00	6,50	6,50
F10-KT15	7,65	8,00	6,50	7,00	8,00
F10-BR1	6,65	6,75	5,50	6,00	7,00
F10-BR3	6,75	7,00	5,65	6,25	7,50



Şekil 4-96: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (ağız hissi – pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-141: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca çiğnenebilirlik (pişmiş burger köftesi) değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	6,188^{c}	6,500^{c}	5,000^{c}	5,500^{c}	7,500^{ab}
	KT5	6,500^{bc}	6,725^{bc}	5,500^{bc}	6,000^{bc}	5,500^{d}
	KT10	7,438^{a}	7,725^{a}	6,000^{ab}	6,500^{ab}	6,500^{c}
	KT15	7,725^{a}	8,125^{a}	6,500^{a}	7,000^{a}	8,000^{a}
	BR1	6,725^{b}	6,938^{bc}	5,500^{bc}	6,000^{bc}	7,000^{bc}
	BR3	6,938^{b}	7,125^{b}	5,725^{b}	6,250^{b}	7,500^{ab}
	SE	0,149	0,177	0,227	0,200	0,179
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	7,083^{a}	7,354^{a}	5,833	6,333	7,125
	MAP	6,754^{b}	7,025^{b}	5,575	6,083	6,875
	SE	0,086	0,102	0,131	0,115	0,103
	P	**0,009**	**0,026**	0,167	0,130	0,092
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	6,833	7,083	5,583	6,083	6,875
	%10 Yağ	7,004	7,296	5,825	6,333	7,125
	SE	0,086	0,102	0,131	0,115	0,103
	P	0,165	0,146	0,196	0,130	0,092
Uygulama × Paketleme		0,999	0,996	1,000	1,000	1,000
Uygulama × Yağlılık		0,999	1,000	1,000	1,000	1,000
Paketleme × Yağlılık		0,517	0,586	0,964	1,000	1,000
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		0,999	0,996	1,000	1,000	1,000

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

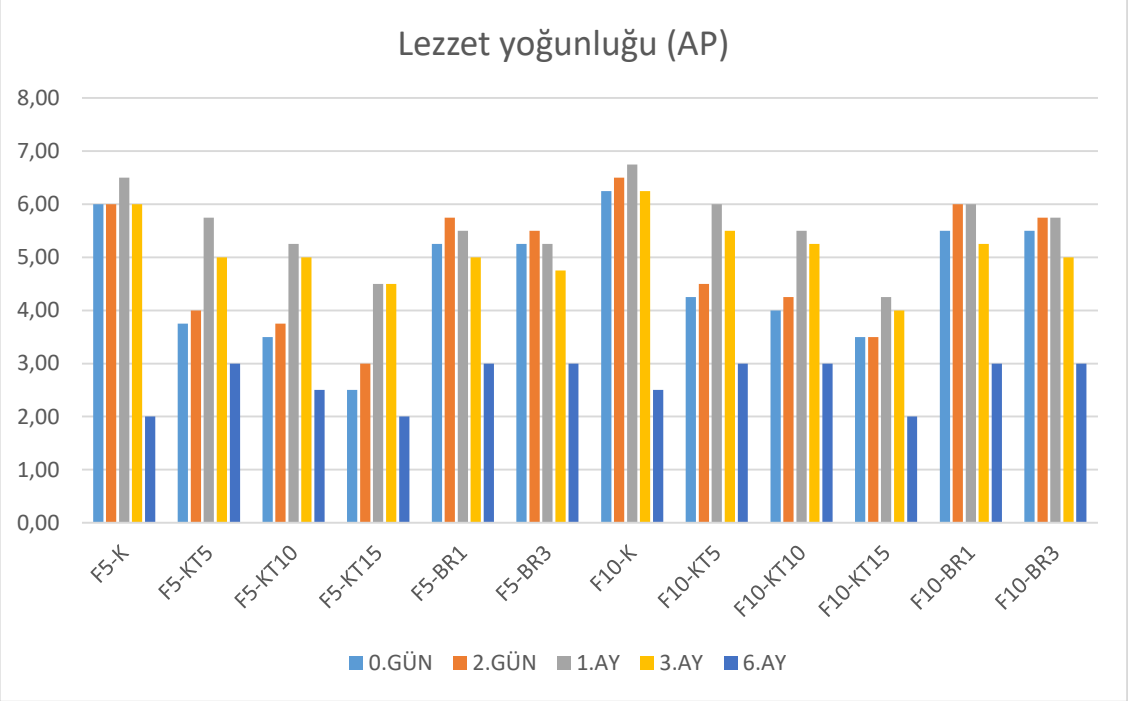
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

Tablo 4-142: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca lezzet yoğunluğu (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

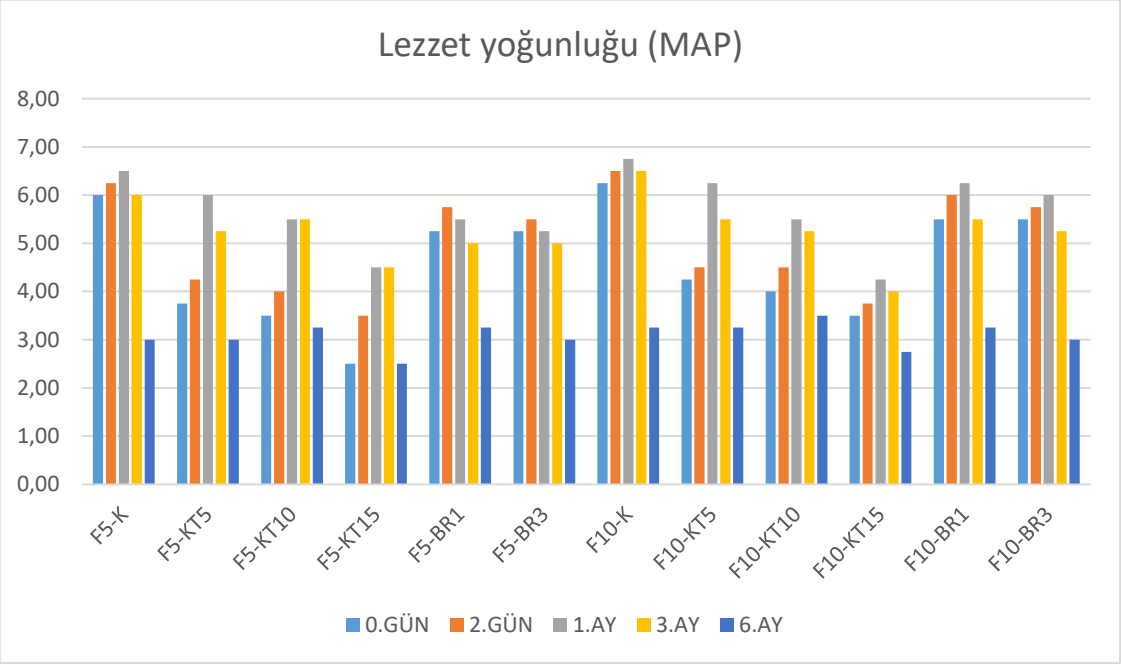
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	6,00	6,00	6,50	6,00	2,00
F5-KT5	3,75	4,00	5,75	5,00	3,00
F5-KT10	3,50	3,75	5,25	5,00	2,50
F5-KT15	2,50	3,00	4,50	4,50	2,00
F5-BR1	5,25	5,75	5,50	5,00	3,00
F5-BR3	5,25	5,50	5,25	4,75	3,00
F10-K	6,25	6,50	6,75	6,25	2,50
F10-KT5	4,25	4,50	6,00	5,50	3,00
F10-KT10	4,00	4,25	5,50	5,25	3,00
F10-KT15	3,50	3,50	4,25	4,00	2,00
F10-BR1	5,50	6,00	6,00	5,25	3,00
F10-BR3	5,50	5,75	5,75	5,00	3,00



Şekil 4-97: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca lezzet yoğunluğu (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-143: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca lezzet yoğunluğu (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	6,00	6,25	6,50	6,00	3,00
F5-KT5	3,75	4,25	6,00	5,25	3,00
F5-KT10	3,50	4,00	5,50	5,50	3,25
F5-KT15	2,50	3,50	4,50	4,50	2,50
F5-BR1	5,25	5,75	5,50	5,00	3,25
F5-BR3	5,25	5,50	5,25	5,00	3,00
F10-K	6,25	6,50	6,75	6,50	3,25
F10-KT5	4,25	4,50	6,25	5,50	3,25
F10-KT10	4,00	4,50	5,50	5,25	3,50
F10-KT15	3,50	3,75	4,25	4,00	2,75
F10-BR1	5,50	6,00	6,25	5,50	3,25
F10-BR3	5,50	5,75	6,00	5,25	3,00



Şekil 4-98: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca lezzet yoğunluğu (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-144: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca lezzet yoğunluğu değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	6,125^{a}	6,313^{a}	6,625^{a}	6,188^{a}	2,688^{ab}
	KT5	4,000^{c}	4,313^{c}	6,000^{ab}	5,313^{b}	3,063^{a}
	KT10	3,750^{c}	4,125^{c}	5,438^{b}	5,250^{b}	3,063^{a}
	KT15	3,000^{d}	3,438^{d}	4,375^{c}	4,250^{c}	2,313^{b}
	BR1	5,375^{b}	5,875^{ab}	5,813^{ab}	5,188^{b}	3,125^{a}
	BR3	5,375^{b}	5,625^{b}	5,563^{ab}	5,000^{b}	3,000^{a}
	SE	0,203	0,232	0,362	0,261	0,146
	P	**0,000**	**0,000**	**0,002**	**0,000**	**0,001**
Paketleme	AP	4,604	4,875	5,583	5,125	2,667^{b}
	MAP	4,604	5,021	5,688	5,271	3,083^{a}
	SE	0,117	0,134	0,209	0,150	0,084
	P	1,000	0,443	0,726	0,495	**0,001**
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	4,375^{b}	4,771	5,500	5,125	2,792
	%10 Yağ	4,833^{a}	5,125	5,771	5,271	2,958
	SE	0,117	0,134	0,209	0,150	0,084
	P	**0,007**	0,065	0,363	0,495	0,166
Uygulama × Paketleme		1,000	0,992	1,000	0,999	0,245
Uygulama × Yağlılık		0,762	0,999	0,958	0,814	0,885
Paketleme × Yağlılık		1,000	0,742	0,944	0,922	1,000
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	0,995	0,980

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

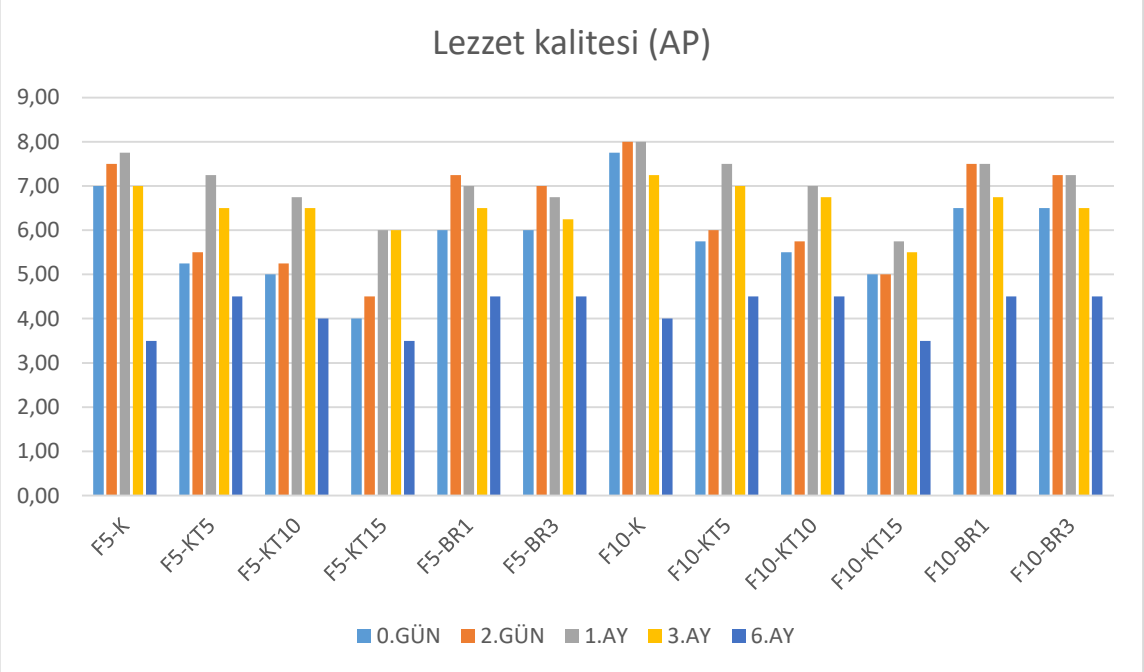
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

Tablo 4-145: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca lezzet kalitesi (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

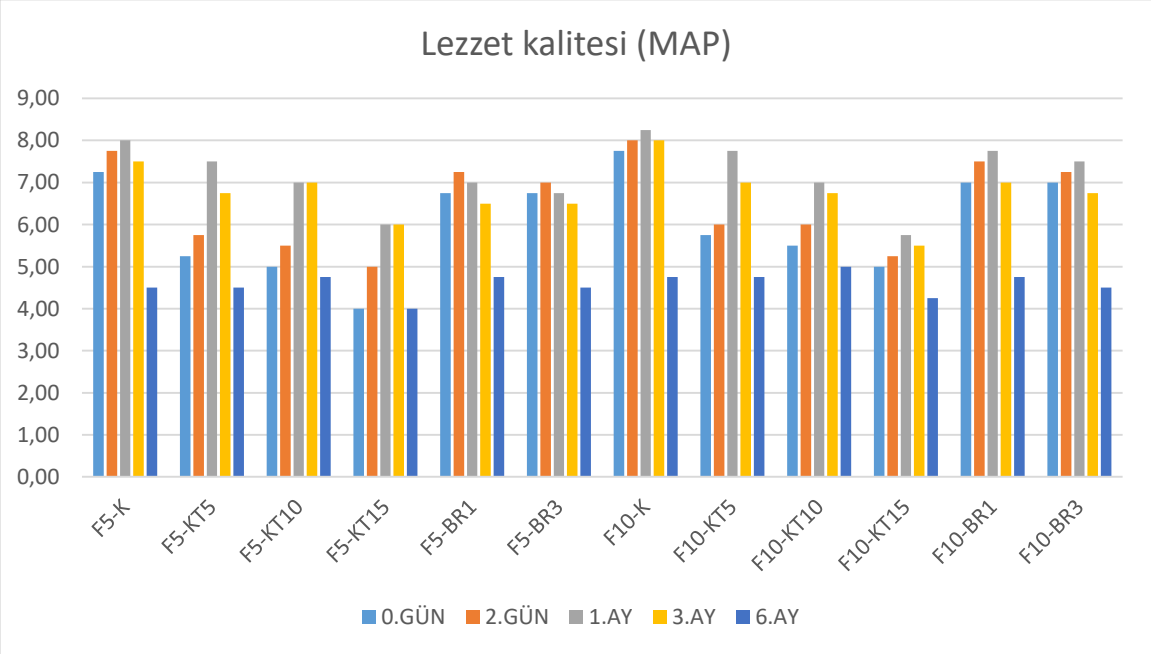
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	7,00	7,50	7,75	7,00	3,50
F5-KT5	5,25	5,50	7,25	6,50	4,50
F5-KT10	5,00	5,25	6,75	6,50	4,00
F5-KT15	4,00	4,50	6,00	6,00	3,50
F5-BR1	6,00	7,25	7,00	6,50	4,50
F5-BR3	6,00	7,00	6,75	6,25	4,50
F10-K	7,75	8,00	8,00	7,25	4,00
F10-KT5	5,75	6,00	7,50	7,00	4,50
F10-KT10	5,50	5,75	7,00	6,75	4,50
F10-KT15	5,00	5,00	5,75	5,50	3,50
F10-BR1	6,50	7,50	7,50	6,75	4,50
F10-BR3	6,50	7,25	7,25	6,50	4,50



Şekil 4-99: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca lezzet kalitesi (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-146: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca lezzet kalitesi (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	7,25	7,75	8,00	7,50	4,50
F5-KT5	5,25	5,75	7,50	6,75	4,50
F5-KT10	5,00	5,50	7,00	7,00	4,75
F5-KT15	4,00	5,00	6,00	6,00	4,00
F5-BR1	6,75	7,25	7,00	6,50	4,75
F5-BR3	6,75	7,00	6,75	6,50	4,50
F10-K	7,75	8,00	8,25	8,00	4,75
F10-KT5	5,75	6,00	7,75	7,00	4,75
F10-KT10	5,50	6,00	7,00	6,75	5,00
F10-KT15	5,00	5,25	5,75	5,50	4,25
F10-BR1	7,00	7,50	7,75	7,00	4,75
F10-BR3	7,00	7,25	7,50	6,75	4,50



Şekil 4-100: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca lezzet kalitesi (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-147: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca lezzet kalitesi değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	7,438^{a}	7,688^{a}	8,000^{a}	7,438^{a}	4,188^{ab}
	KT5	5,500^{c}	5,813^{b}	7,500^{ab}	6,813^{b}	4,563^{a}
	KT10	5,250^{c}	5,625^{b}	6,938^{c}	6,750^{b}	4,563^{a}
	KT15	4,500^{d}	4,938^{c}	5,875^{d}	5,750^{c}	3,813^{b}
	BR1	6,563^{b}	7,375^{a}	7,313^{bc}	6,688^{b}	4,625^{a}
	BR3	6,563^{b}	7,125^{a}	7,063^{bc}	6,500^{b}	4,500^{a}
	SE	0,141	0,193	0,177	0,167	0,173
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,009**
Paketleme	AP	5,854^{b}	6,375	7,042	6,542	4,167^{b}
	MAP	6,083^{a}	6,479	7,188	6,771	4,583^{a}
	SE	0,081	0,111	0,102	0,097	0,100
	P	**0,050**	0,510	0,317	0,098	**0,004**
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	5,688^{b}	6,229^{b}	6,979	6,583	4,292
	%10 Yağ	6,250^{a}	6,625^{a}	7,250	6,729	4,458
	SE	0,081	0,111	0,102	0,097	0,100
	P	**0,000**	**0,014**	0,066	0,289	0,242
Uygulama × Paketleme		0,309	0,949	0,996	0,838	0,440
Uygulama × Yağlılık		0,631	0,981	0,509	0,377	0,942
Paketleme × Yağlılık		0,588	0,895	0,886	0,879	1,000
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		0,998	0,998	0,996	0,965	0,991

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

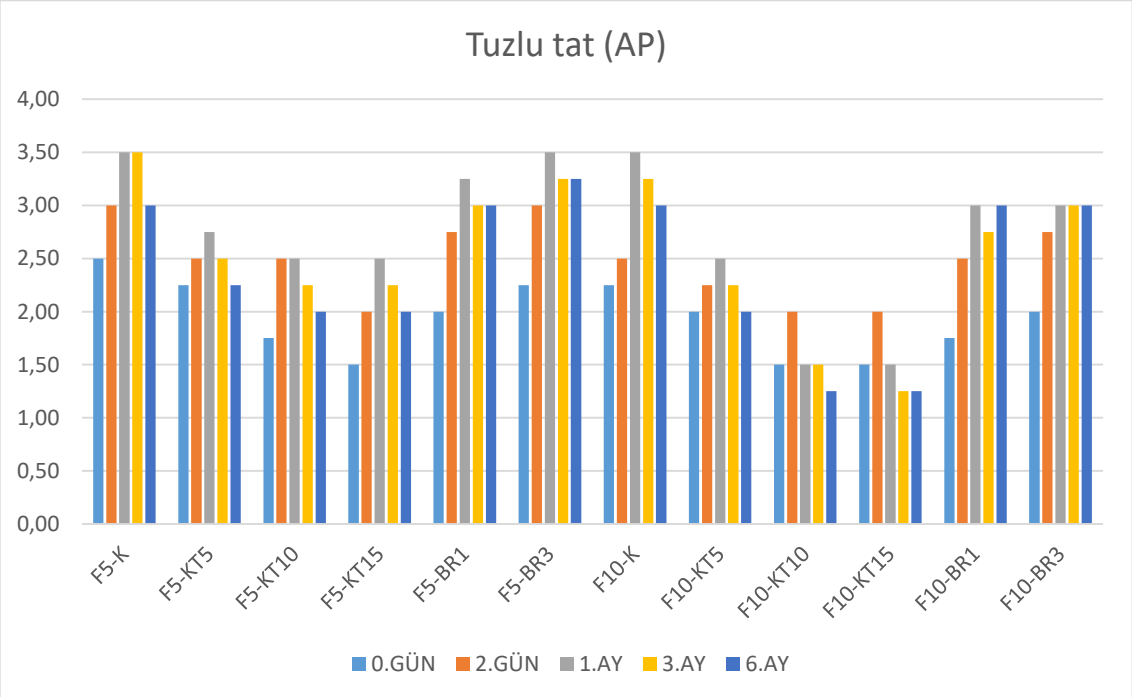
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

Tablo 4-148: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca tuzlu tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

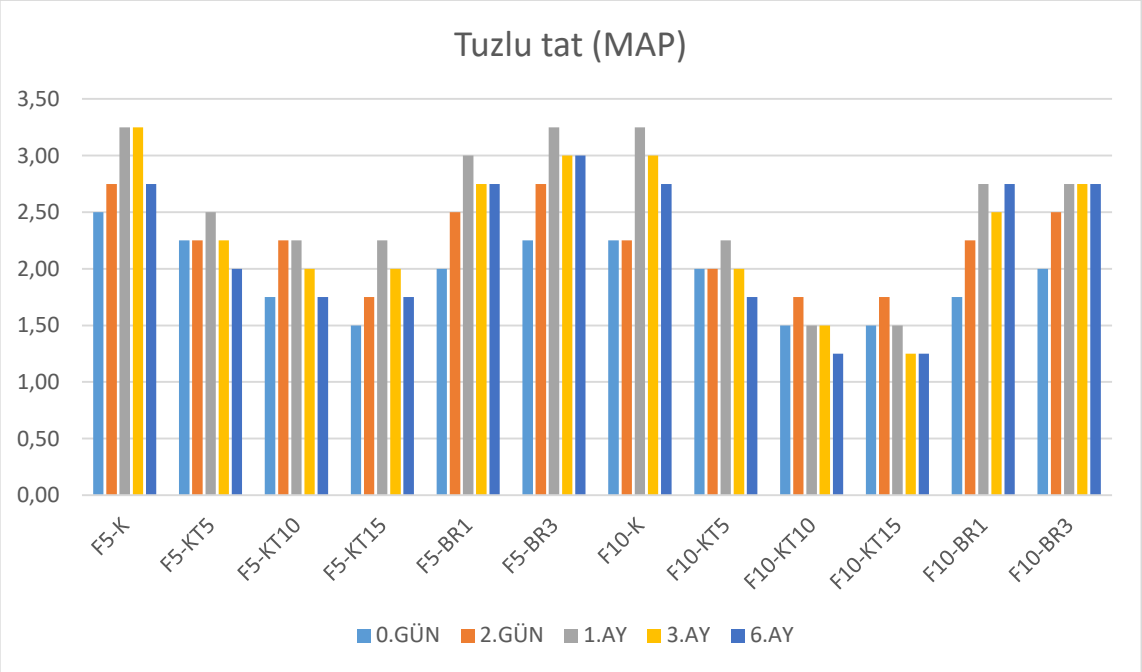
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	2,50	3,00	3,50	3,50	3,00
F5-KT5	2,25	2,50	2,75	2,50	2,25
F5-KT10	1,75	2,50	2,50	2,25	2,00
F5-KT15	1,50	2,00	2,50	2,25	2,00
F5-BR1	2,00	2,75	3,25	3,00	3,00
F5-BR3	2,25	3,00	3,50	3,25	3,25
F10-K	2,25	2,50	3,50	3,25	3,00
F10-KT5	2,00	2,25	2,50	2,25	2,00
F10-KT10	1,50	2,00	1,50	1,50	1,25
F10-KT15	1,50	2,00	1,50	1,25	1,25
F10-BR1	1,75	2,50	3,00	2,75	3,00
F10-BR3	2,00	2,75	3,00	3,00	3,00



Şekil 4-101: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca tuzlu tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-149: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca tuzlu tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	2,50	2,75	3,25	3,25	2,75
F5-KT5	2,25	2,25	2,50	2,25	2,00
F5-KT10	1,75	2,25	2,25	2,00	1,75
F5-KT15	1,50	1,75	2,25	2,00	1,75
F5-BR1	2,00	2,50	3,00	2,75	2,75
F5-BR3	2,25	2,75	3,25	3,00	3,00
F10-K	2,25	2,25	3,25	3,00	2,75
F10-KT5	2,00	2,00	2,25	2,00	1,75
F10-KT10	1,50	1,75	1,50	1,50	1,25
F10-KT15	1,50	1,75	1,50	1,25	1,25
F10-BR1	1,75	2,25	2,75	2,50	2,75
F10-BR3	2,00	2,50	2,75	2,75	2,75



Şekil 4-102: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca tuzlu tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-150: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca tuzlu tat değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	2,375^{a}	2,625^{ab}	3,375^{a}	3,250^{a}	2,875^{a}
	KT5	2,125^{ab}	2,250^{bcd}	2,500^{b}	2,250^{c}	2,000^{b}
	KT10	1,625^{c}	2,125^{cd}	1,938^{c}	1,813^{d}	1,563^{c}
	KT15	1,500^{c}	1,875^{d}	1,938^{c}	1,688^{d}	1,563^{c}
	BR1	1,688^{c}	2,500^{abc}	3,000^{a}	2,750^{b}	2,875^{a}
	BR3	1,875^{bc}	2,750^{a}	3,125^{a}	3,000^{ab}	3,000^{a}
	SE	0,126	0,128	0,140	0,125	0,120
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	1,938	2,479^{a}	2,750	2,563^{a}	2,417^{a}
	MAP	1,792	2,229^{b}	2,542	2,354^{b}	2,208^{b}
	SE	0,073	0,074	0,081	0,072	0,069
	P	0,160	**0,020**	0,072	**0,045**	**0,036**
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	1,896	2,500^{a}	2,875^{a}	2,667^{a}	2,458^{a}
	%10 Yağ	1,833	2,208^{b}	2,417^{b}	2,250^{b}	2,167^{b}
	SE	0,073	0,074	0,081	0,072	0,069
	P	0,545	**0,007**	**0,000**	**0,000**	**0,004**
Uygulama × Paketleme		0,532	1,000	0,998	0,997	0,996
Uygulama × Yağlılık		0,578	0,748	0,157	0,334	0,241
Paketleme × Yağlılık		0,160	1,000	0,716	0,684	0,671
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		0,532	1,000	0,998	0,997	0,996

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

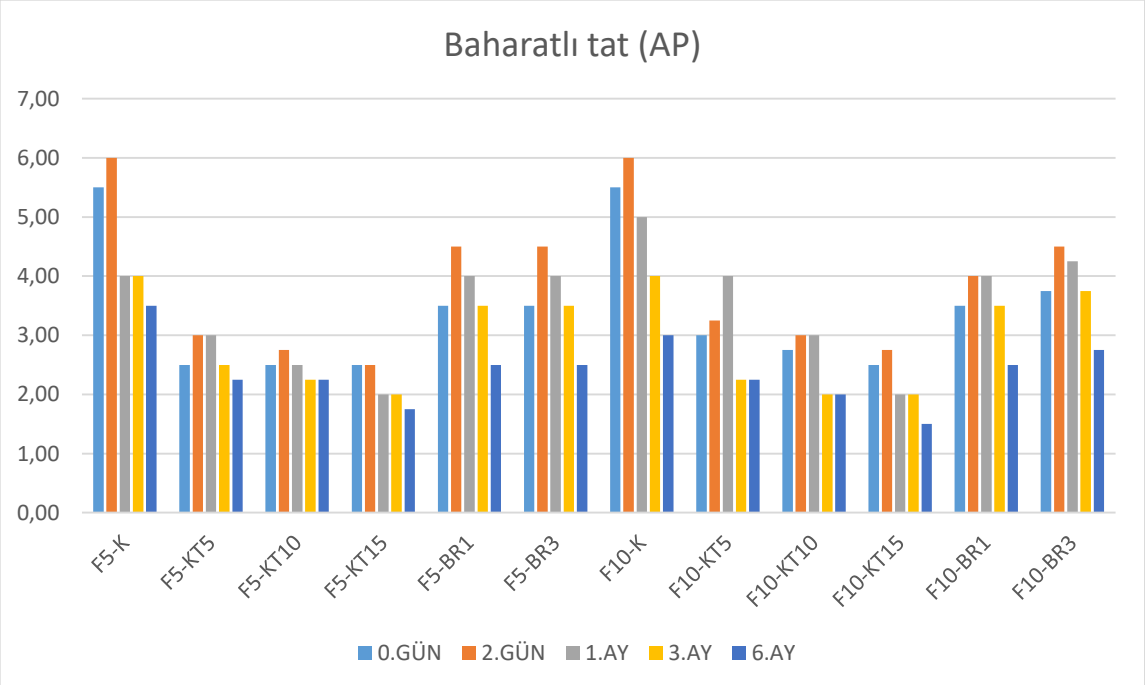
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

Tablo 4-151: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca baharatlı tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

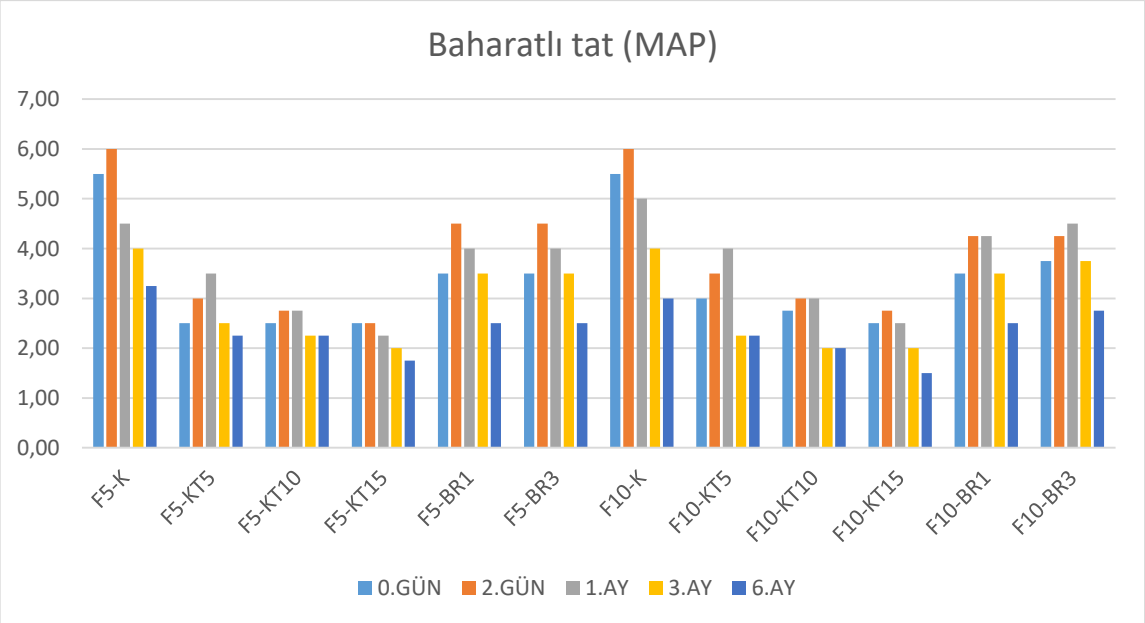
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	5,50	6,00	4,00	4,00	3,50
F5-KT5	2,50	3,00	3,00	2,50	2,25
F5-KT10	2,50	2,75	2,50	2,25	2,25
F5-KT15	2,50	2,50	2,00	2,00	1,75
F5-BR1	3,50	4,50	4,00	3,50	2,50
F5-BR3	3,50	4,50	4,00	3,50	2,50
F10-K	5,50	6,00	5,00	4,00	3,00
F10-KT5	3,00	3,25	4,00	2,25	2,25
F10-KT10	2,75	3,00	3,00	2,00	2,00
F10-KT15	2,50	2,75	2,00	2,00	1,50
F10-BR1	3,50	4,00	4,00	3,50	2,50
F10-BR3	3,75	4,50	4,25	3,75	2,75



Şekil 4-103: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca baharatlı tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-152: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca baharatlı tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	5,50	6,00	4,50	4,00	3,25
F5-KT5	2,50	3,00	3,50	2,50	2,25
F5-KT10	2,50	2,75	2,75	2,25	2,25
F5-KT15	2,50	2,50	2,25	2,00	1,75
F5-BR1	3,50	4,50	4,00	3,50	2,50
F5-BR3	3,50	4,50	4,00	3,50	2,50
F10-K	5,50	6,00	5,00	4,00	3,00
F10-KT5	3,00	3,50	4,00	2,25	2,25
F10-KT10	2,75	3,00	3,00	2,00	2,00
F10-KT15	2,50	2,75	2,50	2,00	1,50
F10-BR1	3,50	4,25	4,25	3,50	2,50
F10-BR3	3,75	4,25	4,50	3,75	2,75



Şekil 4-104: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca baharatlı tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-153: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca baharatlı tat değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	5,500^{a}	6,000^{a}	4,625^{a}	4,000^{a}	3,188^{a}
	KT5	2,750^{c}	3,188^{c}	3,625^{c}	2,375^{b}	2,250^{bc}
	KT10	2,625^{c}	2,875^{c}	2,813^{d}	2,125^{b}	2,125^{c}
	KT15	2,500^{c}	2,625^{c}	2,188^{e}	2,000^{b}	1,625^{d}
	BR1	3,500^{b}	4,313^{b}	4,063^{bc}	3,500^{a}	2,500^{bc}
	BR3	3,625^{b}	4,438^{b}	4,188^{ab}	3,625^{a}	2,625^{b}
	SE	0,141	0,219	0,186	0,173	0,148
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	3,417	3,896	3,479	2,938	2,396
	MAP	3,417	3,917	3,688	2,938	2,375
	SE	0,082	0,126	0,108	0,100	0,085
	P	1,000	0,908	0,175	1,000	0,864
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	3,333	3,875	3,375^{b}	2,958	2,438
	%10 Yağ	3,500	3,938	3,792^{a}	2,917	2,333
	SE	0,082	0,126	0,108	0,100	0,085
	P	0,153	0,728	**0,008**	0,769	0,392
Uygulama × Paketleme		1,000	0,999	0,996	1,000	1,000
Uygulama × Yağlılık		0,759	0,837	0,723	0,914	0,700
Paketleme × Yağlılık		1,000	0,908	0,785	1,000	0,864
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	0,999	0,936	1,000	1,000

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

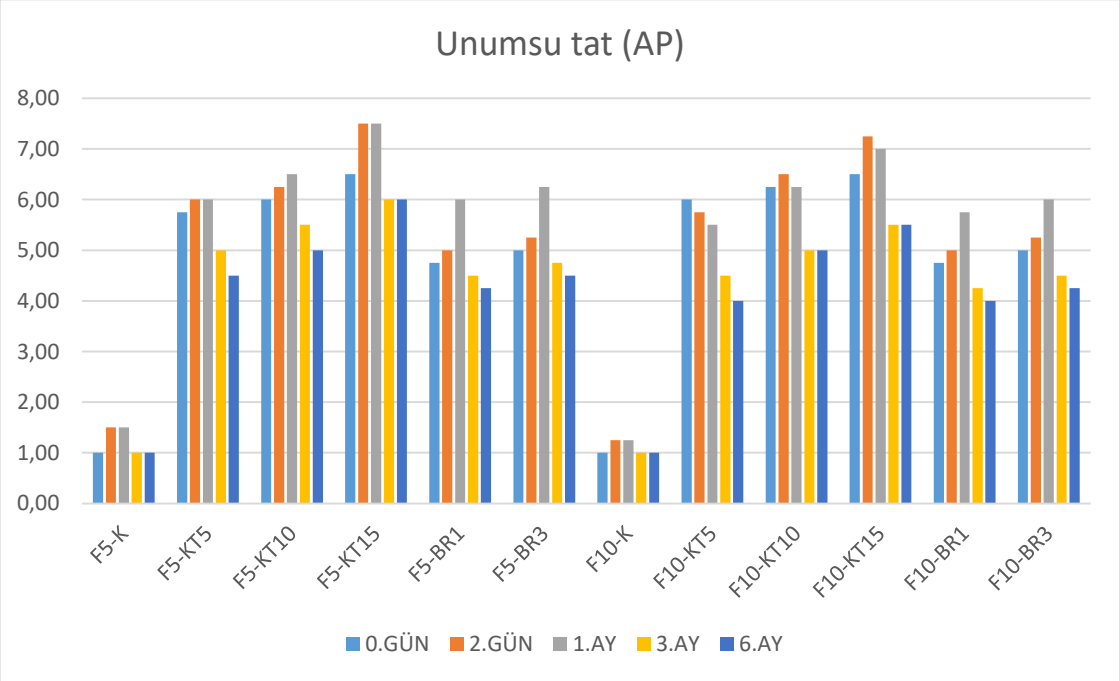
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

Tablo 4-154: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca unumsu tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

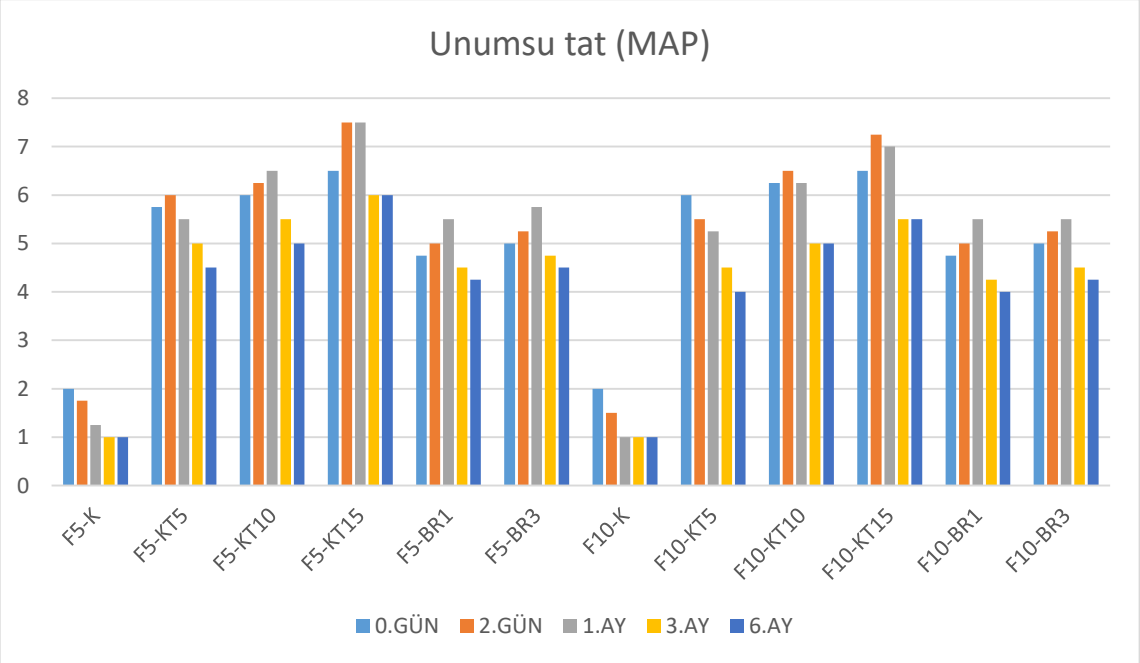
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	1,00	1,50	1,50	1,00	1,00
F5-KT5	5,75	6,00	6,00	5,00	4,50
F5-KT10	6,00	6,25	6,50	5,50	5,00
F5-KT15	6,50	7,50	7,50	6,00	6,00
F5-BR1	4,75	5,00	6,00	4,50	4,25
F5-BR3	5,00	5,25	6,25	4,75	4,50
F10-K	1,00	1,25	1,25	1,00	1,00
F10-KT5	6,00	5,75	5,50	4,50	4,00
F10-KT10	6,25	6,50	6,25	5,00	5,00
F10-KT15	6,50	7,25	7,00	5,50	5,50
F10-BR1	4,75	5,00	5,75	4,25	4,00
F10-BR3	5,00	5,25	6,00	4,50	4,25



Şekil 4-105: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca unumsu tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-155: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca unumsu tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	2	1,75	1,25	1,00	1,00
F5-KT5	5,75	6,00	5,50	5,00	4,50
F5-KT10	6,00	6,25	6,50	5,50	5,00
F5-KT15	6,50	7,50	7,50	6,00	6,00
F5-BR1	4,75	5,00	5,50	4,50	4,25
F5-BR3	5,00	5,25	5,75	4,75	4,50
F10-K	2	1,5	1	1,00	1,00
F10-KT5	6,00	5,50	5,25	4,50	4,00
F10-KT10	6,25	6,50	6,25	5,00	5,00
F10-KT15	6,50	7,25	7,00	5,50	5,50
F10-BR1	4,75	5,00	5,50	4,25	4,00
F10-BR3	5,00	5,25	5,50	4,50	4,25



Şekil 4-106: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca unumsu tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-156: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca unumsu tat değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	1,500^{d}	1,500^{e}	1,250^{d}	1,000^{d}	1,000^{d}
	KT5	5,875^{b}	5,813^{bc}	5,563^{c}	4,750^{bc}	4,250^{c}
	KT10	6,125^{ab}	6,375^{b}	6,375^{b}	5,250^{ab}	5,000^{b}
	KT15	6,500^{a}	7,375^{a}	7,250^{a}	5,750^{a}	5,750^{a}
	BR1	4,750^{c}	5,000^{d}	5,688^{bc}	4,375^{c}	4,125^{c}
	BR3	5,000^{c}	5,250^{cd}	5,875^{bc}	4,625^{c}	4,375^{c}
	SE	0,208	0,259	0,236	0,189	0,147
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	4,875	5,208	5,458	4,292	4,083
	MAP	5,042	5,229	5,208	4,292	4,083
	SE	0,120	0,150	0,136	0,109	0,085
	P	0,330	0,922	0,198	1,000	1,000
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	4,917	5,271	5,479	4,458^{a}	4,208^{a}
	%10 Yağ	5,000	5,167	5,188	4,125^{b}	3,958^{b}
	SE	0,120	0,150	0,136	0,109	0,085
	P	0,626	0,624	0,134	**0,034**	**0,041**
Uygulama × Paketleme		0,448	0,998	0,963	1,000	1,000
Uygulama × Yağlılık		0,993	0,963	0,996	0,916	0,718
Paketleme × Yağlılık		1,000	0,908	0,785	1,000	0,864
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

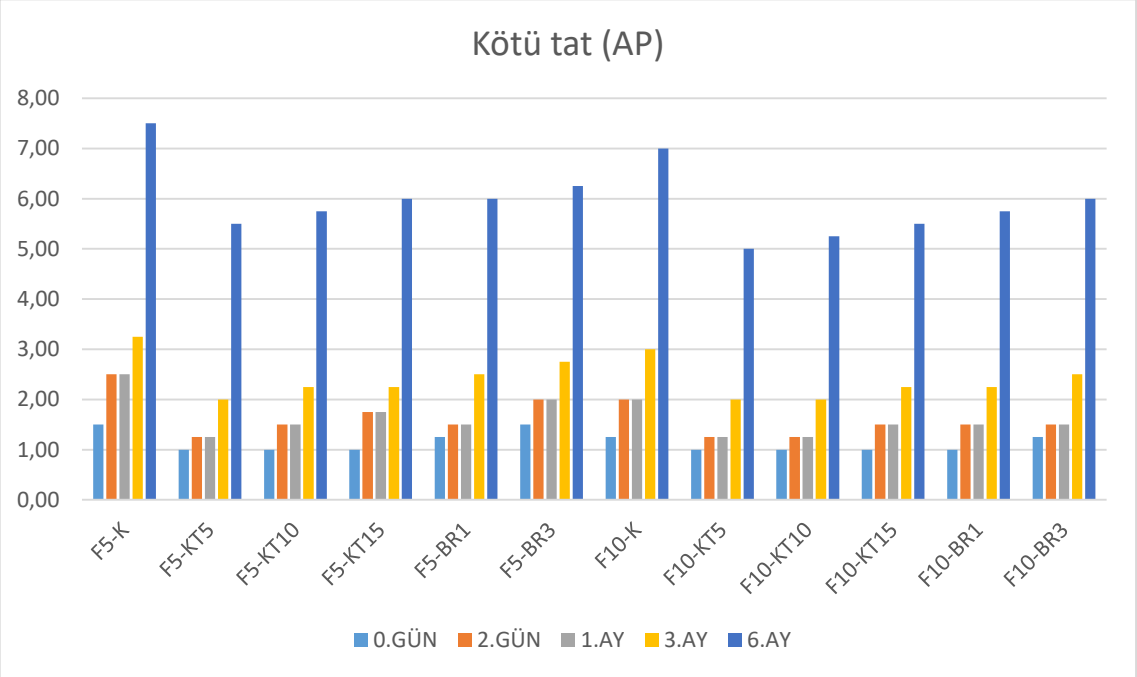
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

Tablo 4-157: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kötü tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

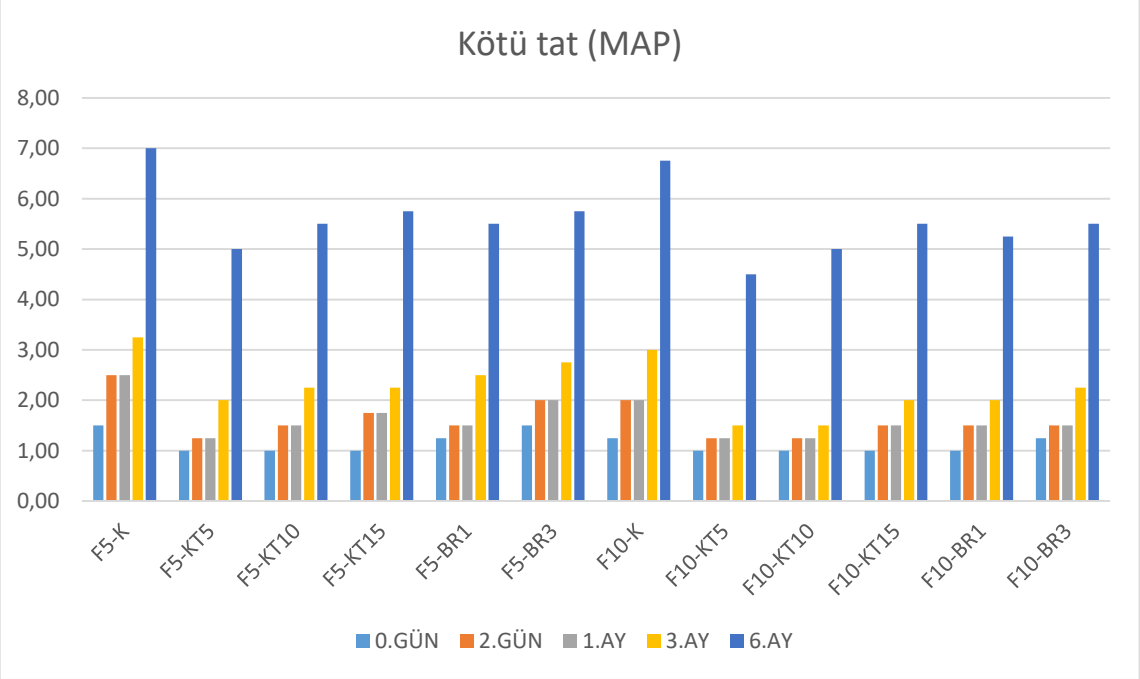
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	1,50	2,50	2,50	3,25	7,50
F5-KT5	1,00	1,25	1,25	2,00	5,50
F5-KT10	1,00	1,50	1,50	2,25	5,75
F5-KT15	1,00	1,75	1,75	2,25	6,00
F5-BR1	1,25	1,50	1,50	2,50	6,00
F5-BR3	1,50	2,00	2,00	2,75	6,25
F10-K	1,25	2,00	2,00	3,00	7,00
F10-KT5	1,00	1,25	1,25	2,00	5,00
F10-KT10	1,00	1,25	1,25	2,00	5,25
F10-KT15	1,00	1,50	1,50	2,25	5,50
F10-BR1	1,00	1,50	1,50	2,25	5,75
F10-BR3	1,25	1,50	1,50	2,50	6,00



Şekil 4-107: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kötü tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-158: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kötü tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	1,50	2,50	2,50	3,25	7,00
F5-KT5	1,00	1,25	1,25	2,00	5,00
F5-KT10	1,00	1,50	1,50	2,25	5,50
F5-KT15	1,00	1,75	1,75	2,25	5,75
F5-BR1	1,25	1,50	1,50	2,50	5,50
F5-BR3	1,50	2,00	2,00	2,75	5,75
F10-K	1,25	2,00	2,00	3,00	6,75
F10-KT5	1,00	1,25	1,25	1,50	4,50
F10-KT10	1,00	1,25	1,25	1,50	5,00
F10-KT15	1,00	1,50	1,50	2,00	5,50
F10-BR1	1,00	1,50	1,50	2,00	5,25
F10-BR3	1,25	1,50	1,50	2,25	5,50



Şekil 4-108: Modifiye atmosfer ile paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kötü tat (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-159: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca kötü tat değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	1,375^{a}	2,250^{a}	2,250^{a}	3,125^{a}	7,063^{a}
	KT5	1,000^{b}	1,250^{c}	1,250^{c}	1,875^{d}	5,000^{c}
	KT10	1,000^{b}	1,375^{bc}	1,375^{bc}	2,000^{cd}	5,375^{bc}
	KT15	1,000^{b}	1,625^{bc}	1,625^{bc}	2,188^{bcd}	5,688^{bc}
	BR1	1,125^{ab}	1,500^{bc}	1,500^{bc}	2,313^{bc}	5,625^{bc}
	BR3	1,375^{a}	1,750^{b}	1,750^{b}	2,563^{b}	5,875^{b}
	SE	0,086	0,144	0,156	0,129	0,239
	P	**0,001**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
Paketleme	AP	1,146	1,625	1,625	2,417	5,958
	MAP	1,146	1,625	1,625	2,271	5,583
	SE	0,050	0,083	0,090	0,075	0,138
	P	1,000	1,000	1,000	0,171	0,059
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	1,208	1,750^{a}	1,750	2,500^{a}	5,958
	%10 Yağ	1,083	1,500^{b}	1,500	2,188^{b}	5,583
	SE	0,050	0,083	0,090	0,075	0,138
	P	0,079	**0,037**	0,053	**0,004**	0,059
Uygulama × Paketleme		1,000	1,000	1,000	0,984	0,990
Uygulama × Yağlılık		0,673	0,700	0,765	0,935	0,998
Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	0,171	0,832
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		1,000	1,000	1,000	0,984	1,000

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

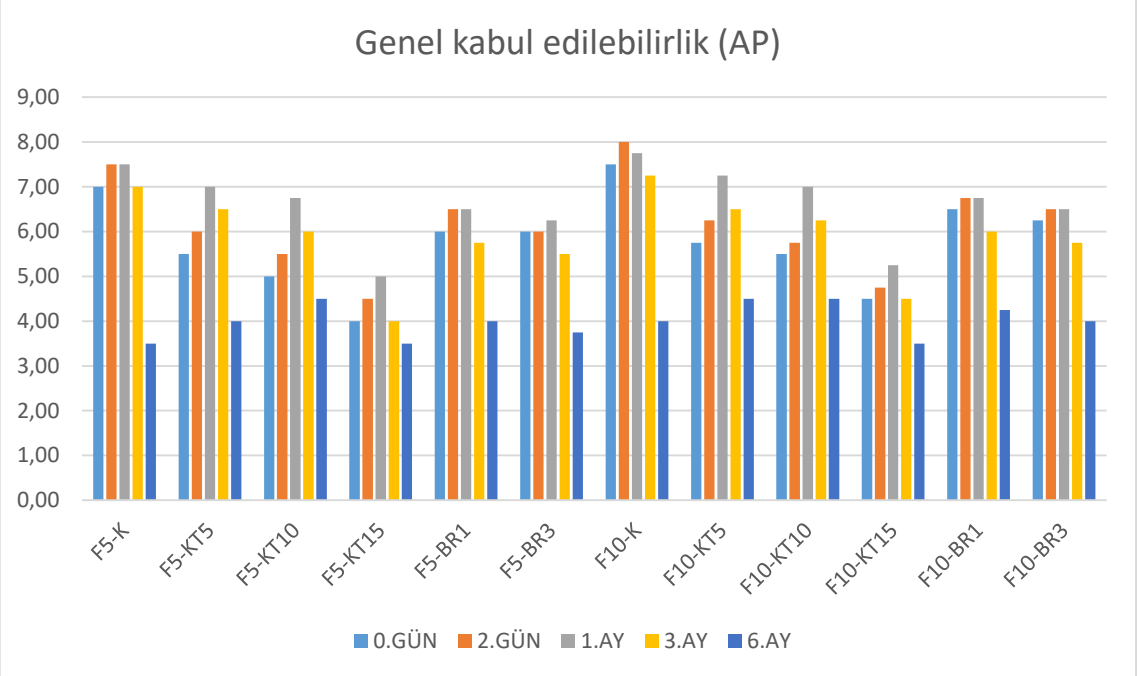
^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

Tablo 4-160: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca genel kabul edilebilirlik (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

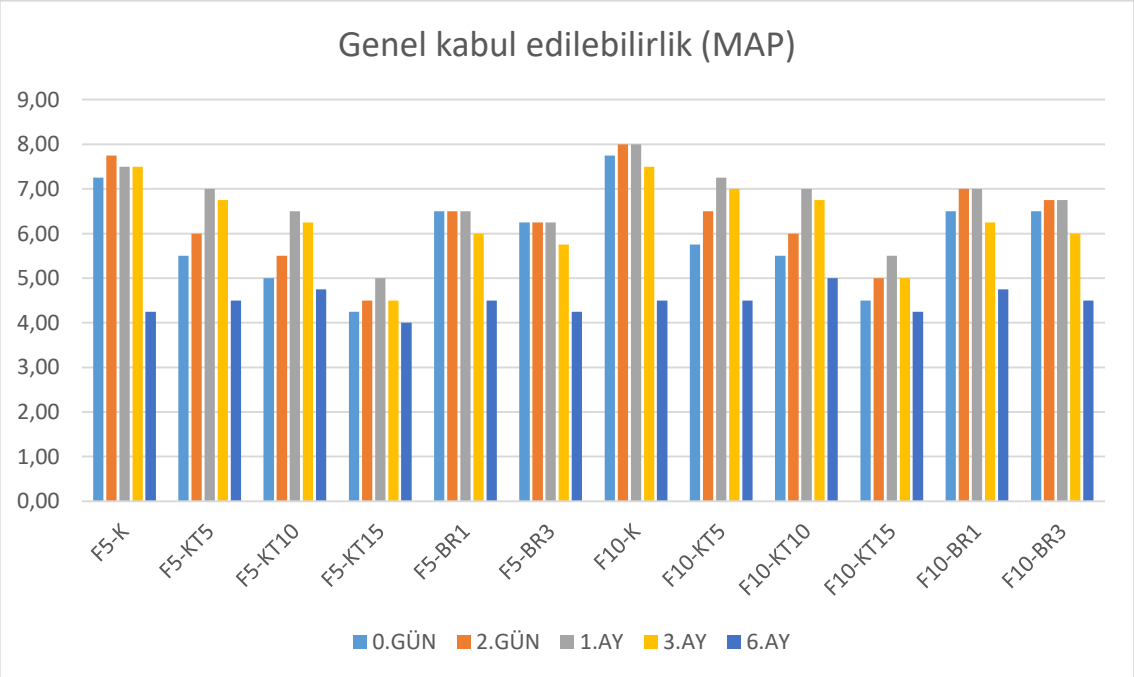
GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	7,00	7,50	7,50	7,00	3,50
F5-KT5	5,50	6,00	7,00	6,50	4,00
F5-KT10	5,00	5,50	6,75	6,00	4,50
F5-KT15	4,00	4,50	5,00	4,00	3,50
F5-BR1	6,00	6,50	6,50	5,75	4,00
F5-BR3	6,00	6,00	6,25	5,50	3,75
F10-K	7,50	8,00	7,75	7,25	4,00
F10-KT5	5,75	6,25	7,25	6,50	4,50
F10-KT10	5,50	5,75	7,00	6,25	4,50
F10-KT15	4,50	4,75	5,25	4,50	3,50
F10-BR1	6,50	6,75	6,75	6,00	4,25
F10-BR3	6,25	6,50	6,50	5,75	4,00



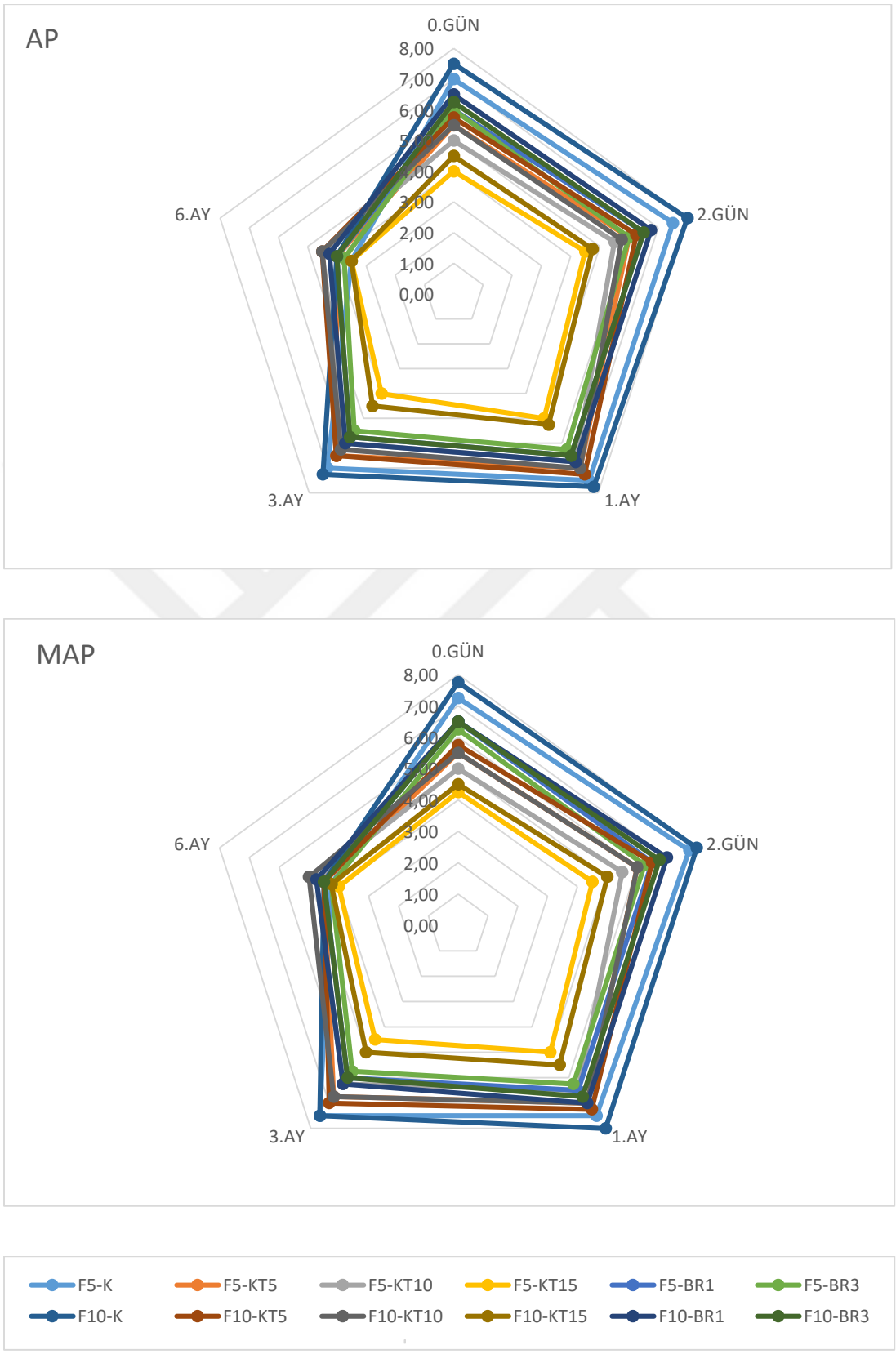
Şekil 4-109: Ortam havasıyla paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca genel kabul edilebilirlik (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

Tablo 4-161: Modifiye atmosfer paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca genel kabul edilebilirlik (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler

GRUP	Muhafaza süresi				
	0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
F5-K	7,25	7,75	7,50	7,50	4,25
F5-KT5	5,50	6,00	7,00	6,75	4,50
F5-KT10	5,00	5,50	6,50	6,25	4,75
F5-KT15	4,25	4,50	5,00	4,50	4,00
F5-BR1	6,50	6,50	6,50	6,00	4,50
F5-BR3	6,25	6,25	6,25	5,75	4,25
F10-K	7,75	8,00	8,00	7,50	4,50
F10-KT5	5,75	6,50	7,25	7,00	4,50
F10-KT10	5,50	6,00	7,00	6,75	5,00
F10-KT15	4,50	5,00	5,50	5,00	4,25
F10-BR1	6,50	7,00	7,00	6,25	4,75
F10-BR3	6,50	6,75	6,75	6,00	4,50



Şekil 4-110: Modifiye atmosfer paketlenen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca genel kabul edilebilirlik (pişmiş burger köfte) parametresindeki değişimler



Şekil 4-111: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca genel kabul edilebilirlik değerlerindeki değişimler

Tablo 4-162: Keten tohumu ve rüşeym ilavesi ile üretilen düşük yağlı burger köftelerinin muhafaza süresi boyunca genel kabul edilebilirlik değerlerindeki değişimler

Özellik	Grup	Muhafaza süresi				
		0.gün	2.gün	1.ay	3.ay	6.ay
Uygulama	K	7,375^{a}	7,813^{a}	7,688^{a}	7,313^{a}	4,063
	KT5	5,625^{c}	6,188^{bc}	7,125^{ab}	6,688^{b}	4,375
	KT10	5,250^{c}	5,688^{c}	6,813^{b}	6,313^{bc}	4,688
	KT15	4,313^{d}	4,688^{d}	5,188^{c}	4,500^{d}	3,813
	BR1	6,375^{b}	6,688^{b}	6,688^{b}	6,000^{c}	4,375
	BR3	6,250^{b}	6,375^{bc}	6,438^{b}	5,750^{c}	4,125
	SE	0,217	0,261	0,235	0,195	0,205
	P	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	0,062
Paketleme	AP	5,792	6,167	6,625	5,917^{b}	4,000^{b}
	MAP	5,938	6,313	6,688	6,271^{a}	4,479^{a}
	SE	0,125	0,150	0,136	0,113	0,118
	P	0,413	0,495	0,746	**0,029**	**0,005**
Hayvansal yağ oranı	%5 Yağ	5,688^{b}	6,042	6,479	5,958	4,125
	%10 Yağ	6,042^{a}	6,438	6,833	6,229	4,354
	SE	0,125	0,150	0,136	0,113	0,118
	P	**0,049**	0,067	0,069	0,093	0,174
Uygulama × Paketleme		0,995	1,000	0,998	0,998	0,956
Uygulama × Yağlılık		0,995	1,000	1,000	0,982	0,998
Paketleme × Yağlılık		0,725	0,770	0,589	0,896	0,901
Uygulama × Paketleme × Yağlılık		0,998	0,999	1,000	0,998	0,986

K: Kontrol, KT5: %5 keten tohumu, KT10: %10 keten tohumu; KT15: %15 keten tohumu, BR1: %1 buğday rüşeymi, BR3: %3 buğday rüşeymi

AP: ortam havası ile paketleme, MAP: modifiye atmosfer ile paketleme (%70 O_2, %30 CO_2)

^{a,b,c}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan birbirinden anlamlı olarak farklıdır (P<0,05).

NS: İstatistiksel açıdan anlamlılık yoktur (P>0,05). ND: Örnekte aranan değer belirlenmemiştir.

SE: Standart hata

5. TARTIŞMA

5.1. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

5.1.1. Toplam Aerob Mezofil Bakteriler (TAMB)

Bu çalışmada, %5 yağ içeren ve ortam havasıyla paketlenmiş burger örneklerinde toplam aerob mezofil mikroorganizma sayısı kontrol grubunda başlangıçta 5 log kob/g iken, 6.ayda 5,40 log kob/g'a değerine ulaşmıştır. Buna karşın, %10 ve %15 keten tohumu içeren örneklerin başlangıç bakteri yükü (4,69 log kob/g ve 4,63 log kob/g) diğer gruplara nazaran daha düşük olarak tespit edilmiş ve depolamanın sonumda bile 5 log kob/g seviyesini geçmemiştir. Iki günlük soğuk muhafaza süresince örneklerin TAMB sayılarında 0,3-0,6 log kob/g düzeyinde artış kaydedilmiş olsada, donmuş muhafaza süresi boyunca örneklerde 0,18-0,40 düzeyinde artış olmuştur. Özellikle depolamanın ilk ayı boyunca tüm gruplar başlangıç bakteri yükünü korumuş, uzayan muhafaza süresine bağlı olarakda TAMB sayılarında nisbi bir artış kaydedilmiştir. Depolama süresi boyunca keten tohumu içeren örnekler daha düşük toplam aerob mezofil mikroorganizma sayısına sahip olmuştur.

Benzer durum %10 yağ içeren ve ortam havasıyla paketlenmiş örneklerde de gözlemlenmiştir. %10 yağ içeren kontrol grubu burger örnekleri depolama süresince en yüksek toplam aerob mezofil mikroorganizma sayısına sahip köfteler olarak bulunmuştur. Ancaki %10 yağ içeren burger örneklerinin 6 aylık depolama sürecinde %5 yağ içeren örneklere nazaran daha düşük bakteriyel yüke sahip oldukları gözlemlenmiştir. Özellikle karışımdaki keten tohumu oranındaki artış toplam aerob mezofil mikroorganizma sayısında azalma sağlamıştır (Tablo 4-3).

Modifiye atmosfer ile paketlenen burger örneklerinin muhafaza süresi boyunca TAMB sayılarındaki değişimler ortam havasıyla paketlenen örneklere benzerlik göstermekle birlikte, modifiye atmosfer ile paketlenen burger örnekleri 1.ay sonunda 0,3-0,6 log kob/g düzeyinde inhibisyona uğramıştır. Depolama süresi boyunca tüm grupların bakteri sayılarında artış olmasına karşın, depolamanın son gününde dahi başlangıç bakteri yükünün altında değerler kaydedilmiştir. Burger örnekleri arasında %5 yağ içeren kontrol grubu köfteler depolamanın 6.ayında 4,85 log kob/g değeri ile en yüksek toplam aerob mezofil mikroorganizma sayısına sahipken; %15 keten tohumu içeren burger örnekleri 4,58 log kob/g değeri ile en düşük TAMB sayısına sahip burger örnekleridir. Ayrıca,

modifiye atmosfer ile paketlenen örneklerin toplam aerob mezofil mikroorganizma sayısı depolamanın 2.gününden itibaren ortam havasıyla paketlenen örneklere kıyasla daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4-4).

Uygulama yöntemi depolamanın tamamında, paketleme yöntemi ise depolamanın 1.ayından itibaren toplam aerob mezofil mikroorganizma sayısı üzerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Kontrol grubu örneklerinin depolama boyunca toplam aerob mezofil mikroorganizma sayısı en yüksek saptanırken; artan keten tohumu konsantrasyonu bakteri sayısında anlamlı bir inhibisyona yol açmıştır ($P<0,05$), (Tablo 4-5). %5 keten tohumu ve farklı oranlardaki buğday rüşeymi toplam aerob mezofil mikroorganizma sayısı üzerinde nisbi oranda farklılık oluşturmuş; gruplar arasında anlamlı farklılıklar özellikle 1.ayda gözlemlenmiştir ($P<0,05$). Paketleme yöntemleri arasındaki farklılık ise depolamanın 1.ayından itibaren anlamlılık göstermiş ($P<0,05$); MAP uygulamasının toplam aerob mezofil mikroorganizma sayısı üzerindeki inhibisyon etkisi 0,4-0,5 log kob/g düzeyinde tespit edilmiştir.

Yılmaz ve Demirci (2010), farklı paketleme yöntemleri uyguladıkları köfte örneklerinde TAMB sayısının depolama boyunca tüm örnek gruplarında yükselme eğilimi gösterdiği, depolamanın 1.gününde en düşük sayının MAP uygulanan örnek grubunda, en yüksek sayının ise polietilen film ile sarılan örnek grubunda olduğunu belirtmişlerdir. Depolamanın 16.gününde vakum paketleme uygulanan örneklerin TAMB sayısının ise MAP uygulanan örneklerden daha düşük olduğu ifade edilmiştir (Yılmaz ve Demirci 2010).

Temelli ve ark. (2011) tarafından normal atmosfere (C) karşı iki farklı modifiye atmosferde (M1: %30 O_2, %40 CO_2, %30 N_2 ve M2: %60 O_2, %30 CO_2, %10 N_2) paketlenerek 4°C'de saklanan taze pişmemiş İnegöl köftelerde oluşan mikrobiyolojik değişikliklerin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, tüm grupların 5,60 log kob/g olan başlangıç TAMB sayılarının depolama süresi sonunda C, M1 ve M2 gruplarında sırasıyla 7,36, 5,69, 6,77 log kob/g olarak belirlendiği bildirilmiştir. TAMB artışı sadece C ve M2 grubunda yaklaşık olarak 2 log ve 1 log düzeyinde belirlenir iken; M1 grubunda ise bu sayıda belirgin bir değişiklik olmadığı kaydedilmiştir.

Bingol ve ark. (2012) yüksek oksijen konsantrasyonu (80:20:0, 60:20:20, 70:30:0 ve 60:40:0/O_2:CO_2:N_2) ile modifiye atmosfer paketleme altında soğuk

muhafazaya (4°C) aldıkları Tekirdağ köftelerinin raf ömrü süresi boyunca MAP uygulamasının aerobik paketlemeye göre daha düşük mikrobiyal yüke sahip olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle 60:40:0/O_2:CO_2:N_2 gaz karışımı ile paketlenen örneklerde mikrobiyal büyüme daha fazla engellenebilmiştir. Ortam havasıyla paketlenen numuneler, tüm depolama süresi boyunca MAP'den yaklaşık 1 log daha yüksek toplam aerobik mikroorganizma sayısına sahip bulunmuş ve hava ile paketlenen örneklerde TAPC sayıları depolamanın 4.gününde kötü koku ve sümüksü yapı gelişimi ile 7 log kob/g seviyesine ulaşmışken; MAP uygulanan örneklerde bu kritik seviyeye 8 günlük depolamadan sonra ulaşıldığı bildirilmiştir.

Altuntaş ve Turhan (2013) farklı paketleme yöntemlerinin [aerobik (AP), vakum (VP) ve modifiye atmosfer (MAP: 75% N_2, 25% CO_2)] keten tohumu unu ile zenginleştirilmiş dana köftelerinin toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayıları üzerinde çok önemli etkisi ($p<0.01$) olduğunu belirtmişlerdir. En düşük TAMB sayısı MAP paketlenmiş sığır köftelerinde saptanırken, AP'de paketlenmiş sığır köftelerinde en yüksek TAMB sayısı belirlendiği bildirilmiştir. Bunun yamı sıra, depolama süresinin TAMB sayısı üzerinde oldukça önemli ($p<0.01$) etkiye sahip olduğu kaydedilmiş ve bu sonuçların bizim çalışmamız ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Ayrıca, paketleme yöntemleri ile TAMB sayıları için not edilen saklama süresi arasındaki bir etkileşim olduğu gösterilmiş; kıyma, sığır yağı, keten tohumu unu ve sarımsak tozundaki yüksek düzeyde kontaminasyon nedeniyle sığır köftelerindeki ilk TAMB sayımları oldukça yüksek bulunmuşken, depolama süresi boyunca artan TAMB sayısı, MAP uygulamasında diğerlerine göre daha düşük olmuştur. MAP, VP ve AP'de paketlenen numunelerin nihai TAMB sayıları sırasıyla 8,18, 9,02 ve 9,05 log kob/g'a ulaşmıştır ve bu sonuçlara göre, çalışılan paketleme yöntemleri arasında MAP, TAMB'nin inhibe edilmesinde önemli bir etkiye sahip olduğu vurgulanmıştır (Altuntaş ve Turhan, 2013).

Aerobik mikroorganizmalar genellikle CO_2'ye duyarlıdır; bu nedenle modifiye atmosfer paketleme uygulaması bakteri üremesini geciktirmektedir. Etin mikrobiyal bozulması genellikle TAMB sayısı 10^7-10^8 kob/g'a ulaştığında meydana gelmektedir (Öztürk ve ark., 2009).

Bu kapsamda, Altuntaş ve Turhan (2013) AP ve VP'de paketlenmiş sığır köftelerinin TAMB sayılarının 7.günün sonunda 8 log kob/g'ı aşarken, MAP uygulanan sığır köftelerinin TAMB sayılarının 10.günün sonunda bu düzeye eriştiğini belirtmişlerdir. Keten tohumu unu ile zenginleştirilmiş dana köftelerinin raf ömrünün uzatılması en iyi %75 N2 + %25 CO_2 atmosferinde elde edildiği bildirilmiştir. Benzer olarak bizim çalışmamızda da artan keten tohumu konsantrasyonunun TAMB sayıları üzerindeki inhibatorik etkisi en fazla MAP uygulanan örneklerde kaydedilmiştir.

Lopez-Vargas ve ark. (2014), burger köftelerin kalite özellikleri etkisini inceledikleri çalışmalarında passiflora meyve lifi (PFA) ilave edilen örneklerin kontrol numunelerine göre daha düşük TAMB sayısına sahip olduğu, %2.5 ve %5 PFA numuneleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir.

Köker (2020), yapmış olduğu çalışmada farklı oranlarda çemen ilave ederek hazırladığı hamburger köftelerinde TAMB sayısı 0. günde 3,70 ile 5,04 log kob/g olarak tespit edilirken depolama süresince bakteri sayısı artış göstermiş olup depolamanın 60. gününde 6,27 ile 8,83 log kob/g aralığına ulaşmıştır.

Sayas-Barberá ve ark. (2020), hurma çekirdeği tozu (DDP) ilave ederek hazırladıkları köfte örneklerinde, depolama boyunca %6 DDP ilave edilen örnek en düşük TAMB sayısına sahip olan örnek olarak tespit edilmiştir. Depolamanın sonunda en yüksek TAMB sayıları sırasıyla kontrol, %1,5 DDP ve %3 DDP ilaveli örneklerde belirlenmiştir.

5.1.2. Psikrotrof Bakteriler

Bu çalışmada, ortam havasıyla paketlenmiş burger köftelerinin tümünde muhafaza süresi boyunca psikrotrof mikroorganizma sayıları artış göstermiş olup, en az artışın %15 keten tohumu içeren burger köftelerinde olduğu belirlenmiştir. Başlangıç bakteri yükleri incelendiğinde, %5 yağ içeren ve ortam havasıyla paketlenmiş kontrol grubu köfteler 5,76 log kob/g değeri ile bütün gruplar arasında en yüksek düzeyde psikrotrof mikroorganizma sayısı içeren örnek olurken, karışıma ilave edilen keten tohumu ve buğday rüşeymi nisbi bir inhibisyona neden olarak sırasıyla %5, %10 ve %15 keten tohumu ve %1 ve %3 buğday rüşeymi ihtiva eden burger köftelerinde 5,146 log

kob/g, 5,079 log kob/g, 5 log kob/g, 5,544 log kob/g ve 5,431 log kob/g değerleri kaydedilmiştir. Donmuş muhafaza süresi sonunda keten tohumu ve rüşeym içeren burger köftelerinde yaklaşık 0,8-1 log kob/g düzeyinde artış saptanırken, keten tohumu içeren örneklerin depolama sonundaki psikrotrof mikroorganizma sayısı 5,95-6,11 log kob/g aralığında olduğu gözlemlenmiştir. Depolamanın son gününde (6.ay) buğday rüşeymi ve kontrol grubu örnekler 6,2-6,4 log kob/g aralığında olması, keten tohumu oranındaki artışın psikrotrof mikroorganizma sayısında azalma sağladığının göstergesi olarak belirlenmiştir (Tablo 4-6). Benzer bir durum, %10 yağ içeren ve ortam havasıyla paketlenmiş örneklerde de kaydedilmiş olup, %5 yağ içeren burger köftelerine nazaran tüm depolama süresi boyunca 0,1-0,2 log kob/g değerinde daha düşük psikrotrof mikroorganizma sayıları kaydedilmiştir (Tablo 4-6).

Ortam havasıyla paketlenen burger köftelerine benzer şekilde modifiye atmosfer ile paketlenen örneklerin tamamında da soğuk ve donmuş muhafaza sürecinin sonunda psikrotrof mikroorganizma sayılarında artan depolama süresine parallel olarak artış gözlemlenmiştir. Modifiye atmosfer ile paketlenen burger köftelerinin, %5 yağ içeren kontrol grubunda psikrotrof mikroorganizma sayısı 0.günde 5,76 log kob/g değerinden 6.ayda 6,20 log kob/g değerine yükselme göstermiştir. Aynı şekilde, %10 yağ içeren kontrol grubu burger örneklerinde psikrotrof mikroorganizma sayısı ise 0.günde 5,68 log kob/g değerinden 6.ayda 6,08 log kob/g değerine yükselme göstermiştir (Tablo 4-7). Keten tohumu içeren ve modifiye atmosfer ile paketlenmiş burger köftelerinde de uzun depolama süreci sonunda %5 yağ içeren örneklerde 0,3-0,4 log kob/g, %10 yağ içeren örneklerde ise 0,2-0,3 log kob/g düzeyinde bir inhibisyon kaydedilmiştir (Tablo 4-7). Genel olarak, ortam ve modifiye atmosfer ile paketlenen burger köftelerinin yağ oranındaki artış psikrotrof mikroorganizma sayısılarında nisbi bir azalma ile sonuçlanmıştır.

Uygulama yöntemi depolamanın 1.ayından, paketleme yöntemi ise depolamanın 3.ayından itibaren psikrotrof mikroorganizma sayısı üzerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Kontrol grubu burger örnekleri depolama boyunca psikrotrof mikroorganizma sayısı bakımından en yüksek değerlere sahip olan örnekler olmalarına karşın, başlangıç bakteri yüküne kıyasla en az artışın gözlemlendiği örnekler olmuşlardır. Buna karşın bakteriyel inhibisyonun en fazla olduğu gruplar keten tohumu ihtiva eden burger köfteleri olmalarına rağmen, keten tohumu içeren örnekler depolama sonunda 0,90

log kob/g düzeyinde artış ile psikrotrof mikroorganizma sayısı en çok yükselen örnek grubu olarak saptanmıştır (Tablo 4-8). Keten tohumu ve buğday rüşeymi oranındaki artış psikrotrof mikroorganizma sayısında azalma etkisi göstermiştir. MAP uygulaması ise depolamanın 3.ayından itibaren psikrotrof mikroorganizma sayısı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir inhibisyon etkisi göstermiştir ($P<0,05$).

Yılmaz ve Demirci (2010), farklı paketleme yöntemleri uyguladıkları köfte örneklerinde psikrofil bakteri sayısının depolama boyunca tüm örnek gruplarında yükselme eğilimi gösterdiğini, depolamanın 1.gününde en düşük bakteri sayının vakum paketleme uygulanan örnek grubunda, en yüksek bakteri sayının ise polietilen film ile sarılan örnek gruplarında olduğunu tespit etmişlerdir. Depolamanın 16.gününde MAP uygulanan örneklerin psikrofil bakteri sayısının ise vakum paketleme uygulanan örneklerden daha düşük olduğu belirtilmişlerdir. Depolama boyunca en yüksek psikrofil bakteri sayısı polietilen film ile sarılan örnek grubunda olduğunu saptanmışlardır (Yılmaz ve Demirci 2010).

Bingol ve ark. (2012) yüksek oksijen konsantrasyonu (80:20:0, 60:20:20, 70:30:0 ve 60:40:0/O_2:CO_2:N_2) ile modifiye atmosfer paketleme altında soğuk muhafazaya (4°C) aldıkları Tekirdağ köftelerinin raf ömrü süresi boyunca psikrofilik bakteri sayılarının, aerobik ve modifiye atmosfer paketleme arasında farklılıklar ($p<0.01$) göstermesine karşın, depolama sonunda >8 log kob/g düzeyi ile depolama sırasında tüm gruplarda artış kaydettiğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte, paketlerdeki CO_2 konsantrasyonlarının artmasıyla paketleme sistemleri arasında mikroorganizmaların büyümesi yavaşlamış, soğuğa dayanıklı bakteriler gruplar arasında ve gruplar içinde önemli farklılıklar göstererek düşük sıcaklıkta etkinliklerine devam ettiklerine dikkat çekilmiştir.

Ercolini ve ark. (2006), farklı paketleme [MAP1 (hava), MAP2 (%60 O_2+%40 CO_2) ve MAP3 (%20 O_2+%40 CO_2+%40 N_2)] koşulları altında 5°C'de 14 gün boyunca saklanan sığır etinde psikrofil bakteri sayısının depolama boyunca artış gösterdiğini belirlemişlerdir. Depolama sonunda en yüksek psikrofil bakteri sayısı ortam havasıyla paketlenen (MAP1) örneklerde 8,90 log kob/g seviyesi ile tayin edilirken; en düşük psikrofil bakteri sayısı 7,54 log kob/g ile yüksek CO_2 içeren (MAP2) grupta tespit edildiği bildirilmiştir (Ercolini ve ark. 2006).

Piñero ve ark. (2008), yağ ikamesi olarak yulafın çözünür lifinin az yağlı dana köfteleri üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında, kontrol grubu ve lif ilaveli örneklerin depolamanın 30.gününde psikrofil bakteri sayılarını sırasıyla 2,93 ve 2,86 log kob/g olarak tespit etmişken, 60.günde 3,08 ve 3,17 log kob/g'a yükseldiğini belirtmişlerdir (Piñero ve ark. 2008).

Altuntaş ve Turhan (2013) farklı paketleme yöntemlerinin [aerobik (AP), vakum (VP) ve modifiye atmosfer (MAP: 75% N_2, 25% CO_2)] keten tohumu unu ile zenginleştirilmiş dana köftelerinin psikrotrofik bakteri sayıları üzerinde oldukça yüksek öneme sahip olduğunu bulmuşlardır. ($p<0.01$). Sığır köftelerinde en düşük psikrotrofik bakteri sayısı MAP'de paketlenmiş örneklerde ve en yüksek psikrotrofik bakteri sayısının ise AP'de paketlenmiş örneklerde saptandığını vurgulamışlardır. MAP, VP ve AP içinde paketlenmiş örneklerin başlangıç psikrotrofik bakteri sayıları ortalama 6.85 log kob/g olarak bulunmuşken, tüm sığır köftelerinde psikrotrofik bakteri sayıları, depolama süresi boyunca artmıştır. Psikrotrofik bakteri sayılarındaki artış TAMB sayımlarındaki artışla benzer olduğu ifade edilmiştir.

Sayas-Barberá ve ark. (2020), hurma çekirdeği tozu (DDP) ilave ederek hazırladıkları köfte örneklerinde, depolama boyunca %3 DDP ilave edilen örneklerin en düşük psikrofil bakteri sayısına sahip olan grup olduklarını tespit etmişlerdir. Depolamanın sonunda en yüksek psikrofil bakteri sayıları sırasıyla kontrol, %1,5 DDP ve %6 DDP ilaveli örneklerde belirlendiği bildirilmiştir.

5.1.3. *Enterobacteriaceae* Familyası Bakterileri

Bu çalışmada ortam havasıyla paketlenen farklı oranlarda keten tohumu ve buğday rüşeymi içeriğine sahip burger köftelerindeki *Enterobacteriaceae* sayıları, kontrol grubuna göre daha düşük seviyede belirlenirken; depolama sonunda bütün gruplarda azalma gözlenmiştir. Depolamanın 2.gününde tüm gruplar en yüksek *Enterobacteriaceae* sayılarına ulaşırken, depolama süresince gruplar arasında kademeli bir azalma olduğu saptanmıştır.

Muhafaza süresinin başında %5 yağ içeren kontrol grubu burger köftelerinde 3,48 log kob/g olan *Enterobacteriaceae* sayısı; depolamanın 6.ayında 2,78 log kob/g'a kadar

düşmüştür. Keten tohumu içeren %5 yağlı burger köftelerinde başlangıçta 3-3,30 log kob/g düzeyinde olan *Enterobacteriaceae* sayısı, depolamanın 6.ayında 1,70-2,00 log kob/g düzeylerinde tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, buğday rüşeymi içeren %5 yağlı burger köftelerinde ise ilk gün 3,30 log kob/g olan *Enterobacteriaceae* sayısı depolamanın 6.ayında 2,70 ve 2,75 log kob/g düzeylerinde tespit edilmiştir (Tablo 4-9). Benzer gidişat %10 yağ içeren burger köfte örneklerinde de gözlemlenmiştir. Farklı oranda keten tohumu ve %10 yağ içeren ortam havasıyla paketlenmiş burgerlerde muhafaza sonununda *Enterobacteriaceae* sayısı başlangıç değerinden yaklaşık 1-1,3 log kob/g kadar inhibisyona uğrarken, %10 yağ içeren buğday rüşeymi ilaveli örneklerde sadece 0,4-0,5 log kob/g kadar bir inhibisyon kaydedilmiştir.

Paketlemenin etkisi *Enterobacteriaceae* sayısı üzerinde anlamlı düzeyde etkin olmuş; MAP uygulanan örneklerde ortam havasıyla paketlenen burgerlere oranla soğuk muhafazanın 2.gününde ortalama 1 log kob/g kadar fazla bir inhibisyon belirlenmiştir. Bu kademeli azalma donmuş muhafazanın 6.ayında modifiye atmosfer ile paketlenen %5 yağ içeren ve %10 ile %15 keten tohumu ilaveli örneklerde hiç *Enterobacteriaceae* sayısına rastlanmaması ile sonuçlanmıştır. Benzer olarak, depolamanın sonunda %10 yağ içeren ve %5, %10, %15 keten tohumu ile %3 buğday rüşeymi ihtiva eden örneklerde *Enterobacteriaceae* tespit edilmemiştir. %10 yağ içeren burger köftelerinde depolama sonunda kontrol ve %1 buğday rüşeymi içeren örneklede ise *Enterobacteriaceae* sayısı 2 log kob/g olarak belirlenmitir (Tablo 4-10). Bu durum, soğuk ve donmuş muhafaza sürecinde keten tohumu ve buğday rüşeymi ilavesinin *Enterobacteriaceae* sayısı üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

Uygulama yöntemi depolama boyunca, paketleme yöntemi ise depolamanın 2.gününden itibaren *Enterobacteriaceae* sayısı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-11). Hayvansal yağ oranındaki artış depolamanın 1.ayından itibaren gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların oluşmasına yol açmıştır ($P<0,05$).

Tüm muahfaza süresi boyunca, keten tohumunun *Enterobacteriaceae* sayısı üzerindeki inhibisyon etkisi buğday rüşeymine kıyasla daha yüksek bulumuştur. %10 ve %15 keten tohumu ilavesi kontrol ve buğday rüşeymi içeren örneklere göre *Enterobacteriaceae* sayısı üzerinde depolamanın 2.gününden itibaren daha fazla

inhibisyon sağlamıştır. Paketleme yönteminin etkisi depolamanın 2.gününden itibaren MAP uygulanan burger köftelerinde daha fazla inibisyon sağlanması ile tespit edilmiş; uygulama × paketleme etkisi muhafazanın 6.ayında belirgin olmuştur (Tablo 4-11).

Esmer ve ark. (2011), farklı modifiye atmosfer gaz bileşiminin (MAP1: %30O_2+%70CO_2; MAP2: %50O_2+%50CO_2; MAP3: %70O_2+%30CO_2; MAP4: %50O_2+%30CO_2+%20 N_2; MAP5: %30O_2+%30CO_2+%40N_2) kıymanın mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, uygulanan gaz kombinasyonlarından bağımsız olarak tüm gruplarda hava ile paketlenen örneklere kıyasla *Enterobacteriaceae* gelişimi sınırlandığını bildirmişlerdir. Hava ile paketlenen örnekte depolamanın 14. gününde *Enterobacteriaceae* sayısı 6 log kob/g'a ulaşırken, MAP4 grubunda depolamanın 14. gününde tamamen inhibisyon kaydedilmiştir (Esmer ve ark. 2011).

Ercolini ve ark. (2006), farklı paketleme [MAP1 (hava), MAP2 (%60 O_2+%40 CO_2) ve MAP3 (%20 O_2+%40 CO_2+%40 N_2)] koşulları altında 5°C'de 14 gün boyunca saklanan sığır etlerinde *Enterobacteriaceae* sayısının MAP3 grubunda depolama sonunda diğer örnek gruplarından yüksek olduğu saptanmışlardır. MAP2 grubunda *Enterobacteriaceae* sayısı depolamanın 7.gününe kadar yükselirken, 7.günde düşüş göstermiş ancak 14.günde tekrar yükseldiği belirtilmiştir (Ercolini ve ark. 2006).

Temelli ve ark. (2011) tarafından normal atmosfere (C) karşı iki farklı modifiye atmosferde (M1: %30 O_2, %40 CO_2, %30 N_2 ve M2: %60 O_2, %30 CO_2, %10 N_2) paketlenerek 4°C'de saklanan taze pişmemiş İnegöl köftelerde oluşan mikrobiyolojik değişikliklerin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, C grubundaki 4,00 log kob/g olan başlangıç *Enterobacteriaceae* sayısı, muhafaza süresi boyunca sürekli artış göstererek depolamanın son gününde 5.07 log kob/g'a seviyesine ulaşmıştır. Bunun aksine, her iki MAP grubunda da depolamanın 7. gününde *Enterobacteriaceae* sayısında hafif bir düşüş gözlenirken, takip eden günlerde 3.00 log kob/g civarında kaldığı belirtilmiştir. Ayrıca C grubundaki koliform bakteri sayısı, depolamanın 15. gününe kadar belirgin şekilde artarak 5,57 log kob/g'a yükseldiği ve başlangıç bakteri yüküne göre yaklaşık 2,5 log'luk bir fark gösterdiği ifade edilmiştir. Aynı süre zarfında ise modifiye atmosfer paketlenen grubularda koliform bakteri sayısı yaklaşık 0,5 log kadar artış gösterdiği bildirilmiştir.

Köker (2020), hamburger köftelerinde depolamanın başlangıcında %5 çemen içeren örneklerin koliform grubu bakteri sayılarının kontrol ve galeta ilaveli kontrol grubu örneklerine kıyasla daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Depolama boyunca %5 çemen içeren hamburger köfteleri dışında hiçbir örnekte istatistiksel olarak bir farklılık tespit edilmemiştir.

Sayas-Barberá ve ark. (2020), hurma çekirdeği tozu (DDP) ilave ederek hazırladıkları köfte örneklerinde, %3 DDP ilave edilen örneklerin depolama boyunca en düşük *Enterobacteriaceae* sayısına sahip örnekler olduğunu bildirmişlerdir. Kontrol grubu köftelerde *Enterobacteriaceae* sayısı depolamanın 6.gününe kadar %1,5 ve %6 DDP ilave edilen örneklerden düşük bulunmuş; ancak depolama sonunda diğer gruplara oranla daha fazla yükseldiği bildirilmiştir.

Lopez-Vargas ve ark. (2014), burger köftelerin kalite özellikleri etkisini inceledikleri çalışmalarında passiflora meyve lifi (PFA) ilave edilen örneklerin kontrol grubu örneklere göre daha düşük *Enterobacteriaceae* sayısına sahip olduğu; %2,5 ve %5 PFA içeren burger köfteleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirtilmiştir.

Enterobacteriaceae ailesinden koliform bakteriler, ürünlerin işlenmesinde ve paketlenmesinde hijyenik durumunu vurgulayan önemli mikrobiyel indikatörleridir. Altuntaş ve Turhan (2013)'nın farklı paketleme yöntemlerinin [aerobik (AP), vakum (VP) ve modifiye atmosfer (MAP: 75% N_2, 25% CO_2)] keten tohumu unu ile zenginleştirilmiş dana köfteleri üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında da hem paketleme yöntemleri ($p<0.01$) hem de saklama süresi ($p<0.05$), koliform bakteri sayıları üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu ifade edilmiştir. En düşük koliform bakteri sayısı MAP uygulanan numunelerde 3.51 log kob/g iken, en yüksek koliform bakteri sayısı AP uygulanmış sığır köftelerinde gözlenmiştir. Depolama süresi boyunca, sığır köfteleri için koliform bakteri sayısı, 3.26 log kob/g'dan 4.44 log kob/g'a ($p<0.05$) istikrarlı bir şekilde artmıştır. Kıyma, sığır yağı, keten tohumu unu ve sarımsak tozundaki yüksek düzeyde kontaminasyon nedeniyle tüm depolama süresince koliform sayıları mümkün olan kabul edilebilir sınırdan (3 log kob/g) (Irkin ve ark., 2011) daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca paketleme yöntemleri × depolama süresi etkileşiminin koliform bakteri sayıları üzerinde çok önemli etkilere ($p<0.01$) sahip olduğunun altı çizilmiş; 10 günlük depolama süresi

boyunca tüm köfte örneklerinin koliform bakteri sayılarında artış olduğu ve MAP uygulanan sığır köftelerindeki artışın diğerlerine göre daha düşük kaldığı kaydedilmiştir (Altuntaş ve Turhan, 2013).

5.1.4. Laktik Asit Bakterileri (LAB)

Laktik asit bakterileri depolama sürecinde ortam havası ile paketlenen bütün gruplarda artış göstermiş olup, %5 ve %10 yağ içeren kontrol gruplarında LAB sayısı keten tohumu ve buğday rüşeymi içeriğine sahip burger köftelerine göre daha yüksek seyretmiştir. LAB sayısı depolamanın sonunda %5 ve %10 yağ içeren kontrol gruplarında sırasıyla 2,15 ve 2,08 log kob/g'a seviyesine ulaşmışken, artan keten tohumu konsantrasyonu daha düşük bakteri sayılarına ulaşılmasını sağlamıştır. Yağ oranındaki artışın depolama sonunda kontrol grubu örnekleri arasında LAB sayısının azalmasına, diğer örnek gruplarının ise kendi aralarındaki LAB sayılarında yükselmeye neden olduğu saptanmıştır (Tablo 4-12). Buğday rüşeymi ve keten tohumu oranlarındaki artış LAB sayılarında azalma sağlamıştır.

Modifiye atmosfer ile paketlenen örneklerin LAB sayıları depolama süresince artış eğilimi göstermiş olup, ortam havasıyla paketlenen örneklere oranla daha yüksek seviyelerde seyretmiştir. En az artış %15 keten tohumu içeren burger köftelerinde tespit edilirken, %10 hayvansal yağ içeren örnekler %5 yağ içeren burgerlere oranla daha yüksek LAB oluşumuna neden olmuştur (Tablo 4-13).

Uygulama yönteminin depolamanın 3. ve 6.aylarında LAB sayısında istatiksel olarak anlamlılık oluşturduğu saptanmıştır ($P<0,05$) (Tablo 4-14). MAP uygulaması depolama süresince LAB sayısı üzerinde inhibisyon etkisi göstermemiş; buna karşın %10 ve %15 keten tohumu ilavesi ise kontrol ve buğday rüşeymi içeren örneklere göre LAB sayısı üzerinde depolamanın 2.gününden itibaren daha fazla redüksiyon sağlamıştır.

Djordjevic ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada kıyma örneklerini vakum ve iki farklı MAP kombinasyonu (%20 O_2 + %50 CO_2 + /%30 N_2, %20 O_2 + %30 CO_2 + %50 N_2) kullanarak paketlemişler ve 12 günlük depolama süresince mikrobiyolojik değişimleri gözlemlemişlerdir. Bu süre zarfında LAB sayısı artmış göstermiş olup, en

yüksek LAB sayısı vakum paketlenen, en düşük LAB sayısı ise %30 CO_2 içeren pakette belirlenmiştir (Djordjevic ve ark. 2018).

Esmer ve ark. (2011), farklı modifiye atmosfer gaz oranlarının (MAP1: %30 O_2 + %70 CO_2; MAP2: %50 O_2 + %50 CO_2; MAP3: %70 O_2 + %30 CO_2; MAP4: %50 O_2 + %30 CO_2 + %20 N_2; MAP5: %30 O_2 + %30 CO_2 + %40 N_2), kıymanın mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, hava ile paketlenen kontrol numunelerindeki LAB sayıları depolama boyunca artarken, MAP2 ve MAP4 numunelerinin LAB sayıları depolamanın 7. gününden sonra azalmaya başlamış ve 14. günün sonunda düşüş göstermiştir. Oksijen miktarının %30 olarak ayarlandığı MAP1 ve MAP5 gruplarında LAB sayıları muhafaza sonuna kadar nisbi miktarda artış gösterirken, yüksek miktarda oksijen içeren MAP3 grubunda LAB sayıları depolama süresinin sonuna kadar yaklaşık 2,88 log kob/g'a yükseldiği belirtilmiştir.

Ercolini ve ark. (2006), farklı paketleme [MAP1 (hava), MAP2 (%60 O_2+%40 CO_2) ve MAP3 (%20 O_2+%40 CO_2+%40 N_2)] koşulları altında 5°C'de 14 gün boyunca depoladıkları sığır etlerinde LAB sayısının MAP1 grubunda depolamanın 7.gününe kadar artış gösterdiğini, 7.günde itibaren düşüş göstermesine karşın depolamanın 14.gününde tekrar yükseldiğini bildirmişlerdir. MAP2 ve MAP3 gruplarının LAB sayısı depolama boyunca artış göstermiş olup, depolamanın 14.gününde sırasıyla 7,17 ve 7,60 log kob/g değerine ulaştığı belirlenmiştir (Ercolini ve ark. 2006).

Temelli ve ark. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, normal atmosfere (C) karşı iki farklı modifiye atmosferde (M1: %30 O_2, %40 CO_2, %30 N_2 ve M2: %60 O_2, %30 CO_2, %10 N_2) paketlenerek 4°C'de saklanan taze pişmemiş İnegöl köftelerdeki LAB sayıları, M1 ve M2 gruplarında depolamanın 7. günde 4 log civarında iken, 10. günde 5 log'a kadar yükselmiştir.

Bingol ve ark. (2012) yüksek oksijen konsantrasyonu (80:20:0, 60:20:20, 70:30:0 ve 60:40:0/O_2:CO_2:N_2) ile modifiye atmosfer paketleme altında soğuk muhafazaya (4°C) aldıkları Tekirdağ köftelerinin LAB sayıları ile aerobik paketlemede tutulan örnekler arasında farklılık kaydetilmiş; MAP uygulanan örneklerde, tüm depolama boyunca hava ile paketlenenlere kıyasla daha düşük LAB sayısı gözlemlenmiştir.

Yüksek CO_2 atmosferinde depolanan et ürünleri, diğer paketleme koşullarına göre daha düşük LAB değerine sahip bulunmuştur. Kennedy ve ark. (2004), farklı MAP kombinasyonları ile LAB sayılarının depolama süresi boyunca arttığını, ancak yüksek oksijenli ambalajlarda biraz daha yüksek LAB sayılarının bulunduğunu saptamışlardır. Koutsoumanis ve ark. (2008), depolamanın 8. gününe kadar LAB sayılarının arttığını ve ardından üretilen karbondioksitin paketlerin üst boşluklarında tutulduğu düşük geçirgenlikli filmler (LPF) ile ambalajlanmış numunelerde LAB sayılarının azalmaya başladığını gözlemlediklerini belirtmişlerdir.

5.1.5. *Pseudomonas* spp.

Paketli kırmızı et ve et ürünlernin düşük sıcaklık derecelerinde muhafazası esnasında baskın florayı oluşturan *Pseudomonas* spp. sayısı ortam havası ile paketlenen ve %5 yağ içeren kontrol grubu burger köftelerinde depolamanın başında 4,93 log kob/g değeri ile diğer örneklere kıyasla daha düşük bulunmuştur. Depolamanın 2.gününde bütün gruplarda *Pseudomonas* spp. sayısı yükselme gösterirken, donmuş muhafaza sürecinde kademeli bir düşüş sergilemiştir. Depolamanın sonunda kontrol grubu burger köftelerinde 4,66 log kob/g, keten tohumu içeren örneklerde 4,48-4,78 log kob/g, buğday rüşeymi içeren örneklerde ise 4,70-4,85 düzeylerinde *Pseudomonas* spp. sayısı tespit edilmiştir. Muhafaza sürecinin başında %10 yağ içeren kontrol grubu burger köftelerinde 4,92 log kob/g değeri ile diğer örneklere kıyasla daha düşük bulunmuştur. Depolamanın sonunda kontrol grubunda 4,48 log kob/g, keten tohumu içeren örneklerde 4,00-4,50 log kob/g, buğday rüşeymi içeren örneklerde ise 4,54-4,70 düzeylerinde *Pseudomonas* spp. sayısı tespit edilmiştir (Tablo 4-15).

Modifiye atmosfer ile paketlenen örneklerin *Pseudomonas* spp. sayısı depolamanın 2.gününde bütün köfte gruplarında yükselme eğilimi gösterirken, depolamanın devamında kademeli bir düşüş sergilemiştir. Depolamanın başında %5 yağ içeren ve %15 keten tohumu ilaveli burger köfteleri 4,93 log kob/g düzeyinde *Pseudomonas* spp. sayısına sahip iken; depolama sonunda 5,04 log kob/g düzeyinde *Pseudomonas* spp. sayısı ile depolama süresince en düşük *Pseudomonas* spp. sayısına sahip örnek grubu olarak tespit edilmiştir. %10 yağ içeren burger köftelerinde ise kontrol grubu depolamanın başında 4,92 log kob/g düzeyinde *Pseudomonas* spp. sayısı ile diğer

örneklere kıyasla daha düşük *Pseudomonas* spp. içeriğine sahip örnek olarak belirlenirken; depolamanın sonunda 4,95 log kob/g düzeyinde *Pseudomonas* spp. sayısı ile %15 keten tohumu içeren köfte örnekleri en düşük *Pseudomonas* spp. sayısına sahip grup olarak saptanmıştır (Tablo 4-16). Depolamanın 2. gününden itibaren, paketleme teknikleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan anlamlı bulunurken ($P<0,05$); hayvansal yağ oranı depolamanın 1.ayından itibaren istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-17). MAP uygulanan örneklerin *Pseudomonas* spp. sayısı depolamanın 2.gününden itibaren ortam havası ile paketlenen örneklere kıyasla daha yüksek düzeyde belirlenmiştir. Bu durumun Pseudomonasların üremesini teşvik eden paket içerisindeki yüksek orandaki oksijen konsantrasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, hayvansal yağ oranındaki artış, depolamanın 1.ayından itibaren *Pseudomonas* spp. sayısı üzerinde nisbi bir inhibisyon sağlamıştır.

Esmer ve ark. (2011) farklı modifiye atmosfer gaz bileşimi (MAP1: %30 O_2 + %70 CO_2; MAP2: %50 O_2 + %50 CO_2; MAP3: %70 O_2 + %30 CO_2; MAP4: %50 O_2 + %30 CO_2 + %20 N_2; MAP5: %30 O_2 + %30 CO_2 + %40 N_2) kullanarak paketledikleri kıyma etlerinin *Pseudomonas* spp. sayısının yüksek CO_2 oranından olumsuz etkilendiğini, MAP1 ve MAP2 gruplarında depolamanın 7.günü tamamen inhibisyon sağlandığını belirlenmişlerdir. Depolamanın 14.gününde en yüksek *Pseudomonas* spp. sayısı MAP5 ve hava ile paketlenen örneklerde tespit edilmiştir (Esmer ve ark. 2011).

Ercolini ve ark. (2006), farklı paketleme [MAP1 (hava), MAP2 (%60 O_2+%40 CO_2) ve MAP3 (%20 O_2+%40 CO_2+%40 N_2)] koşulları altında 5°C'de 14 gün boyunca depoladıkları sığır etlerinde *Pseudomonas* spp. sayısının paket atmosferindeki O_2 oranından etkilendiği saptanmışlardır. MAP3 grubu depolama sonunda 6,90 log kob/g değeri ile en düşük *Pseudomonas* spp. sayısına sahip örnek grubu olarken, düşük O_2, yüksek CO_2 içeriğinin sığır etlerindeki *Pseudomonas* spp. sayısı üzerine olan etkisini işaret etmiştir (Ercolini ve ark. 2006).

Temelli ve ark. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, normal atmosfere (C) karşı iki farklı modifiye atmosferde (M1: %30 O_2, %40 CO_2, %30 N_2 ve M2: %60 O_2, %30 CO_2, %10 N_2) paketlenerek 4°C'de saklanan taze pişmemiş İnegöl köftelerdeki *Pseudomonas* spp. sayılararı için depolama süresi boyunca sadece C grubu numunelerde

5,25'ten 7,68 log kob/g'a anlamlı bir artış olduğu, buna karşılık M1 ve M2 gruplarında başlangıç bakteri sayılarının hemen hemen sabit kaldığı bildirilmiştir.

Bingol ve ark. (2012) yüksek oksijen konsantrasyonu (80:20:0, 60:20:20, 70:30:0 ve 60:40:0/O_2:CO_2:N_2) ile modifiye atmosfer paketleme uyguladıkları Tekirdağ köftelerinin tüm depolama süresi boyunca *Pseudomonas* spp.'nin büyümesini kısıtlanmış ve geciktirilmiştir. *Pseudomonas* spp. sayıları hem aerobik hem de MAP koşullarında depolanan örneklerde 8. güne kadar artmış ve daha sonra hava ve MAP paketlerinin bakteri sayılarında yaklaşık 1-1.5 log kob/g düzeyinde azalma şekillenmiştir. Paketteki CO_2 konsantrasyonu arttığında *Pseudomonas* gelişimi kısıtlanmış ve en düşük sayılar 60:40:0/0_2:CO_2:N_2 gaz karışımı ile modifiye atmosferde elde edilmiştir.

Aerobik koşullar altında, baskın bozulma organizmaları tipik olarak *Pseudomonas* spp.'türleridir. Esmer ve ark. (2011) ve Temelli ve ark. (2011), aerobik paketlemede canlı sayıların diğer MA-ambalajlara göre daha yüksek olduğunu belirlemiş ve depolama süresi boyunca *Pseudomonas* spp'nin özellikle baskın flora olduğunu belitmişlerdir. Paket içerisindeki O_2'nin tükendiği, N_2 veya CO_2'nin ağırlıklı olduğu ambalaj atmosferlerinde oluşan anaerobik koşullar *Pseudomonas* spp.'nin büyümesini engellemektedir (Kennedy ve ark. 2004). Ayrıca Ercolini ve ark. (2006), Koutsoumanis ve ark. (2008) ile Temelli ve ark. (2011) yüksek CO_2 kombinasyonu ile paketlemenin *Pseudomonas* spp.'nin büyüme oranını düşürdüğünü ifade etmişlerdir.

Piñero ve ark. (2008), yağ ikamesi olarak yulafın çözünür lifinin az yağlı dana köfteleri üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında kontrol grubu ve lif ilaveli örneklerin depolamanın 30.gününde *Pseudomonas* spp. sayılarını sırasıyla 1,93 ve 1,76 log kob/g olarak tayin etmişken, 60.günde 2,50 ve 2,04 log kob/g'a yükseldiğini belirtmişlerdir.

5.1.6. Brochothrix thermosphacta

Et ve et ürünlerinde bozulma sebeplerinden biri olan *Brochothrix thermosphacta* bu çalışmada soğuk muhafazanın 2.günü en yüksek seviyeye ulaşmış olup, donmuş muhafaza sürecinde kademeli bir düşüş sergilemiştir. Hava ile paketlenmiş %5 yağ içeren burger köfteleri arasında kontrol grubu örnekler depolama boyunca keten tohumu ve

buğday rüşeymi ilaveli örneklere kıyasla daha düşük sayıda *Brochothrix thermosphacta* içermiştir. Keten tohumu ve buğday rüşeymi oranlarındaki artış *Brochothrix thermosphacta* sayısını kısmı ölçüde düşürmüştür. Burger köftelerinin %10 yağ içeren örnekleri arasında kontrol grubu köftelerin başlangıç *Brochothrix thermosphacta* sayısı 4,65 log kob/g düzeyi ile en düşük seviyede belirlenmiştir. Depolamanın 2.günü örneklerin tümünde *Brochothrix thermosphacta* sayısı en yüksek sayıya ulaşmış olup, depolamanın devamında kademeli bir düşüş sergilemişlerdir. Depolamanın sonunda en düşük *Brochothrix thermosphacta* sayısı %15 keten tohumu içeren örnekte 4,30 log kob/g değerine bulunmuştur (Tablo 4-18).

Modifiye atmosfer ile paketlenen %5 ve %10 yağ içeren kontrol grubu örneklerinin depolamanın başında ve 6.ayında keten tohumu ve buğday rüşeymi ilaveli örneklere kıyasla daha düşük sayıda *Brochothrix thermosphacta* içerdiği tespit edilmiştir. Keten tohumu ve buğday rüşeymi oranlarındaki artış *Brochothrix thermosphacta* sayısını kısmı ölçüde düşürmüştür. Burger köfteleri arasında %5 ve %10 yağ içeren örneklerden kontrol grubu örnekleri için başlangıç *Brochothrix thermosphacta* sayısı sırasıyla 4,70 ve 4,65 log kob/g olarak en düşük sayılara sahip örnekler olarak belirlenmiştir (Tablo 4-19). Depolamanın 2.günü örneklerin tümünde *Brochothrix thermosphacta* sayısı en yüksek sayıya ulaşmış olup depolamanın devamında kademeli bir düşüş sergiledikleri gözlemlenmiştir.

Burger köfteleri için depolamanın 1.ayından itibaren, paketleme teknikleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan anlamlı bulunurken ($P<0,05$); hayvansal yağ oranı depolamanın 3.ayından itibaren istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-20). Modifiye atmosfer paketleme uygulanan örneklerin *Brochothrix thermosphacta* sayısı depolamanın 1.ayından 6.ayına kadar ortam havasıyla paketlenen örneklerden 0,21-0,29 log kob/g düzeyinde yüksek bulunmuştur. MAP paketleri içindeki yüksek oksijen miktarı *Brochothrix thermosphacta* sayısında artışa yol açarken, ortam havasıyla paketlenen örneklerdeki O_2 miktarı depolamanın 1.ayından itibaren daha düşük bakteri sayısı kaydedilmesine yol açmıştır.

Esmer ve ark. (2011), farklı modifiye atmosfer gaz bileşiminin (MAP1: %30 O_2 + %70 CO_2; MAP2: %50 O_2 + %50 CO_2; MAP3: %70 O_2 + %30 CO_2; MAP4: %50 O_2 + %30 CO_2 + %20 N_2; MAP5: %30 O_2 + %30 CO_2 + %40 N_2) kullanarak paketledikleri

kıyma etlerinin *Brochothrix thermosphacta* sayısının yüksek CO_2 oranından olumsuz etkilendiğini; MAP1 grubunda depolamanın 3.günü, MAP2 grubunda ise depolamanın 5.günü tamamen inhibisyon oluştuğunu belirlemişlerdir. Depolamanın 14.gününde en yüksek *Brochothrix thermosphacta* sayısı MAP5 ve hava ile paketlenen kıymalarda tespit edildiği bildirilmiştir (Esmer ve ark. 2011).

Ercolini ve ark. (2006), farklı paketleme [MAP1 (hava), MAP2 (%60 O_2 + %40 CO_2) ve MAP3 (%20 O_2 + %40 CO_2 + %40 N_2)] koşulları altında 5°C'de 14 gün boyunca depolanan sığır etlerinde *Brochothrix thermosphacta* sayısının O_2 oranından etkilendiğini ifade etmişlerdir. MAP1 grubunda depolama boyunca diğer gruplara kıyasla *Brochothrix thermosphacta* sayısı yüksek tespit edilmiştir. Depolama sonunda MAP1, MAP2 ve MAP3 *Brochothrix thermosphacta* sayıları sırasıyla 8,00-5,07-6,90 log kob/g olarak saptanmıştır (Ercolini ve ark. 2006).

Temelli ve ark. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada ise normal atmosfere (C) karşı iki farklı modifiye atmosferde (M1: %30 O_2, %40 CO_2, %30 N_2 ve M2: %60 O_2, %30 CO_2, %10 N_2) paketlenen taze pişmemiş İnegöl köftelerindeki *B. thermosphacta* sayılarının yaklaşık 1 log azalma ile karakterize olan tek grubun %60 O_2, %30 CO_2, %10 N_2 (M2) gaz karışımı ile paketlenen köftelerde gözlemlendiği vurgulanmıştır. Kontrol grubu örnekler muhafazanın 20. güne kadar 1,3 log artış gösterirken, M1 grubu örnekler başlangıç bakteri yükünde sabit kalmıştır.

5.1.7. Küf ve Mayalar

Et ve et ürünlerinde mikrobiyel bozulmaya neden olan mikroorganizmalar arasında yer alan küf ve maya sayıları bu çalışmada, keten tohumu ve buğday rüşeymi ilaveli örneklerde başlangıçta kontrol grubuna kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Depolamanın ilk gününde ortam havası ile paketlenmiş %5 yağ içeren kontrol grubu burger köfteleri 4,20 log kob/g düzeyinde küf ve maya sayısı ihtiva ederken, soğuk depolamanın 2.günü bu değer 4,87 log kob/g düzeyine yükselmiştir. Depolamanın devamında da kademeli olarak yükselme sergileyen küf ve maya sayısı depolamanın sonunda 5,79 log kob/g değerine ulaşmıştır. Burgerler arasında %10 yağ içeren kontrol grubu örneklerinin küf ve maya sayısı muhafazanın başında 4,36 log kob/g düzeyinde

tespit edilirken, depolamanın 2.günü 4,93 log kob/g düzeyine yükselmiştir. Depolamanın devamında 6 aylık donmuş muhafaza süresi boyunca 1 log kob/g artış gösteren örnekler depolamanın sonunda 5,90 log kob/g değerine yükselmiştir (Tablo 4-21). Bu süre zarfında, %5 yağ içeren ve %15 keten tohumu ilaveli burger köfteleri depolamanın 6.ayında 5,61 log kob/g değerinde küf ve maya sayısı ile en düşük mikroorganizma sayısına sahip grup olarak tespit edilmiştir.

Modifiye atmosfer ile paketlenen örnekler arasında %5 yağ içeren ve %1 buğday rüşeymi ilaveli burger köfteleri küf ve maya sayısı bakımından diğer örneklere kıyasla daha yüksek değerlerde tespit edilmiştir. Depolamanın başında 4,20 log kob/g değerinde olan %5 yağ içeren kontrol grubu örneğinde küf ve maya sayısı depolamanın 2.günü 4,62 log kob/g düzeyine yükselmiş olup, depolamanın devamında kademeli bir artış sergileyerek depolamanın sonunda 5,65 log kob/g değerine yükselmiştir. %10 yağ içeren burger köftelerinden kontrol grubu örneği küf ve maya sayısı depolamanın başlangıcında 4,36 log kob/g düzeyinde tespit edilirken, depolamanın 2.günü 4,72 log kob/g düzeyine yükselmiş ve donmuş muhafazanın devamında kademeli bir yükselme sergileyerek depolamanın sonunda 5,72 log kob/g değerine yükselmiştir (Tablo 4-22). Burger köfteleri arasında %10 yağ içeren ve %1 buğday rüşeymi ilaveli örnekler küf ve maya sayısı bakımından depolama süresince diğer örneklere kıyasla daha yüksek değerlerde tespit edilmiştir.

Depolamanın 1.ayından itibaren, paketleme teknikleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan anlamlı bulunurken ($P<0,05$); hayvansal yağ oranı ve uygulama yöntemi depolamanın 3.ayından itibaren istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-23). MAP uygulaması depolamanın 1.ayından itibaren küf ve maya sayısı üzerinden ortam havasıyla paketlemeye kıyasla daha fazla redüksiyon sağlamıştır. Hayvansal yağ oranındaki artış ise depolamanın 3.ayından itibaren küf ve maya sayısı üzerinde ancak 0,01 log kob/g düzeyinde artışa neden olmuştur.

Yılmaz ve Demirci (2010), farklı paketleme yöntemleri uyguladıkları köfte örneklerinde depolamanın 1.gününde küf ve maya sayısı bakımından en düşük grubun polietilen film ile sarılan örnek grubu olmasına karşın, depolamanın 8.gününde küf ve maya sayısı bakımından en yüksek örnek grubu olarak belirlemişlerdir (Yılmaz ve Demirci 2010).

Öztürk (2013), piyasadan topladığı çiğ hamburger köftelerinde küf ve maya sayısını 4.72 ile 5.74 log kob/g değeri arasında tespit ederken, örneklerin ortalama küf ve maya sayısı 5.10 log kob/g olarak bulmuştur. Piyasadan alınan pişmiş hamburger köftelerinde ise küf ve maya sayısı 1 ile 4.77 log kob/g arasında değişmiştir. Örneklere ait ortalama küf ve maya sayısı ise 3.25 log kob/g olarak belirlenmiştir.

Temelli ve ark. (2011) normal atmosfere (C) karşı iki farklı modifiye atmosferde (M1: %30 O_2, %40 CO_2, %30 N_2 ve M2: %60 O_2, %30 CO_2, %10 N_2) paketleyerek 4°C'de muhafaza ettikleri taze pişmemiş İnegöl köftelerindeki küf ve maya sayılarını hem M1 hem de M2 grubunda aynı seviyede koruyarak depolamışlardır. Depolamanın ilk 10 günü boyunca hafif bir artış gözlenen bu gruplarda bu günden sonra, depolama süresinin sonuna kadar hafif bir inhibisyon belirlenmiştir (5.00 log kob/g). Bunun aksine, kontrol grubu örneklerinde başlangıçtaki 5.34 log kob/g değeri, 20. güne kadar yükselme eğilimi göstererek 6.61 log kob/g'a ulaşarak, depolama sonunda 1,6 log değerinde bir artış göstermiştir.

Bingol ve ark. (2012) yüksek oksijen konsantrasyonu içeren modifiye atmosfer paketleme uyguladıkları Tekirdağ köftelerinin küf ve maya sayılarının 10 günlük depolama süresince sürekli artış gösterdiğini; depolama sonunda ise çok az azalma yaptığını bildirmişlerdir. Çalışmalarında 8 günlük depolama süresince hava ve MA paketleri arasında önemli farklılıklar ($P<0.05$) gözlenirken, tüm depolama boyunca aynı MA paketleri içinde herhangi bir farklılık saptanmadığı ifade edilmiştir ($P>0.05$).

Köker (2020), farklı oranlarda çemen ilave ederek hazırladığı hamburger köftelerinde küf ve maya sayısını başlangıçta 1,25 ile 2,75 log kob/g olarak tespit ederken, depolamanın 60. gününde <1 ile 2,98 log kob/g değerlerine düştüğünü belirtmiştir. Muhafazanın 60. gününde galeta unu içeren örnekler en düşük küf ve maya sayısına sahipken, en yüksek küf ve maya sayısı %2,5 ve %3 çemen içeren gruplarda belirlenmiştir. Diğer bütün gruplarda küf ve maya sayıları arasında istatistiksel olarak bir fark tespit edilmediği bildirmiştir. Bu çalışmaların yanı sıra Lopez-Vargas ve ark. (2014), burger köftelerin kalite özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, hiçbir numunde küf ve maya varlığını tespit etmediklerini bildirmişlerdir.

5.2. Fiziko-Kimyasal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

5.2.1. pH

pH değeri, doğrudan etin raf ömrü, rengi ve kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu çalışmada ortam havası ile paketlenen ve %5 yağ içeren burger köfte örneklerinin depolamanın başlangıcında 5,84-5,92 arasında değişen pH değerleri, depolamanın 2.gününde yükselme eğilimi göstermiş olup, 5,98-6,09 aralığında kaydedilmiştir. Depolamanın devamında ise donmuş muhafaza koşulları altında pH değeri sürekli düşme eğilimi göstermiş olup, depolama sonunda 5,39-5,78 aralığına ulaşmıştır. Depolama süresince buğday rüşeymi içeren örneklerin pH değerleri diğer örneklere kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Depolamanın başında %10 yağ içeren örneklerin 5,80-5,90 arasında değişen pH değerleri, depolamanın 2.gününde yükselmiş ve 5,95-6,03 aralığında oldukları gözlemlenmiştir. Depolamanın devamında ise pH değeri sürekli düşüş göstermiş olup, depolama sonunda 5,32-5,71 aralığına ulaştığı saptanmıştır (Tablo 4-24).

Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 yağ içeren burger köftelerinde depolamanın başlangıcında kontrol grubunda pH değeri 5,78 iken, depolamanın 2.gününde 5,96 değerine yükselmiş ve depolama süresince kademeli bir düşüş göstererek depolama sonunda (6.ay) 5,80 değerine düşmüştür. Donmuş muhafaza süresi sonunda örneklerin pH değerleri 5,65-5,89 aralığında olduğu belirlenmiştir. Depolama sonunda keten tohumu içeren örneklerin pH değeri başlangıç pH değerine göre düşüş gösterirken, diğer örneklerin pH değerleri yükselmiştir. %10 yağ içeren burger köfteleri arasında depolamanın başında pH değeri en düşük örnek 5,66 pH değeri ile %15 keten tohumu içeren burger köfte grubu olduğu tespit edilmiştir. Tüm örneklerin pH değeri depolamanın 2.gününde yükselme eğilimi göstermiş olup, 5,81-5,92 aralığında tespit edilmiş ve depolamanın devamında kademeli bir düşüş sergileyerek, depolamanın sonunda 5,60-5,84 değerine düşmüştür (Tablo 4-25). Depolamanın sonunda keten tohumu içeren örneklerin pH değeri başlangıç pH değerine göre düşüş gösterirken; diğer örneklerin pH değerleri yükselmiştir.

Paketleme yöntemi depolamanın 0. ve 2.günleri ile 6.ayında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-26). Uygulama yöntemi sadece depolamanın

6.ayında anlamlı farklılık oluştururken; hayvansal yağ oranı depolama süresince pH değeri üzerinde önem arz edecek bir etki oluşturmamıştır.

Angiolillo ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada fruktooligosakkarit (FOS), inülin ve yulaf kepeği içeren burger köftelerin pH değerlerini kontrol örneğinde 5,68; FOS içeren örnekte 5,57; inülin içeren örnekte 5,60; FOS ve yulaf kepeği içeren örnekte 5,55; inülin ve yulaf kepeği içeren örnekte ise 5,56 olarak bulduklarını belirtmişlerdir.

Bilek ve Turhan (2009), keten tohumu unu ilavesi ile hazırladıkları sığır köftelerinde çiğ ve pişmiş sığır köftelerinin pH değerleri sırasıyla 5,70-5,78 ve 5,91-6,15 arasında değiştiğini saptamışlardır. İşlemler arasında çiğ ve pişmiş ürünlerin pH değerleri önemli ölçüde farklı olmadığı ifade edilmiştir. Serdaroğlu (2006), peynir altı suyu tozu ilavesiyle yapılan köfteler için de benzer sonuçlar bildirmiştir.

Heck ve ark. (2017) %50 domuz sırt yağının mikrokapsüllenmiş çiya ve keten tohumu yağları ile değiştirilmesi ile ürettikleri düşük yağlı çiğ burger köfte örneklerinin pH değerleri arasında anlamlı bir fark olmadığını; çiğ ve pişmiş burgerlerin pH değerlerinin lipid reformülasyonundan etkilenmediğini ifade etmişlerdir.

Yılmaz (2005) farklı oranlarda buğday kepeği ilavesinin az yağlı köftelerin fizikokimyasal ve duyusal özelliklerini incelediği çalışmasında, köftelerin pH değerini 5,91 ila 6,11 arasında belirlemiştir. En yüksek pH değerleri (6,11) %20 buğday kepeği eklenmiş köfte örneğinden elde edilmiştir.

Serdaroğlu ve Değirmencioğlu (2004), yağ oranının (%5, %10, %20) ve mısır ununun (%0, %2, %4) Türk tipi köftelerin bazı özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmasında, pişmemiş köftelerin pH değerlerinin anlamlı bir farklılık göstermediği; pH değerlerinin 6,20 ile 6,50 arasında değiştiği ifade etmişlerdir.

Gök ve ark. (2011), burger köftelerinde yağ ikame maddesi olarak öğütülmüş haşhaş tohumunun etkisini inceledikleri çalışmalarında, numunelerin pH'ı, 5,83 ile 6,08 arasında değişmektedir. Öğütülmüş haşhaş tohumu ilavesinin pH değeri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır (Gök ve ark. 2011).

Prado ve ark. (2019), sorgum unları eklenmiş dana burgerlerinin fizikokimyasal ve duyusal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, tannin içeren ve içermeyen %3

sorgum unu ilaveli örnekler ile kontrol örneği pH değerlerini sırasıyla 6,10-6,11-6,07 olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Yogesh ve ark. (2015), farklı oranlarda keten tohumu tozu ilave edilmiş et hamurlarının, kontrol grubundaki pH değeri 5,74 olarak saptamışken; %1, 2,5 ve 5 oranında keten tohumu tozu ilave edilen örneklerin pH değerleri ise sırasıyla 5,75; 5,77 ve 5,81 olarak tayin edilmiştir. Örneklerin pH değerleri arasındaki farklılık benzer olarak Meltem (2006) tarafından peynir altı suyu tozu ilavesiyle üretilen köftelerde de rastlanmıştır.

Kadous ve ark. (2014) sığır eti ikamesi olarak dana burger üretiminde buğday ruşeymi ekstrüdatı kullanımının pH değerinde düşüşe neden olduğunu tespit etmişlerdir. Kontrol grubunda 6.32 olan pH değeri, burgerlerin bileşimine %5, %10, %15 ve %20 oranında buğday ruşeymi ekstrüdatı ilavesiyle sırasıyla 6,30; 6,25; 6,21 ve 6,18'e kadar düşmüştür.

5.2.2. Su Aktivitesi (a_w)

Su aktivitesi, gıdaların raf ömrü ve dayanma süresi üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Bu çalışmada %5 yağ içeren kontrol örneği a_w değeri depolama boyunca diğer örneklere kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Depolamanın başında kontrol grubu burger köftelerinin a_w değeri 0,994 iken; depolamanın 6.ayında 0,960 değerine düştüğü görülmüştür. Keten tohumu içeren örneklerin a_w değeri depolama süresince diğer örneklerden daha düşük seviyede belirlenmiştir. %10 yağ içeren kontrol örneği a_w değeri depolama boyunca diğer örneklere kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Depolamanın başında kontrol grubu burger köftelerinin a_w değeri 0,994 iken; depolamanın 6.ayında 0,958 değerine düşmüştür (Tablo 4-27). Depolamanın sonunda en yüksek a_w değerleri kontrol ve buğday rüşeymi içeren örneklerde tespit edilmiştir.

Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 yağ içeren burger köftelerinde depolamanın başında kontrol örneği a_w değeri 0,994 iken; depolamanın 6.ayında 0,970 değerine düşmüştür. Burger köfteleri arasında %10 yağ içeren kontrol ve buğday rüşeymi ilaveli örnekler, depolamanın 6.ayında keten tohumu ilaveli örneklere kıyasla daha yüksek a_w değerine sahip bulunmuşlardır (Tablo 4-28). Keten tohumu içeren örneklerin

a_w değeri depolama süresince diğer örneklerden daha düşük seviyede belirlenmiş olup, keten tohumu oranındaki artış a_w değerini kısmı ölçüde düşürmüştür.

Uygulama yöntemi depolamanın tamamında, paketleme yöntemi ise depolamanın 2.gününden itibaren istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-17). Hayvansal yağ oranı ise depolamanın 3.ayından itibaren istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık göstermiştir ($P<0,05$) (Tablo 4-29). Modifiye atmosfer paketleme uygulanan örneklerin a_w değeri depolamanın 2.gününden itibaren ortam havası ile paketlenen örneklere kıyasla daha yüksek düzeyde bulunmuştur. Hayvansal yağ oranındaki artış ise depolamanın 3.ayından itibaren a_w değerinde azalma sağlamıştır.

Heck ve ark. (2017) %50 domuz sırt yağının mikrokapsüllenmiş çiya ve keten tohumu yağları ile değiştirilmesi ile ürettikleri düşük yağlı çiğ burger köfte örneklerinin su aktivitesi değerleri arasında anlamlı bir fark olmadığını ifade etmişlerdir. Çiğ ve pişmiş burgerlerin su aktivitesi değerlerinin lipid reformülasyonundan etkilenmediğini vurgulamışlardır (Heck ve ark. 2017).

Lopez-Vargas ve ark. (2014), burger köftelerin kalite özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, farklı burger formülleri arasında su aktivitesi değerinde herhangi bir farklılık gözlenmediğini ifade etmişlerdir. Farklı diyet lifi türleri eklendiğinde diğer et ürünlerinde de su aktivitesi için benzer sonuçlar bildirilmiştir (Lopez-Vargas ve ark. 2014).

Selani ve ark. (2016), ananas yan ürünü ve kanola yağının, az yağlı burger köftelerde yağ ikame maddeleri olarak değerlendirilmesi üzerine yaptıkları çalışmalarında, ananas yan ürünlerinin ve kanola yağı ilavesinin burgerlerin su aktivitesi değerlerine herhangi bir etki göstermediği bildirilmiştir.

Köker (2020), farklı oranlarda çemen ilavesinin hamburger köftelerin su aktivitesi değerlerinde depolamanın 0. ve 30. günlerinde genel olarak gruplar arasında istatistiksel olarak herhangi bir fark göstermediğini bildirmiştir. Depolamanın 60. gününde ise kontrol grubunun en yüksek su aktivitesi değerine sahip olduğu belirlenmiştir. %4 çemen içeren grubunun su aktivitesi değeri galeta unu içeren kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Depolama 60.gününde çemen içeren diğer tüm grupların su aktivitesi değerleri ile galeta unu içeren kontrol grubunun su aktivitesi değeri arasında istatistiksel

olarak bir farklılık tespit edilmediği işaret edilmiştir. Depolama sonunda kontrol, %3,5 ve %4 çemen içeren grupların dışında bütün gruplarda depolama başlangıcına göre a_w değerlerinde azalma olduğu belirlenmiştir.

Çelegen (2019), oleojel ve bezelye kabuğu tozunun yağı azaltılmış hamburger köftesi üzerindeki etkilerini incelediği çalışmasında, pişirilmemiş burger köfte örneklerinin a_w değerleri 0.952-0.958 arasında tespit edilmiş olup, depolama süresince anlamlı bir farklılık saptanmadığı bildirilmiştir.

5.2.3. Nem Miktarı

Bu çalışmada ortam havası ile paketlenen ve %5 yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin nem miktarı depolama boyunca diğer örneklerden yüksek seyrettiği belirlenmiştir. Depolamanın başında %68,59 olan nem miktarı, depolama sonunda %58,81'e düşmüştür. Keten tohumu içeren örneklerin nem miktarlarının hem depolama başlangıcında, hem de depolama sonunda buğday rüşeymi içeren örneklerin nem miktarlarından daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Depolama sonunda başlangıç değerlerine göre tüm örneklerin nem miktarı düşüş göstermiş, ancak buğday rüşeymi içeren örneklerin nem miktarındaki düşüş daha az olmuştur. Hava ile paketlenen ve %10 yağ içeren buğday rüşeymi ilaveli örneklerin depolama boyunca nem miktarı diğer örneklerden yüksek seyrettiği tespit edilmiştir. Depolamanın başlangıcında %62,15 nem miktarına sahip olan %1 buğday rüşeymi içeren burger köftelerinin nem miktarı depolama sonunda %52,15'e düşmüştür. Aynı şekilde %3 buğday rüşeymi içeren örneğin nem miktarı depolamanın başında %60,43 iken, depolama sonunda %51,02'ye düşmüştür (Tablo 4-30). Buğday rüşeymi içeren örnekler depolama boyunca en az nem miktarı kaybına uğrayan örnekler olurken, keten tohumu içeren örnekler depolama boyunca nem miktarı en çok azalan örnekler olarak belirlenmiştir.

Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 yağ içeren burger köfte örneklerinde depolamanın başında kontrol grubu nem miktarı %68,59 iken, depolama süresince düşüş göstermiş ve depolamanın 6.ayında %60,06 değerine inmiştir. Keten tohumu içeren örneklerin nem miktarı depolamanın başında %55,68-61,55 düzeylerinde iken; depolamanın 6.ayında %48,75-54,03 düzeylerinde belirlenmiştir. Buğday rüşeymi

içeren örneklerin ise nem miktarı depolamanın başında %61,80-64,67 düzeylerinde iken; depolamanın 6.ayında %55,60-56,87 düzeylerinde kaydedilmiştir. Buğday rüşeymi içeren örneklerin depolamanın 1.ayında nem miktarı %67,86 ve %67,4 iken, depolamanın 6.ayında %65,60 ve %66,07'ye düşmüştür. %10 yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin depolamanın başlangıcında %63,68 olan nem değeri, depolamanın 6.ayında %56,60 değerine düşmüştür (Tablo 4-31). Depolama süresince nem miktarı en yüksek örnek kontrol grubu köfteler olmuştur.

Uygulama yöntemi, paketleme yöntemi ve hayvansal yağ oranı depolamanın tamamında istatiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-32). Kontrol grubu burger köfteleri depolama süresince diğer örneklere kıyasla yüksek düzeyde nem oranına sahip bulunurken; keten tohumu içeren örneklerde keten tohumu oranı arttıkça, nem miktarı azalma göstermiştir. Modifiye atmosfer paketleme uygulaması, nem oranının ortam havası ile paketlenen örneklere kıyasla daha yüksek seviyede olmasına yol açmıştır. Hayvansal yağ oranınındaki artış ise nem değeri üzerinde tüm muhafaza süresi boyunca %3 düzeyinde azalma ile sonuçlanmıştır.

Bilek ve Turhan (2009), %3, %6, %9, %12 ve %15 keten tohumu unu ilavesi ve %10 ile %20 yağ ilavesiyle formüle ettikleri sığır köftelerinde %10 yağlı kontrol grubu örneğinin nem içeriğini %65,45; %20 yağlı kontrol grubu örneğinin nem içeriğini ise %57,68 olarak bulmuşlardır. Keten tohumu unu ilavesinin, köfte formülasyonunda kuru madde artışına bağlı olarak çiğ köftelerin nem içeriğini azalttığını belirtmişlerdir (Bilek ve Turhan 2009).

Heck ve ark. (2017), %50 domuz sırt yağının mikrokapsüllenmiş çiya ve keten tohumu yağları ile değiştirilmesi ile ürettikleri düşük yağlı çiğ burger köfte örneklerinin nem değerleri arasında anlamlı bir fark olmadığını, ancak kontrol örneğinin nem değerinin anlamlı bir farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

Yılmaz (2005), farklı oranlarda buğday kepeği ilavesinin az yağlı köftelerin fizikokimyasal ve duyusal özelliklerini incelediği çalışmasında, köftelerin nem değerinin %58,13-66,82 arasında olduğunu tespit etmiştir. Kontrol grubu köfteleri en yüksek nem içeriğine sahipken; %20 buğday kepeği ilavesiyle üretilen köfteler ise en düşük nem içeriğine sahip örnekler olarak bulunduğu ifade edilmiştir. Buğday kepeği oranındaki artış, serbest suyu bağlayarak numunelerin nem içeriklerini azaltmıştır (Yılmaz 2005).

Serdaroğlu ve Değirmencioğlu (2004), yağ oranının (%5, %10, %20) ve mısır ununun (%0, %2, %4) Türk tipi köftelerin bazı özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, pişmemiş köftelerin nem içeriği %58,1 ile %67,8 arasında değişmektedir. Yağ oranı ve mısır unu oranındaki artışın, nem oranını düşürdüğü tespit edilmiştir. Dzudie ve ark. (2002), kıyma formülasyonlarında artan yağ oranının, nem ve protein içeriğinde azalmaya neden olduğunu bildirmiştir. Bu sonuçlar bizim çalışmamız ile benzerlik göstermektedir.

Gök ve ark. (2011), burger köftelerde yağ ikame maddesi olarak öğütülmüş haşhaş tohumunun etkisini inceledikleri çalışmalarında, numunelerin nem içeriği %57,96 ile %59,65 arasında değişmektedir. Burger köftelerin formülasyonunda hayvansal yağ yerine öğütülmüş haşhaş tohumunun kullanılmasının, pişmemiş et burgerlerinin nem içeriği üzerinde önemli bir etkisinin saptanmadığı bildirilmiştir.

Turp (2016) keten tohumu ununu köfte üretiminde yağ ikamesi olarak kullandığı çalışmasında, dört farklı pişirme yönteminin (ızgara, fırın, tava ve ohmik pişirme) az yağlı İnegöl köftelerinin fizikokimyasal ve duyusal özellikleri üzerindeki etkilerini incelemiş; %10 keten tohumu içeren köfte örneklerinin bileşiminin farklı pişirme yöntemlerinden etkilendiğini bildirmiştir. Çiğ köfte örneğinde %59,70 olan nem miktarı, pişirme sonucu %56,39-58,90 değerleri arasına düşmüştür.

Yogesh ve ark. (2015), farklı oranlarda keten tohumu tozu ilave edilmiş et hamurlarının, kontrol grubundaki nem miktarı %60.09 olarak saptamışken; %1, 2,5 ve 5 oranında keten tohumu tozu ilave edilen örneklerin nem miktarının sırasıyla 60,6; 59,5 ve 57,8 olarak belirlemişlerdir. Örneklerin nem oranları artan keten tohumu miktarına bağlı olarak artış göstermiştir.

Kadous ve ark. (2014) sığır eti ikamesi olarak dana burger üretiminde buğday ruşeymi ekstrüdatı kullanımının nem miktarının azalmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Kontrol grubunda 66,9 olan nem miktarı, burgerlerin bileşimine %5, %10, %15 ve %20 oranında buğday ruşeymi ekstrüdatı ilavesiyle sırasıyla 61,6; 60,7; 59,3 ve 58,2'e kadar düşmüştür.

Mansour ve Khalil (1997) az yağlı sığır eti burgerinde çeşitli buğday liflerinin etkilerini inceledikleri çalışmalarında farklı seviyelerde buğday kepeği ile formüle

edilmiş pişmemiş ve pişmiş sığır eti burgerlerinin nem içeriğinin kontrole göre önemli ölçüde daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Kontrol örneği nem miktarı %60,32 olarak belirlenirken; %15 buğday kepeği içeren örneğin nem miktarı %67,75 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar neticesinde sığır eti burgerine buğday kepeği eklenmesinin, su bağlama yetenekleri nedeniyle pişirme sırasında daha fazla nemin tutulmasına neden olduğunu açıkça gösterdiği vurgulanmıştır.

Piñero ve ark. (2008), yağ ikamesi olarak yulafın çözünür lifinin az yağlı dana köfteleri üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında ise lif ilaveli örneklerin kontrol örneğine kıyasla daha yüksek nem içeriğine sahip olduğunu belirtmişlerdir.

5.2.4. Kül Miktarı

Bu çalışmada ortam havası ile paketlenen ve %5 yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin depolamanın başlangıcındaki kül miktarı %2,64 iken; depolamanın 6.ayında %3,25 olarak belirlenmiştir. Keten tohumu içeren örneklerin kül miktarının buğday rüşeymi içeren örneklerin kül miktarından yüksek olduğu tespit edilmiştir. %10 yağ içeren keten tohumu ilaveli örneklerin kül miktarı depolamanın başında %2,71-2,98 düzeylerinde iken; depolama süresince yükselme eğilimi göstererek depolamanın sonunda %3,34-3,52 düzeylerine ulaşmıştır (Tablo 4-32). Keten tohumu oranı yükseldikçe, örneklerin kül miktarının da yükseldiği saptanmıştır.

Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 yağ içeren burger köfte örneklerinde depolamanın başındaki kül miktarı %2,64 iken; depolamanın 6.ayında %3,05 olarak belirlenmiştir. %10 yağ içeren keten tohumu ilaveli örneklerin kül miktarı depolamanın başlangıcında %2,71-2,98 düzeylerinde iken; depolama süresince yükselme eğilimi göstererek depolamanın sonunda %3,04-3,22 düzeylerine ulaştığı gözlemlenmiştir (Tablo 4-33). Modifiye atmosfer paketleme uygulanan örneklerde yağ miktarının artması, kül miktarının düşmesine neden olmuştur.

Uygulama yöntemi, depolamanın 0. ve 2.günleri ile depolamanın 6.ayında istatistiksel olarak önemli bulunurken; paketleme yöntemi 2.gün, 3. ve 6.aylarında anlamlı bir farklılık yaratmıştır ($P<0,05$) (Tablo 4-34). Keten tohumu ve buğday rüşeymi oranındaki artış, kül miktarında da artışa yol açmıştır. MAP uygulanan burger köfte

gruplarının, ortam havası ile paketlenen örneklere kıyasla daha düşük kül miktarına ahip oldukları belirlenmiştir.

Bilek ve Turhan (2009), %3, %6, %9, %12 ve %15 keten tohumu unu ilavesi ve %10 ile %20 yağ içeriğiyle formüle ettikleri sığır köftelerinde %10 yağlı kontrol grubu örneğinin tuz içeriğini %2,37; %20 yağlı kontrol grubu örneğinin tuz içeriğini ise %2,30 olarak bulmuşlardır. Aynı örnekler piştikten sonra bu değerler sırasıyla %3.04 ve %3.13 olarak kaydedilmiştir. Keten tohumu unu ilavesinin, çiğ köftelerin kül içerikleri arttırdığını (%2.44 ile %2.73 arasında değişen oranlarda, $P < 0.05$); aynı eğilimin pişirme sonrasında da gözlendiğini bildirmişlerdir. Turhan ve ark. (2005) ile Turhan ve ark., (2007) da benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Angiolillo ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada fruktooligosakkarit (FOS), inülin ve yulaf kepeği içeren burger köftelerin kül miktarı değerlerini kontrol örneğinde %2,35; FOS içeren örnekte %2,38; inülin içeren örnekte %2,37; FOS ve yulaf kepeği içeren örnekte %2,43; inülin ve yulaf kepeği içeren örnekte ise %2,46 olarak kaydetmişlerdir.

Heck ve ark. (2017), %50 domuz sırt yağının mikrokapsüllenmiş çiya ve keten tohumu yağları ile değiştirilmesi ile ürettikleri düşük yağlı çiğ burger köfte örneklerinin kül değerleri arasında anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir.

Yılmaz (2005), farklı oranlarda buğday kepeği ilavesinin az yağlı köftelerin fizikokimyasal ve duyusal özelliklerini incelediği çalışmasında, numunelerin kül içeriğinin buğday kepeği ilavesinden önemli ölçüde etkilendiğini göstermiştir. Buğday kepeği oranının artması ile kül içeriği artmıştır. En yüksek değer %20 buğday kepeği katkılı örneklerde, en düşük değer ise kontrol grubu köftelerinde tespit edilmiştir.

Serdaroğlu ve Değirmencioğlu (2004), yağ oranının (%5, %10, %20) ve mısır ununun (%0, %2, %4) Türk tipi köftelerin bazı özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, pişmemiş köftelerin kül içeriği %1,10 ile %1,60 arasında değişmektedir. Aynı oranda yağ içeren örnek grubunda %2 mısır unu ilave edilen örneklerin kül içerikleri daha yüksek bulunduğu belirtilmiştir.

Gök ve ark. (2011), burger köftelerde yağ ikame maddesi olarak öğütülmüş haşhaş tohumunun etkisini inceledikleri çalışmalarında pişmemiş örneklerin kül içeriği

%1,8 ile %2,6 arasında değişmekte olup, öğütülmüş haşhaş tohumunun kül içeriği üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı bildirilmiştir.

Lopez-Vargas ve ark. (2014), burger köftelerin kalite özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, passiflora meyve lifinin ilave edilmesi örneklerin kül içeriklerini etkilediği, lif oranının artmasına bağlı olarak kül içeriğinde de artış olduğu açıklanmıştır.

Çelegen (2019), oleojel ve bezelye kabuğu tozunun yağı azaltılmış hamburger köftesi üzerindeki etkilerini incelediği çalışmasında, pişmiş burger köfteleri arasında %15 oleojel ve %1 bezelye kabuğu tozu ilaveli örneklerin kül içeriğinin diğer gruplardan önemli seviyede yüksek olduğunu belirtmiştir. Bu durumun bezelye kabuğu tozunun yüksek kül içeriği ve pişme işlemi sırasında meydana gelen nem ve yağ kaybı kaynaklı gerçekleştiğini düşünmektedir.

Kadous ve ark. (2014) sığır eti ikamesi olarak dana burger üretiminde buğday ruşeymi ekstrüdatı kullanımının etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, buğday ruşeymi ekstrüdatının oranının arttırılmasıyla kül miktarının önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir.

Turp (2016) keten tohumu ununu İnegöl köfte üretiminde yağ ikamesi olarak kullandığı çalışmasında, dört farklı pişirme yönteminin (ızgara, fırın, tava ve ohmik pişirme) %10 keten tohumu içeren köfte örneklerinin kül miktarında farklılık meydana getirdiğini bildirmiştir. Çiğ köfte örneğinde %2,99 olan kül miktarı, pişirme sonucu %3,18-3,58 değerleri arasına yükselmiştir. Bu durum özellikle artan nem kaybına bağlı olarak tava ve ohmik pişirme işleminde gözlendiği bildirilmiştir.

Yogesh ve ark. (2015), farklı oranlarda keten tohumu tozu ilave edilmiş et hamurunun teknolojik, fiziko-kimyasal ve duyusal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, kontrol grubunun kül miktarı %2,5 olarak saptamışken; %1, 2,5 ve 5 oranında keten tohumu tozu ilave edilen örneklerin kül miktarının sırasıyla 2,6; 2,7 ve 2,8 olarak belirlemişlerdir.

5.2.5. Yağ

Bu çalışmada ortam havası ile paketlenen ve %5 yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin yağ miktarı depolama boyunca diğer örneklere kıyasla daha düşük seyrettiği belirlenmiştir. Depolamanın başlangıcında %8,45 olan yağ miktarı, depolama sonunda %11,85'e yükselmiştir. Keten tohumu içeren örneklerin yağ miktarının depolama süresince diğer örneklerin yağ miktarından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Keten tohumu içeren örneklerin yağ miktarı depolamanın başlangıcında %10,39-14,30 düzeylerinde iken; depolamanın sonunda %13,76-17,72 düzeylerine yükselmiştir. Ortam havası ile paketlenen ve %10 oranında hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin depolamanın başında %11,94 olan yağ miktarı, depolama sonunda %15,35'e yükselmiştir (Tablo 4-35). Burger köfteleri arasında %10 yağ içeren ve %15 keten tohumu ilaveli örnek depolama süresince en yüksek yağ miktarına sahip grup olarak belirlenmiştir. Depolama süresince tüm örneklerin yağ miktarında artış olduğu belirlenmiştir.

Modifiye atmosfer ile paketlenmiş ve %5 yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin yağ miktarı depolamanın başlangıcında saptanan %8,45 düzeyinden, depolamanın sonunda %12,16'ya yükselmiştir. Keten tohumu içeren örneklerin yağ miktarı depolama süresince diğer örneklere kıyasla daha yüksek seviyede ölçülmüştür. Depolamanın başında keten tohumu içeren örneklerin yağ miktarı %10,39-14,30 düzeylerinde iken; depolama sonunda %14,07-18,03 düzeylerine yükselmiştir. %10 yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin yağ miktarı, diğer örneklere kıyasla daha düşük seviyede tespit edilmiştir. Depolamanın başında kontrol grubunda yağ miktarı %11,94 düzeyinde iken; depolama sonunda %15,66 düzeyine yükselmiştir (Tablo 4-36).

Uygulama yöntemi ve hayvansal yağ oranı depolamanın tamamında, paketleme yöntemi ise depolamanın 2.gününden itibaren istatistiksel olarak anlamlılık göstermiştir ($P<0,05$) (Tablo 4-37). Keten tohummu oranındaki artış yağ miktarı üzerinde önemli bir etki gösterirken; buğday rüşeymi oranı yağ miktarı üzerinde önemli bir etki göstermemiştir. MAP uygulaması depolamanın 2.gününden itibaren yağ miktarının AP uygukamasına nazaran daha yüksek olmasına neden olmuştur.

Keten tohumu ilavesinin keten tohumu ununun yağ içeriğine bağlı olarak çiğ sığır köftelerinin yağ içeriğini arttırdığı, ancak pişmiş dana köftelerinin yağ içerikleri arasında önemli bir farklılık oluşturmadığı ifade edilmiştir (Bilek ve Turhan 2009).

Heck ve ark. (2017) %50 domuz sırt yağının mikrokapsüllenmiş çiya ve keten tohumu yağları ile değiştirilmesi ile üretilen düşük yağlı çiğ burger köfte örneklerinde reformülasyon işleminin çiğ burgerlerin lipid içeriğini azalttığını; modifiye edilmiş çiğ burgerler için kontrol grubuna kıyasla yağ içeriğinde yaklaşık %48 ve %50 oranında bir azalma gözlendiğini kaydetmişlerdir (Heck ve ark. 2017).

Kalori düşürmede en etkili yöntem et ürünlerindeki yağ oranını azaltmaktır. Bu amaçla karışıma %20 oranında buğday kepeği ilavesiyle yağ içeriğinde önemli bir azalma sağlanabileceği belirtilmiştir (Yılmaz 2005). Yılmaz (2005) tarafından farklı oranlarda buğday kepeği ilavesinin az yağlı köftelerin fizikokimyasal ve duyusal özelliklerinin incelediği bir çalışmada, köftelerin yağ içeriklerinin anlamlı farklılık gösterdiğini, en yüksek yağ içeriği buğday kepeği ilave edilmeyen kontrol grubu köftelerinden elde edildiğini ifade etmiştir.

Serdaroğlu ve Değirmencioğlu (2004) yağ oranının (%5, %10, %20) ve mısır ununun (%0, %2, %4) Türk tipi köftelerin bazı özellikleri üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında, pişmemiş köftelerin %5, %10 ve %20 yağ içerikleri sırasıyla %5,8 ile %6,9, %11,5 ile %13,5 ve %21,0 ile %22,2 arasında değişmektedir. %5 ve %20 yağ içeren örneklerin mısır unu oranı arttıkça yağ oranı artış gösterir iken; %10 yağ içeren örneklerde mısır unu oranı arttıkça yağ oranı azalmıştır.

Gök ve ark. (2011) burger köftelerde yağ ikame maddesi olarak öğütülmüş haşhaş tohumunun etkisini inceledikleri çalışmalarında, pişmemiş örnekler için kontrol grubu en yüksek yağ içeriğine (20,78) sahipken, %20 öğütülmüş haşhaş tohumu içeren burger köfteler en düşük yağ içeriğine (%10,23) sahip bulunmuştur. Haşhaş tohumu ilavesi, burger köftelerin yağ içeriğini önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir.

Turp (2016) keten tohumu ununu İnegöl köfte üretiminde yağ ikamesi olarak kullandığı çalışmasında, dört farklı pişirme yönteminin (ızgara, fırın, tava ve ohmik pişirme) %10 keten tohumu içeren köfte örneklerinin yağ oranlarında farklılık meydana getirdiğini bildirmiştir. Çiğ köfte örneğinde %13,49 olan yağ miktarı, pişirme sonucu

%10,94-11,72 değerleri arasına düşmüştür. Elektrikli ızgara kullanımı yağ miktarının en aza indiği uygulama olarak neticelenmiştir.

Yogesh ve ark. (2015), farklı oranlarda keten tohumu tozu ilave edilmiş et hamurlarının, kontrol grubundaki yağ miktarı %14 olarak saptamışken; %1, 2,5 ve 5 oranında keten tohumu tozu ilave edilen örneklerin yağ miktarının sırasıyla 14,1; 14,7 ve 15,5 olarak belirlemişlerdir. Örneklerin yağ oranları keten tohumu miktarının artmasına paralel olarak artış gösterdiği ifade edilmiştir.

Kadous ve ark. (2014) sığır eti ikamesi olarak dana burger üretiminde buğday ruşeymi ekstrüdatı kullanımının yağ miktarının azalmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Kontrol grubunda 3,4 olan yağ miktarı, burgerlerin bileşimine %5, %10, %15 ve %20 oranında buğday ruşeymi ekstrüdatı ilavesiyle sırasıyla 3,24; 3,15; 2,83 ve 2,45'e kadar düşmüştür. Ürün bileşimindeki artan rüşeym oranına paralel olarak yağ miktarında azalma şekillendiği bildirilmiştir.

Mansour ve Khalil (1997) az yağlı sığır eti burgerinde çeşitli buğday liflerinin etkilerini inceledikleri çalışmalarında, yağın farklı seviyelerde buğday kepeği ile değiştirilmesi, pişmemiş ve pişmiş sığır eti burgerlerinin yağ içeriğinde önemli farklılıklara neden olduğu belirtilmiştir. Kontrol örneği yağ miktarı %17,11 olarak belirlenirken; %15 buğday kepeği içeren örneğin yağ miktarı %3,82 olarak kaydedilmiştir. Bu sonuçların, düşük yağlı köftelerin pişirme sırasında yüksek yağlı köftelere göre daha fazla yağ tuttuğunu gösterdiği ifade edilmiştir.

Serdaroğlu ve ark. (2005)'nın farklı baklagil unları kullanarak hazırladıkları köfte örneklerinde köftelerin yağ içeriği %8,5 ile %9,1 arasında değişmektedir. Mercimek unu ilavesi yağ oranını yükseltirken; nohut unu ve galeta unu ise ilavesi yağ oranını düşürmüştür.

5.2.6. Protein

Bu çalışmada ortam havası ile paketlenen ve %5 yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin protein miktarı depolama boyunca diğer örneklerden yüksek seyrettiği belirlenmiştir. Depolamanın başlangıcında %19,80 olan protein miktarı, depolama

sonunda %21,59'a yükselmiştir. Keten tohumu içeren örneklerin protein miktarı hem depolama başlangıcında hem de depolama sonunda buğday rüşeymi içeren örneklerin protein miktarından daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresince tüm örneklerin protein miktarında artış kaydedilmiştir. Ortam havası ile paketlenen ve %10 yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin protein miktarı diğer örneklere kıyasla daha yüksektir. Depolamanın başlangıcında %19,19 olan kontrol grubu protein miktarı, depolama sonunda %21,13'e yükselmiştir (Tablo 4-38).

Modifiye atmosfer ile paketlenmiş ve %5 yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin protein miktarı depolama boyunca diğer örneklerden yüksek seyrettiği gözlemlenmiştir. Depolamanın başlangıcında %19,80 olan protein miktarı, depolama sonunda %21,86'a yükselmiştir. Keten tohumu içeren örneklerin protein miktarı depolama süresince diğer örneklere kıyasla daha düşük seviyede ölçülmüştür. Depolamanın başlangıcında keten tohumu içeren örneklerin protein miktarı %18,06-19,06 düzeylerinde iken; depolama sonunda %19,94-20,63 düzeylerine yükselmiştir. Bu örnekler arasında %10 yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin protein miktarı diğer örneklere kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Depolamanın başında kontrol grubu protein miktarı %19,19 düzeyinde iken; depolama sonunda %21,44 düzeyinde kaydedilmiştir (Tablo 4-39).

Uygulama yöntemi ve hayvansal yağ oranı depolamanın tamamında, paketleme yöntemi ise depolamanın 2.gününden itibaren istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-40). Keten tohumu ve buğday rüşeymi oranlarındaki artışın protein miktarını düşürdüğü tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, protein miktarının hayvansal yağ oranından da etkilendiği; yağ oranı arttıkça protein oranının düştüğü belirlenmiştir. Modifiye atmosfer ile paketlenen örneklerin ortam havası ile paketlenen örneklere kıyasla % 0,24-0,34 düzeyinde daha yüksek protein oranına sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Bilek ve Turhan (2009), keten tohumu unu ilave ederek hazırladıkları sığır köfterlerinde %20 yağ içeren kontrol grubunun protein içeriğinin, kırmızı et içeriğindeki azalmaya bağlı olarak %10 yağlı kontrol grunuba göre daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Keten tohumu unu eklenmiş çiğ köftelerdeki protein içeriği %17,27 ile %19,65 arasında, pişmiş köftelerin protein içeriği ise %22,63 ile %24,51 arasında olduğunu saptanmışlardır. Keten tohumu içeriği arttıkça çiğ köftelerin protein

içeriklerinin azaldığı ifade edilmiştir. Aynı azalmalar pişirme sonrasında da gözlenmiştir (Bilek ve Turhan 2009).

Heck ve ark. (2017) %50 domuz sırt yağının mikrokapsüllenmiş çiya ve keten tohumu yağları ile değiştirilmesi ile ürettikleri düşük yağlı çiğ burger köfte örneklerinin protein içerikleri arasında anlamlı bir fark olmadığını ifade etmişlerdir.

Yılmaz (2005), farklı oranlarda buğday kepeği ilavesinin az yağlı köftelerin fizikokimyasal ve duyusal özelliklerini incelediği çalışmasında, köftelerin protein içeriklerinin anlamlı farklılık gösterdiğini, protein içeriklerinin %16,21-19,26 arasında değiştiğini belitmiştir. En düşük protein içeriği kontrol grubu köfte örneğinden, en yüksek protein içeriği ise %20 buğday kepeği ilavesiyle üretilen köftelerden elde edildiği bildirilmiştir.

Serdaroğlu ve Değirmencioğlu (2004), yağ oranının (%5, %10, %20) ve mısır ununun (%0, %2, %4) Türk tipi köftelerin bazı özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, pişmemiş köftelerin protein oranlarının %16,1 ile %19,8 arasında değiştiği, protein oranının ise mısır unu ilavesinden etkilenmediğini ifade etmişlerdir.

Gök ve ark. (2011), burger köftelerinde yağ ikame maddesi olarak öğütülmüş haşhaş tohumunun etkisini inceledikleri çalışmalarında, örneklerin protein içeriği %16,1 ile %20,9 arasında belirlenmiştir. %20 öğütülmüş haşhaş tohumu içeren burger köfte örnekleri belirlenen en yüksek protein içeriğine sahip örnekler olmuştur. Burger köftelerin protein içeriğinin öğütülmüş haşhaş tohumundan önemli ölçüde etkilenmesi öğütülmüş haşhaş tohumlarının oldukça yüksek protein içeriğine (%18.3) sahip olmasından kaynaklandığı ifade edilmiştir (Gök ve ark. 2011).

Lopez-Vargas ve ark. (2014), burger köftelerinin kalite özelliklerini inceledikleri çalışmalarında passiflora meyve lifinin ilave edilmesi ile örneklerin protein içerikleri %15,37 ile %15,58 arasında belirlenmiş olup, bu durumun anlamlı bir farklılık oluşturmadığı ancak lif oranının artmasına bağlı olarak protein içeriğinde önemsiz bir miktar düşüş olduğunu belirtilmişlerdir.

Çelegen (2019), oleojel ve bezelye kabuğu tozunun yağı azaltılmış hamburger köftesi üzerindeki etkilerini incelediği çalışmasında, pişmiş ve pişirilmemiş örneklerin

protein içerikleri üzerinde oleojel ve bezelye kabuğu kullanımının anlamlı bir etkisi olmadığnıı bildirmiştir.

Turp (2016) keten tohumu ununu İnegöl köfte üretiminde yağ ikamesi olarak kullandığı çalışmasında, dört farklı pişirme yönteminin (ızgara, fırın, tava ve ohmik pişirme) %10 keten tohumu içeren köfte örneklerinin nihai protein oranlarında farklılık meydana getirdiğini bildirmiştir. Çiğ köfte örneğinde pişirme öncesi %19,70 olan protein miktarı, pişirme sonunda ürünün nem ve yağ kaybetmesine bağlı olarak %20,58-23,39 değerleri arasına yükselmiştir. Bu artış da en çok ohmik ısıtma ile elde edildiği belirtilmiştir.

Yogesh ve ark. (2015), farklı oranlarda keten tohumu tozu ilave edilmiş et hamurlarının, kontrol grubundaki protein miktarı %19,5 olarak saptamış; %1, 2,5 ve 5 oranında keten tohumu tozu ilavesinin örneklerin pretein miktarında herhangibir değişiklik oluşturmadığı bildirilmiştir.

Kadous ve ark. (2014) sığır eti ikamesi olarak dana burger üretiminde buğday ruşeymi ekstrüdatı kullanımının protein miktarının azalmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Kontrol grubunda 21,6 olan protein miktarı, burgerlerin bileşimine %5, %10, %15 ve %20 oranında buğday ruşeymi ekstrüdatı ilavesiyle sırasıyla 21,5; 20,4; 20,2 ve 19,4'e düşmüştür. Ürün bileşimindeki artan rüşeym oranına paralel olarak burger köftelerinin de protein miktarları azalmıştır.

5.2.7. Tuz Miktarı

Bu çalışmada ortam havası ile paketlenen ve %5 yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin tuz miktarı depolama boyunca artış göstererek depolamanın 6.ayında %2,13 olarak ölçülmüştür. Depolama süresince keten tohumu içeren örneklerin tuz miktarının keten tohumu oranından etkilendiği belirlenmiştir. Keten tohumu oranı arttıkça tuz miktarı düşüş göstermiştir. Depolamanın sonunda buğday rüşeymi içeren örneklerin tuz miktarının da buğday rüşeymi oranından etkilendiği; rüşeym miktarı arttıkça tuz miktarının artış gösterdiği gözlemlenmiştir. % 10 yağ içeren kontrol grubu tuz miktarı depolamanın başında %1,99 iken; depolama sonunda %2,51 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4-41).

Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneği tuz miktarı depolamanın başında %1,84 iken; depolamanın 6.ayında 2,10 değerine ulaşmıştır. Depolamanın 6.ayında en yüksek tuz miktarı %5 keten tohumu içeren örnekte %2,57 olarak saptanmıştır. Depolama sonunda örneklerin tuz miktarının %2,11-2,57 arasında olduğu belirlenmiştir. %10 yağ içeren keten tohumu örneklerinin tuz miktarı depolama sonunda diğer örneklere kıyasla daha yüksek değerlerde ölçülmüştür (Tablo 4-42). Ayrıca keten tohumu oranının artması tuz miktarının azalmasına neden olmuştur.

Uygulama yöntemi ve hayvansal yağ oranı depolamanın tamamında, paketleme yöntemi ise depolamanın 2.gününden itibaren istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-43). Keten tohumu içeren örneklerde keten tohumu oranındaki artış tuz miktarının azalmasına neden olurken; buğday rüşeymi içeren örneklerde buğday rüşeymi oranındaki artış tuz miktarının artmasına neden olmuştur. Modifiye atmosfer paketleme uygulanan örneklerin daha yüksek tuz oranına sahip olduğu saptanırken; hayvansal yağ oranının %5'ten %10'a yükselmesi depolamanın 6.ayında tuz miktarının %0,26 düzeyinde yükselmesi ile sonuçlanmıştır.

Yılmaz (2005), farklı oranlarda buğday kepeği ilavesinin az yağlı köftelerin fizikokimyasal ve duyusal özelliklerini incelediği çalışmasında köftelerin tuz içeriklerinin birbirine yakın olduğunu, %20 buğday kepeği katkılı örneğin en düşük, kontrol köftelerinin ise en yüksek tuz içeriğine sahip olduğunu bildirmiştir. %20 buğday kepeği katkılı köftelerin tuz içeriği %1,71, kontrol köftelerinin tuz içeriği ise %1,96 olarak bulunmuştur (Yılmaz 2005).

Yılmaz ve Dağlıoğlu (2003), yulaf kepeği katkılı köfte örneklerinde tuz içeriğini %1,5 ile %1,7 arasında bulmuş olup, en düşük değer kontrol köftelerinde, en yüksek değer ise %20 yulaf kepeği katkılı örnekte tespit edilmiştir (Yılmaz ve Dağlıoğlu 2003).

Bilek ve Turhan (2009), farklı yağ oranı (%10 ile %20 yağ) ve %3, %6, %9, %12 ve %15 keten tohumu unu ilave ederek hazırladıkları sığır köfterlerinde %10 yağlı kontrol grubu örneğinin tuz içeriğini çiğ üründe %1,44, pişirilmiş üründe %1,85; %20 yağlı kontrol grubu örneğinin tuz içeriğini ise çiğ üründe %1,48, pişirilmiş üründe %2,06 olarak bulmuşlardır. Çiğ köftelerin tuz içeriklerinin ayarlanan seviyelere yakın olduğu; pişirme sonucunda ise protein, kül ve tuz oranlarında pişirme kaybına bağlı olarak

belirgin bir artış oldoğu vurgulanmıştır. Bazı araştırmacılar tarafından da benzer sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir (Serdaroglu, 2006; Turhan ve ark., 2007). Bilek ve Turhan (2009)'ın %3, %6, %9, %12 ve %15 keten tohumu unu ilavesiyle formüle ettikleri sığır köftelerinin tuz oranları ise sırasıyla çiğ üründe %1.46, %1.52, %1.48, %1.44 ve %1.38; pişirilmiş üründe ise %1.94, %1.96, %1.84, %1.91 ve %1.79 olarak kaydedilmiştir.

5.2.8. Diyet Lif Miktarı

Bu çalışmada hava ile paketlenen ve %5 yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin diyet lif miktarının depolama boyunca diğer örneklere kıyasla düşük olduğu belirlenmiştir. Depolamanın başında %2,30 olan diyet lif miktarı depolamanın 6.ayında %3,65'e yükselmiştir. Keten tohumu içeren örneklerin diyet lif miktarı depolama boyunca diğer örneklere kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. %10 yağ içeren keten tohumu ilaveli örneklerin diyet lif miktarı kontrol ve buğday rüşeymi ilaveli örneklere kıyasla önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. Bunun yanı sıra, kontrol grubu örneklerin diyet lif miktarı ile buğday rüşeymi içeren örneklerin diyet lif miktarı arasında önemli bir fark bulunmamıştır (Tablo 4-44).

Modifiye atmosfer ile paketlenmiş ve %5 yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin diyet lif miktarı depolamanın başında %2,31 iken; depolamanın 6.ayında %3,50 değerine yükselmiştir. Keten tohumu içeren örneklerin diyet lif miktarı, depolamanın başında %3,02-7,12 düzeylerinde iken; depolamanın sonunda %3,50-8,05 düzeylerine yükselmiştir. Buğday rüşeymi içeren örneklerin diyet lif miktarı ise depolamanın başlangıcında %2,36-2,54 düzeylerinde iken; depolamanın sonunda %3,59-3,89 düzeylerine yükselmiştir. %10 yağ içeren kontrol grubu örneğinin depolamanın başında %2,59 olan diyet lif miktarı, depolama sonunda %3,63'a yükselmiştir. %10 yağ içeren ve %15 keten tohumu ilaveli burger köfte örneği %8,39 değeri ile depolama sonunda en yüksek diyet lif miktarına sahip örnek olarak belirlenmiştir (Tablo 4-45). Depolama süresince keten tohumu içeren örneklerin diyet lif miktarı, buğday rüşeymi içeren örneklerin diyet lif miktarından yüksek olduğu belirlenmiştir.

Uygulama yöntemi ve hayvansal yağ oranı depolamanın tamamında, paketleme yöntemi ise depolamanın 2.gününden itibaren istatistiksel olarak önemli bulunmuştur

(P<0,05) (Tablo 4-46). Keten tohumu oranındaki artış, diyet lif miktarında artışa yol açmıştır. Ayrıca, depolama süresince tüm örneklerin diyet lif miktarında yükselme olduğu belirlenmiştir. MAP uygulaması diyet lif içeriğinde düşüşe neden olurken; hayvansal yağ oranındaki artış diyet lif içeriğinin yükselmesine katkı sağlamıştır.

Hu ve Yu (2015) yaptıkları çalışmada, pirinç kepeğinden elde edilen hemiselüloz B (RBHB) ve pirinç kepeğinde çözünmeyen diyet lifinin (RBDF) farklı oranlarda ilave edilmesiyle hazırlanan köfte örneklerinin diyet lif içeriklerini %0,13-4,86 değer aralığında tespit etmişlerdir. RBHB içeren örneklerin aynı oranda RBDF içeren örneklerden daha fazla diyet lifi içerdiği belirtilmiştir (Hu ve Yu 2015).

Ran ve ark. (2020) farklı oranlarda Perilla tohumu ilave ederek hazırladıkları köfte örneklerinde diyet lifi içeriği tüm örneklerde önemli ölçüde farklılık göstermiştir. Köftelere ilave edilen %10 diyet lifi içeriği, kontrol grubu örneğinden 2,3 kat daha yüksek değerde lif içeriğine sahip bulunmuştur. Diyet lifi, et ürünlerinin dokusu ve stabilitesi için oldukça önemlidir. Diyet lifi kalın lifler aracılığı ile tokluğu artırmakta ve enerji alımını azaltmaktadır (Ran ve ark, 2020).

Salman (2012), farklı oranlarda yağ (%10, %15, %20) ve limon lifi (%0, %2, %4, %6) ilavesinin hamburger köftelerinin diyet lifi içeriklerine etkisini incelediği çalışmasında, en düşük diyet lifi değeri %0,57 (%10 yağ oranına sahip lif ilavesi olmayan örnek), en yüksek diyet lifi değeri ise %6,01 (%10 yağ oranına sahip %6 limon lifi ilavesi olan örnek) olarak belirlenmiştir. Hamburger örneklerinde farklı yağ oranlarının diyet lifi miktarı üzerine etkisi görülmediği saptanmış; hamburger köftelerine ilave edilen limon lifi miktarı arttıkça, toplam lif miktarında artış meydana gelmiştir. Limon lifi ilavesi olmayan grupta ortalama %0,51 toplam lif bulunurken, ilave edilen limon lifi konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak toplam lif miktarı %6 limon lifi ilaveli grupta %5,97'e kadar çıktığı bildirilmiştir (Salman 2012).

Hautrive ve ark. (2019), %7,5 oranlarında keten tohumu ve yağsız keten tohumu ilave ederek hazırladıkları burger köftelerin toplam diyet içeriğini sırasıyla %3,06 ve %3,37 olarak belirlemişlerdir (Hautrive ve ark. 2019).

Sayas-Barberá ve ark. (2020), hurma çekirdeği tozu ilave ederek hazırladıkları köfte örneklerinin diyet lif içerikleri % 0-4,2 arasında bulunmuş olup, hurma çekirdeği

tozu oranındaki artışın diyet lif içeriğini arttırdığı belirtilmiştir (Sayas-Barberá ve ark. 2020).

Kadous ve ark. (2014) sığır eti ikamesi olarak dana burger üretiminde buğday ruşeymi ekstrüdatı kullanımının etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, buğday ruşeymi ekstrüdatının oranının arttırılmasıyla lif miktarının önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir. Bileşimine %5, %10, %15 ve %20 oranında buğday ruşeymi ekstrüdatı katılan burgerlerin diyet lif miktarı sırasıyla %1.23, %1.47, %1.73 ve %1.94 olarak tayin edilirken, buğday ruşeymi ekstrüdatı içermeyen kontrol grubunun lif oranı %1.17'dir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar bizim çalışmamız ile benzerlik göstermesine karşın, başlangıç diyet lif miktarları arasında yarı yarıya fark vardır.

5.2.9. Serbest Yağ Asitliği Miktarı

Bu çalışmada ortam havası ile paketlenen ve %5 yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin serbest yağ asidi miktarı depolama süresince artış eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Depolamanın başlangıcında %0,24 olan kontrol grubu örneğinin serbest yağ asidi miktarı 6.ayda %1,12'ye yükselmiştir. Depolama esnasında tüm örneklerde serbest yağ asidi miktarının artış eğiliminde olduğu tespit edilmiş olup, depolama sonunda en yüksek serbest yağ asidi miktarı %1,40 değeri ile %15 keten tohumu içeren örnekte saptanmıştır. %10 yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinde serbest yağ asidi miktarı depolamanın başında %0,24 iken; depolamanın 6.ayında %1,23 düzeyinde belirlenmiştir (Tablo 4-47).

Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinde serbest yağ asidi miktarı depolamanın başlangıcında %0,315 olarak belirlenirken; depolamanın 6.ayında yükselme göstererek %1,17 değerine ulaştığı gözlemlenmiştir. Depolamanın 2.gününde örneklerin serbest yağ asidi miktarı düşüş göstermiş olup, depolamanın devamında artış kaydedilmiştir. %10 yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinde serbest yağ asidi miktarı depolama boyunca düzenli bir artış göstermiş olup, %0,32 değerinden %1,26 değerine ulaşmıştır. Depolamanın 6.ayında serbest yağ asidi miktarı keten tohumu ve buğday rüşeymi oranının artmasına bağlı olarak artış göstermiştir. Depolama sonunda en yüksek serbest yağ asidi miktarı %1,67 değeri

ile %15 keten tohumu içeren örnekte belirlenmiştir. Depolamanın 2.günü %5 yağ içeren örneklerin serbest yağ asidi miktarı azalma gösterirken; %10 yağ içeren örneklerde böyle bir durum şekillenmemiştir (Tablo 4-48). Keten tohumu içeren örneklerin serbest yağ asidi miktarı buğday rüşeymi içeren örneklerden daha yüksek bulunmuştur. Bu durum keten tohumunun daha yüksek doymamış yağ asidi içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Uygulama yöntemi, paketleme yöntemi ve hayvansal yağ oranı depolamanın tamamında, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-49). Depolama sonunda %10 yağ içeren burger köftelerinde ortalama serbest yağ asidi miktarı %5 yağ içeren örneklerdan %0,11 düzeyinde daha yüksek olarak kaydedilmiştir. Keten tohumu ve buğday rüşeymi miktarındaki artışla orantılı olarak serbest yağ asidi miktarının da yükseldiği tespit edilmiştir. MAP uygulaması depolama süresince serbest yağ asidi miktarının %0,02-0,16 düzeyinde daha yüksek olmasına neden olmuştur.

Yılmaz ve Demirci (2009), farklı paketleme yöntemleri uyguladıkları köfte örneklerinin depolama süresi boyunca serbest yağ asidi miktarında doğrusal bir artış belirlemişlerdir. Paketlenmiş köfte örneklerinin başlangıç serbest yağ asidi miktarı 0.350 değerindeyken, polietilen film kaplı paketlere kıyasla MAP ve vakum paketleme uygulanan örneklerin muhafaza esnasında serbest yağ asidi miktarları yükselmiş ve depolamanın 8. gününde sırasıyla 0.815, 1.615 ve 0.918 olarak tespit edilmiştir. MAP ve vakum ile paketlenmiş köfte örneklerinin FFA değerleri, tüm depolama süreleri için polietilen film ile paketlenmiş köfte örneklerinden anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur (Yılmaz ve Demirci 2009).

Kurt ve Kılınççeker (2011), sığır eti, hindi ve tavuk etinin karışımı ile hazırladıkları köftelerin 2 aylık depolama sonunda serbest yağ asidi miktarlarını 1,95-2,44 g oleik asit/100 g arasında bulmuşlardır. Karışımdaki sığır eti oranındaki artışın serbest yağ asidi miktarlarını arttırdığı, en düşük serbest yağ asidi miktarının ise %50 tavuk ve %50 hindi eti karışımından oluşan örnek grubunda tespit edildiği bildirilmiştir (Kurt ve Kılınççeker 2011).

5.2.10. Karbonhidrat

Bu çalışmada ortam havası ile paketlenen ve %5 yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin karbonhidrat miktarı depolama boyunca diğer örneklere kıyasla önemli oranda düşük seyrettiği belirlenmiştir. Depolamanın 2.günü kontrol grubunda karbonhidrat miktarı yükselme eğilimi gösterirken; diğer tüm örneklerin karbonhidrat miktarı düşmüştür. Depolamanın başında kontrol grubu burger köftelerinin %0,52 olan karbonhidrat miktarı, depolama sonunda %4,50'ye yükselmiştir. Keten tohumu içeren örneklerin karbonhidrat miktarı depolama süresince diğer örneklerin karbonhidrat miktarından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Keten tohumu içeren örneklerin karbonhidrat miktarı depolamanın başlangıcında %6,15-8,84 düzeylerindeyken; depolamanın sonunda %8,83-14,87 düzeylerine yükselmiştir. Ortam havası ile paketlenen ve %10 yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin depolamanın başında %2,67 olan karbonhidrat miktarı, depolama sonunda %4,46'ya yükselmiştir. Burger köfteleri arasında %10 yağ içeren ve %15 keten tohumu ilaveli grup depolama sonunda en yüksek karbonhidrat miktarına sahip örnek olarak belirlenmiştir. Depolama sonunda tüm örneklerin karbonhidrat miktarında yükselme olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 4-50).

Modifiye atmosfer ile paketlenmiş ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin karbonhidrat miktarı depolamanın başlangıcında %0,52 iken; depolamanın 6.ayında %2,87 değerine yükselmiştir. Keten tohumu içeren örneklerin karbonhidrat miktarı depolamanın başında %6,15-8,84 düzeylerindeyken; depolamanın sonunda %8,33-10,22 düzeylerine yükselmiştir. Buğday rüşeymi içeren örneklerin karbonhidrat miktarı ise depolamanın başında %4,12-6,91 düzeylerinde bulunmuş; depolamanın sonunda ise %5,78-7,10 düzeylerine yükselmiştir. %10 yağ içeren kontrol örneğinin depolamanın başlangıcında %2,67 olan karbonhidrat miktarı, depolama sonunda %3,30'a yükselmiştir. %10 yağ içeren ve %15 keten tohumu ilaveli burger köfteleri %10,42 değeri ile depolama sonunda en yüksek karbonhidrat miktarına sahip örnek olmuştur (Tablo 4-51). Depolama süresince keten tohumu içeren örneklerin karbonhidrat miktarı, buğday rüşeymi içeren örneklerin karbonhidrat miktarından yüksek olduğu belirlenmiştir.

Uygulama yöntemi depolamanın tamamında, paketleme yöntemi ise depolamanın 2.gününden itibaren istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-52). Keten tohumu ve buğday rüşeymi oranındaki artış karbonhidrat miktarının artmasına katkı

sağlamıştır. Ayrıca, ortam havası ile paketlenen örneklerin depolamanın 2.gününden itibaren daha yüksek karbonhidrat miktarı değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Turhan ve ark. (2007) soya ürünü olan okaranın köfte örneklerinde kullanımı ile ilgili yaptıkları çalışmalarında kontrol grubunun karbonhidrat içeriği en düşük bulunurken; okara oranındaki artışın karbonhidrat içeriği arttırdığını bildirmişlerdir.

Selani ve ark. (2016), ananas yan ürünü ve kanola yağının, az yağlı burger köftelerde yağ ikame maddeleri olarak değerlendirilmesi üzerine yaptıkları çalışmalarında, ananas yan ürünlerinin eklenmesi karbonhidrat oranını etkilemezken, kanola yağının karbonhidrat oranını yükselttiği ifade edilmiştir.

Yogesh ve ark. (2015), farklı oranlarda keten tohumu tozu ilave edilmiş et hamurunun teknolojik, fiziko-kimyasal ve duyusal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, kontrol grubunun karbonhidrat içeriğini %3,1; %5 keten tohumu tozu ilave edilen örnek grubunun karbonhidrat içeriğini ise %4,1 olarak belirlemişlerdir.

Prado ve ark. (2019), sorgum unları eklenmiş dana burgerlerinin fizikokimyasal ve duyusal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, sorgum unu ilavesi karbonhidrat içeriğini önemli oranda etkilemiştir. Tannin içeren ve içermeyen %3 sorgum unu ilaveli örneklerin karbonhidrat içerikleri sırasıyla %3,07 ve %3,24 olarak belirlenirken; kontrol grubunun karbonhidrat içeriği %1,03 olarak belirlenmiştir (Prado ve ark. 2019).

Turhan ve ark. (2005), az yağlı dana burgerlerinde fındıkkabuğu kullanımı ile ilgili yaptıkları çalışmada, karbonhidrat içeriği kontrol örneğinde en düşük; %5 fındıkkabuğu eklenmiş sığır eti burgerlerinde ise en yüksek değerde olduğu belirlenmiştir. Karbonhidrat içeriğinin kontrol grubunda %1,74; %5 fındıkkabuğu ilaveli örnekte %5,34 olduğu saptanmıştır. Netice itibariyle, fındıkkabuğu ilavesi ile karbonhidrat içeriğinin arttığı ifade edilmiştir (Turhan ve ark. 2005).

Kadous ve ark. (2014) sığır eti ikamesi olarak dana burger üretiminde buğday ruşeymi ekstrüdatı kullanımının etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, buğday ruşeymi ekstrüdatının oranının arttırılmasıyla karbonhidrat miktarının önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir. Bunun nedeni, buğday rüşeyminin %50,49 oranında yüksek karbonhidrat içermesinden ötürü olabileceği belirtilmiştir (Kalpana ve Vali 2009). Burger bileşimine

%5, %10, %15 ve %20 oranında buğday ruşeymi ekstrüdatı katılı %4,2 olan karbonhidrat miktarını sırasıyla %9.28, %10.94, %12.39 ve %14.35 olarak değiştirmiştir (Kadous ve ark., 2014).

Bilek ve Turhan (2009), farklı yağ oranı (%10 ile %20 yağ) ve %3, %6, %9, %12 ve %15 keten tohumu unu ilave ederek hazırladıkları sığır köfterlerinde %10 yağlı kontrol grubu örneğinin karbonhidrat içeriğini çiğ üründe %1,04, pişirilmiş üründe %0,12; %20 yağlı kontrol grubu örneğinin karbonhidrat içeriğini ise çiğ üründe %1,59, pişirilmiş üründe %0,15 olarak bulmuşlardır. Farklı oranlarda keten tohumu unu ilavesiyle formüle ettikleri sığır köftelerinin karbonhidrat miktarları sırasıyla çiğ üründe %3,25, %5,05, %5,52, %6,41 ve %7,32; pişirilmiş üründe ise %2,50, %2,95, %4,42, %5,94 ve %7,05 olarak saptanmıştır.

5.2.11. Enerji Değeri

Bu çalışmada ortam havası ile paketlenen ve %5 yağ içeren %15 keten tohumu ilaveli burger köfte örneğinin enerji değerinin depolama boyunca diğer örneklerden yüksek seyrettiği belirlenmiştir. Depolamanın başlangıcında 207,82 kcal olan enerji değeri, depolama sonunda 241,34 kcal'e yükselmiştir. Keten tohumu içeren örneklerin enerji değeri depolama boyunca diğer örneklerin enerji değerine kıyasla yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Ortam havası ile paketlenen ve %10 yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin enerji değerinin diğer örneklere kıyasla daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Depolamanın başlangıcında 184,54 kcal olan kontrol grubu burger köfte örneğinin enerji değeri depolama sonunda 225,27'ye yükselmiştir (Tablo 4-53). %10 yağ içeren burger köftelerin yağ içeriğinin yüksek olması enerji değerlerinin de %5 yağ içeren örneklere kıyasla daha yüksek olmaına yol açmıştır.

Modifiye atmosfer ile paketlenmiş ve %5 yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin enerji değeri diğer örneklerin enerji değerine kıyasla daha düşük bulunmuştur. Keten tohumu ve buğday rüşeymi içeren örneklerin keten tohumu ve buğday rüşeymi oranları arttıkça enerji değerinin de arttığı saptanmıştır. Depolama sonunda %15 keten tohumu içeren burger köftesi 249,71 kcal enerji değeri ile en yüksek enerji değerine sahip örnek olarak belirlenmiştir. %10 yağ içeren buğday rüşeymi ilaveli örneklerin

depolamanın başında enerji değerleri 193,09-198,96 kcal düzeylerindeyken, depolamanın 2.günü 191,80-195,15 kcal düzeyine düşmüş, ancak depolamanın sonunda yükselme eğilimi göstererek 239,46-246,09 düzeyine yükselmiştir (Tablo 4-54). Depolamanın 2.günü tüm gruplarda enerji değerleri düşerken; depolama süresince artış eğilimi göstermiştir.

Uygulama yöntemi ve hayvansal yağ oranı depolamanın tamamında, paketleme yöntemi ise depolamanın 1.ayından itibaren istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-55). Keten tohumu ve buğday rüşeymi oranındaki artış enerji değerinin yükselmesini sağlamıştır. Keten tohumu oranının %5'ten %10'a çıkması enerji değerini yaklaşık olarak 18,23 kcal düzeylerinde yükseltmiştir. Hayvansal yağ oranındaki artışın da enerji değerini yükselttiği belirlenmiştir.

Bilek ve Turhan (2009), keten tohumu unu ekleyerek ürettikleri sığır köftelerinin %20 yağlı kontrol grubunun enerji değerini %10 yağlı kontrole göre daha yüksek bulmuşlardır. Pişmiş sığır köftesi için en düşük enerji değeri %10 yağlı kontrolde gözlenirken, %3, %6 ve %9 keten tohumu unu ilave edilen örnekler arasında önemli bir fark gözlenmediğini bildirmişlerdir. Keten tohumu unu ilavesi, keten tohumu yağ içeriğinden dolayı çiğ ve pişmiş et köftelerinin enerji değerini arttırdığı ifade etmişlerdir.

Alejandre ve ark. (2017), düşük enerjili yağ analoğu ile formüle edilmiş az yağlı dana köftelerin özelliklerini inceledikleri çalışmada pişmiş kontrol örneğinin enerji değerini 186 kcal/100g, pişmiş modifiye örneklerin enerji değerini ise 116 kcal/100g olarak belirlemişlerdir.

Hautrive ve ark. (2019), %7,5 oranlarında keten tohumu ve yağsız keten tohumu ilave ederek hazırladıkları burger köftelerin ve kontrol grubunun enerji değerlerini sırasıyla 158,60 kcal/100g, 153,80 kcal/100g ve 159,91 kcal/100g olarak belirlemişlerdir.

Turhan ve ark. (2005), az yağlı dana burgerlerde fındıkkabuğu kullanımı ile ilgili yaptıkları çalışmada en yüksek enerji değerleri (269.5 kcal/100 g) kontrol örneklerinden elde edilmişlerdir. Fındıkkabuğu katkılı dana burgerlerin enerji değerleri 178.3 ile 186.1 kcal/100 g arasında değişmekte; formülasyonlara farklı miktarlarda fındıkkabuğu eklenmesi ile dana burgerlerinin enerji değerlerinin etkilemediği belirtilmiştir.

5.2.12. Tiyobarbütirik Asit (TBARS) Değeri

Lipid oksidasyonu ambalajlı ürünlerde raf ömrüne etki eden önemli faktörlerden biridir. Muhafaza süresinin uzaması ambalajlı ürünlerde TBARS değerlerinde artışa neden olmaktadır. Çalışmamızda ortam havası ile paketlenen ve %5 yağ içeren örneklerin depolamanın başlangıcında TBARS değerleri 0,21-0,93 mg MDA/kg olarak tespit edilmiştir. Depolama süresince keten tohumu içeren burger örneklerinin TBARS değerleri diğer örneklerden yüksek bulunmuş olup, TBARS değerinin keten tohumu içeriğinden etkilendiği belirlenmiştir. Depolamanın başında %1 ve %3 buğday rüşeymi içeren örneklerin sırasıyla 0,26 ve 0,21 mg MDA/kg olarak belirlenen TBARS değerleri, depolama sonunda 1,60 ve 1,49 mg MDA/kg olarak belirlenmiştir. Depolamanın başlangıcında %10 yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin TBARS değeri 0,29 mg MDA/kg olarak saptanmışken; depolamanın 6.ayında 1,22 mg MDA/kg olarak kaydedilmiştir. Depolamanın 6.ayında TBARS değeri en düşük örnek 1,22 mg MDA/kg ile kontrol grubu örneği olarak belirlenirken; %15 keten tohumu içeren burger köfteleri 4,54 mg MDA/kg TBARS değeri ile en yüksek değere sahip örnek olmuştur (Tablo 4-56). Keten tohumu miktarındaki artış TBARS değerinin artmasına neden olurken, buğday rüşeymi miktarının artması TBARS değeri bakımından kendi arasında azalmaya yol açmıştır.

Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin TBARS değeri depolama boyunca düzenli bir artış göstermiştir. Keten tohumu içeren örneklerin depolamanın 6.ayındaki TBARS değerleri 3,26-3,57 mg MDA/kg arasında belirlenirken, keten tohumu içeriği ile orantılı olarak TBARS değerlerinin yükseldiği tespit edilmiştir. Buğday rüşeymi içeren örneklerin ise ters bir orantı gösterdiği; zamana bağlı olarak örneklerin TBARS değeri artsa da buğday rüşeymi içeriğinin artması ile TBARS değerlerinin düştüğü kaydedilmiştir. %10 yağ içeren burger köftelerinde kontrol ve %3 buğday rüşeymi ilaveli örneklerin TBARS değerleri depolamanın 6.ayında en yüksek değere ulaşırken, diğer örneklerin TBARS değerlerinin depolamanın 3.ayında en yüksek değerlerine ulaştığı tespit edilmiştir. Kontrol grubu burger örneğinin depolamanın 1.ayında 0,29 mg MDA/kg olan TBARS değeri, depolamanın 6.ayında 1,02 mg MDA/kg'a yükselmiştir (Tablo 4-57). Modifiye atmosfer paketleme uygulanan örneklerde yağ oranının yükselmesi TBARS değerlerinin de yükselmesine yol açtığı belirlenmiştir.

Uygulama yöntemi ve hayvansal yağ oranı depolamanın tamamında, paketleme yöntemi ise depolamanın 2.gününden itibaren istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05) (Tablo 4-58). Depolamanın 6.ayında %10 ve %15 keten tohumu içeren örneklerin TBARS değerleri arasında istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir. MAP uygulaması örneklerin TBARS değerini düşürürken; hayvansal yağ oranındaki artış TBARS değerini yükseltmiştir. Ockerman (1976) TBARS değerinin 1 mg MDA/kg üzerinde olması durumunda üründe acılaşma olacağını, Bingöl ve ark. (2012) ise depolama boyunca ürün kalitesinin devamlılığı adına TBARS değerinin 1 mg MDA/kg'ın altında olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Hayvansal yağların yüksek çoklu doymamış yağ asidi seviyelerine sahip sıvı yağlarla değiştirilmesinin et ürünlerinde artan lipid oksidasyonu arasında pozitif bir korelasyon olduğunu bildiren bir çok çalışma mevcuttur. Heck ve ark. (2017) %50 domuz sırt yağının mikrokapsüllenmiş çiya ve keten tohumu yağları ile değiştirilmesi ile ürettikleri düşük yağlı burger köfte örnekleri ile yaptıkları çalışmalarında özellikle burgerlerin pişirildikten sonra lipid oksidasyonunun önemli ölçüde arttığını belirtmişlerdir. Mikrokapsüllenmiş çiya yağı içeren örnekler, hem çiğ hem de pişmiş burgerlerde depolama boyunca en yüksek TBARS değerlerine sahip ürünler olarak bulunmuştur (Heck ve ark. 2017).

Lipid peroksidasyonıı çiğ ve pişmiş et ve et ürünlerinde kalite kaybının en önemli nedenidir. Tiyobarbitürik asit reaktif maddeler (TBARS), bir reaktif olarak tiyobarbitürik asit kullanılarak tespit edilebilen bir lipit peroksidasyonunun yan ürünü olarak oluşturulur. Et ve et ürünlerinde lipid oksidasyonunu ölçmek için yaygın olarak kullanılan TBARS deneyi, okside olmuş yağlı besinlerde tiyobarbitürik asit (TBA) ile malondialdehit (MDA) arasındaki reaksiyonun spektrofotometrik ölçümü ile tayin edilir (Karabudak 2002).

Lopez-Vargas ve ark. (2014), burger köftelerin kalite özellikleri inceledikleri çalışmalarında çiğ burgerlerin TBARS değerleri eklenen passiflora meyve lifi konsantrasyonuna bağlı olarak etkilenmiştir. En düşük TBARS değerleri %5 lif ilave edilen burgerlerde, en yüksek TBARS değerleri ise kontrol numunelerinde elde edilmiştir. Pişmiş burgerler, çiğ burgerlere göre lipid oksidasyonuna daha duyarlı

bulunmuştur. Tüm pişmiş burgerler, çiğ burgerlerden daha yüksek TBARS değerleri göstermiştir (Lopez-Vargas ve ark. 2014).

Güneş ve ark. (2012), farklı oranlarda O_2 içeren, ışınlama ve MAP uygulanası yaptıkları köfte örneklerinde, paketlerdeki O_2 konsantrasyonu arttıkça TBARS değerlerinin önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir. Paketlerdeki %0 ve %5 O_2 konsantrasyonları, 14 günlük depolama sırasında %21 O_2 içerenlere kıyasla sırasıyla 1,15 ve 0,9 mg MDA/kg daha düşük TBARS değerleri ile sonuçlanmıştır.

Yılmaz ve Demirci (2010), farklı paketleme yöntemleri uyguladıkları köfte örneklerinin depolama süresi boyunca TBARS değerinde artış belirlemişlerdir. Depolamanın 1. gününde en düşük TBARS değeri vakum paketli ürünlerde belirlenirken; en yüksek TBARS değeri MAP uygulanan örneklerde kaydedilmiştir. Depolamanın 8. günü polietilen film, MAP ve vakum paketleme uygulanan örneklerin TBARS değeri sırasıyla 1,241, 1,210, 1,024 mg MDA/kg olarak tespit edilmiştir.

Köker (2020), yapmış olduğu çalışmada farklı oranlarda çemen ilave ederek hazırladığı hamburger köftelerinde 0. günde %4, %4,5 ve %5 çemen içeren grupların TBARS değerleri kontrol gruplarına göre daha yüksek tespit etmiştir. Ancak, çemen içeren diğer tüm grupların TBARS değerleriyle kontrol grupları arasında istatistiksel olarak bir farklılık belirlenmediği bildirilmiştir. Hamburger köftelere ait 15. gün TBARS değerleri, %2 çemen içeren grubun kontrol grubundan daha düşük olduğu, %4 ve %5 çemen içeren grupların değerleri ise kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Depolamanın 30. gününde ise galeta unu katkılı kontrol, %2, %2,5, %3 ve %3,5 çemen içeren örneklerin TBARS değerleri, galeta unu içermeyen kontrol grubuna kıyasla daha düşük olarak belirlenmiştir. Depolamanın 60. gününde ise galeta unu içeren kontrol grubunun TBARS değeri, galeta unu içermeyen kontrol grubuna kıyasla daha düşük tespit edilmiştir. Genel olarak depolama boyunca tüm grupların TBARS değerlerinde doğrusal bir artış kaydedildiği işaret edilmiştir (Köker 2020).

Çelegen (2019), oleojel ve bezelye kabuğu tozunun yağı azaltılmış hamburger köftesi üzerindeki etkilerini incelediği çalışmasında tüm örneklerin depolama boyunca TBARS değerlerinde kademeli olarak bir artış olduğunu bildirmiştir. Pişirilmemiş ve pişmiş tüm köfte örneklerinde depolamanın 1., 4. ve 7. günlerinde yapılan analizlerde bir önceki güne kıyasla TBARS değerlerinin önemli seviyede arttığı belirlenmiştir.

Pişirilmemiş köfte örneklerinde üretim günü yapılan analizlerde hayvansal yağ ile %100 oranında oleojelin ikame edildiği gruplarda TBARS değeri en düşükken, oleojel kullanılan diğer grupların kontrol grubu ile benzer seviyede olduğu tespit edilmiştir. Depolama sonunda hayvansal yağın %100 oranında oleojel ile ikame edildiği gruplarda en düşük TBARS değerleri tespit edildiği gösterilmiştir (Çelegen 2019).

Waszkowiak ve ark. (2014), dondurularak muhafaza edilen burger köftelerine bileşen olarak keten tohumu ekstraktı ilavesinin lipid oksidasyona karşı koruyucu etkisini inceledikleri çalışmalarında, ekstraktların antioksidan etkinliği depolanmış köftelerdeki TBARS içeriğini azalttığı gözlemlenmiştir.

Bingol ve ark. (2012) yüksek oksijen konsantrasyonu (80:20:0, 60:20:20, 70:30:0 ve 60:40:0/O_2:CO_2:N_2) ile modifiye atmosfer paketleme altında soğuk muhafazaya (4°C) aldıkları Tekirdağ köftelerinin raf ömrü süresi boyunca MAP uygulamasının aerobik paketlemeye göre daha düşük TBARS değerine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Genel olarak TBARS değerleri depolama süresinin uzamasıyla doğrusal olarak artmasına rağmen ($P<0.01$), özellikle 60:40:0/O_2:CO_2:N_2 ve 60:20:20/O_2:CO_2:N_2 gaz karışımı ile paketlenen örnekler muhafaza sonuna kadar kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalmışlardır (Bingol ve ark. 2012). Paket içersinde %0-2 aralığındaki artık oksijen seviyelerinin lipid oksidasyonunun gerçekleşmesi için yeterli olduğu bildirilmiştir (Berruga ve ark. 2005).

Altuntaş ve Turhan (2013) farklı paketleme yöntemlerinin [aerobik (AP), vakum (VP) ve modifiye atmosfer (MAP: 75% N_2, 25% CO_2)] keten tohumu unu ile zenginleştirilmiş dana köftelerinin TBARS değerleri üzerinde çok önemli etkisi ($p<0.01$) olduğunu belirtmişlerdir. En düşük TBARS değerinin MAP ve VP paketlenmiş sığır köftelerinde saptandığı bildirilmişken (0,65-0,66 mg MDA/kg,) AP'de paketlenmiş sığır köftelerinde en yüksek TBARS değeri bulunmuşur (0,85 mg MDA/kg). Bunun yamı sıra, depolama süresinin lipid oksidasyonu üzerinde oldukça önemli ($p<0.01$) etkiye sahip olduğu kaydedilmiş; raf ömrünün artması TBARS değerlerinde artışa yol açmıştır ki, bu sonuçların bizim çalışmamız ile uyumluluk gösterdiği dikkati çekmektedir.

Yogesh ve ark. (2015), farklı oranlarda keten tohumu tozu ilave edilmiş et hamurunun teknolojik, fiziko-kimyasal ve duyusal özelliklerini inceledikleri çalışmalarının herhangi bir aşamasında %5 FSP ilaveli örneklerde daha yüksek seviyede;

kontrol grubunda ise en düşük seviuelerde TBARS değeri gözlenmiştir. Bunun nededi, FSP'nin çeşitli mekanizmalar nedeniyle birincil ve ikincil oksidatif bozulmaya daha yatkın olan daha fazla mono ve çoklu doymamış yağ asitleri içermesinden kaynaklandığı bildirilmiştir.

Kadous ve ark. (2014) sığır eti ikamesi olarak dana burger üretiminde buğday ruşeymi ekstrüdatı kullanımının etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, buğday ruşeymi ekstrüdatının oranının arttırılmasıyla TBARS miktarının azaldığı bildirilmiştir. Bu durumun düşük oranda buğday rüşeymi ihtiva eden örneklerin yüksek yağ oranından kaynaklanabileceği belirtmişlerdir.

Khalid ve ark. (2021)'nın az yağlı dana köfte üretimi için buğday tohumu yağı ve buğday kepeği lifinin yağ ikame maddesi olarak kullanılmasını denedikleri çalışmalarında, **e**n yüksek TBARS değerinin çiğ ve pişmiş kontrol örneklerinde depolamanın 21.gününde tespit edildiğini, en düşük TBARS değerinin ise %4,5 buğday tohumu yağı (WGO) ve %3 buğday kepeği lifi (WBF) içeren örneklerde depolamanın başlangıcında belirlendiğini bildirilmişlerdir. Bu sonuçlar, TBARS değerinin pişmiş sığır köftelerinde çiğ köfte örneklerine kıyasla daha yüksek olduğunu ve depolama süresinin uzamasıyla TBARS değerinin arttığını gösterdiği ifade edilmiştir (Khalid ve ark. 2021). Rababah ve ark. (2006) da örneklerin pişirilmesinin TBARS miktarını önemli ölçüde artırdığını ve bitki ekstraktlarının eklenmesinin TBARS miktarını önemli ölçüde azalttığını ifade etmişlerdir.

Bingol ve ark. (2012) az yağlı köftelerin duyusal özellikleri ve raf ömrü üzerine elektriksel uyarım ve yüksek oksijen modifiyeli atmosfer paketleme uygulamasının kombine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, stimülasyon uygulanan (ES) köfte örneklerinin raf ömürlerinin stimülasyon uygulanmayan (NES) etlerden hazırlanmış köftelere nazaran daha yüksek lipid oksidasyonu ile sonuçlandığını belirtmişlerdir. MAP uygulamasının, TBARS değerleri üzerine olumlu bir etkisi olmadığı; tüm ortam havasıyla paketlenmiş numunelerin TBARS değerlerinin, depolama süresi boyunca MA ile paketlenmiş numunelerden daha düşük kaldığı bildirilmiştir. Benzer şekilde, Mancini ve ark. (2010), yüksek oksijen ile paketlenmiş köftelerin 2°C'de 4 günlük depolama için diğer paketlere göre daha fazla lipid oksidasyonuna sahip olduğunu bildirmiştir. Hava ile paketlenmiş köftelerin, yüksek oksijenle paketlenmiş köftelere kıyasla daha düşük

TBARS değerlerine (0,31 mg MDA/kg) sahip olduğu belirtilmiştir. Jayasingh ve ark. (2002), 6 günlük depolamadan sonra MAP uygulanan numunelerinin hava ile paketlenmiş (0,6 mg MDA/kg) kıymalardan çok daha yüksek ortalama TBARS değerine (1,8 mg MDA kg-') sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle, bu çalışma ile uyumlu olarak, paket içindeki yüksek oksijen varlığı, depolama sırasında artan TBARS değeri ile ilişkilendirilmiştir. Bu konuyu destekler nitelikte, Jakobsen ve Bertelsen (2002), CO_2'nin ette lipid oksidasyon hızını azalttığını ve bunun CO_2 absorpsiyonundan dolayı pH azalmasına bağlandığını belirtmişlerdir.

5.2.13. Metmyoglobin Miktarı

Miyoglobin, oksimiyoglobin ve metmiyoglobin taze etin rengi üzerinde etkili olan renk pigmentleridir. Oksijenin miktarının yetersiz düzeyde bulunması sonucunda ette metmiyoglobin şekillenerek, gri-kahverengi renk pigmentleri oluşmaktadır. İşlenmiş et karışımlarında da ortamdaki oksijen mevcutiyetinin miktarı zamanla ürünlerin renginde değişime yol açmakta ve bu durum depolama sürecindeki ürünün kalitesi üzerinde belirleyici olmaktadır. Bu çalışmada, ortam havası ile paketlenmiş keten tohumu ve buğday rüşeymi ilaveli ya da ilavesiz burger köfte örneklerinin metmiyoglobin miktarları depolama süreci boyunca azalmıştır (Tablo 4-59). Depolamanın 1.ayında %5 yağ içeren kontrol grubu örneklerinde metmiyoglobin miktarı %63,43 olarak tespit edilirken; keten tohumu içeren örneklerin metmiyoglobin miktarı %43,10-52,82; buğday rüşeymi içeren örneklerin metmiyoglobin miktarı ise %66,45-67,46 olarak belirlenmiştir. Depolamanın sonunda keten tohumu içeren örneklerin metmiyoglobin miktarı diğer örneklere kıyasla oldukça düşük seviyede belirlenmiştir.

Modifiye atmosfer ile paketlenmiş kontrol grubu, keten tohumu ve buğday rüşeymi ilaveli burger köfte örneklerinin metmiyoglobin miktarları depolama sonunda azalma göstermiştir (Tablo 4-60). Depolamanın 1.ayında %5 yağ içeren kontrol grubu örneklerinde metmiyoglobin miktarı %62,57 olarak tespit edilirken; keten tohumu içeren örneklerin metmiyoglobin miktarı %39,73-50,67; buğday rüşeymi içeren örneklerin metmiyoglobin miktarı ise %68,97-75,41 olarak belirlenmiştir. Depolama süresince keten tohumu içeren örneklerin metmiyoglobin miktarı diğer örneklere kıyasla oldukça düşük seviyede kaldığı gözlemlenmiştir. Burger köfteleri arasında %10 yağ içeren keten tohumu

ilaveli örnekler depolamanın 1.ayında %44,72-54,76 metmiyoglobin miktarı ile en düşük metmiyoglobin oluşumuna sahip örnekler olarak belirlenmiştir (Tablo 4-60). Depolamanın 3.ayında %5 ve %10 keten tohumu ilaveli örneklerin metmiyoglobin miktarı artış gösterirken; diğer örneklerin metmiyoglobin miktarı ise azalma göstermiştir.

Uygulama ve paketleme yöntemi depolamanın tamamında, hayvansal yağ oranı ise depolamanın 1. ve 3.aylarında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-61). Keten tohumu oranındaki artış, metmiyoglobin miktarında azalmaya neden olurken; buğday rüşeymi miktarındaki artış, metmiyoglobin miktarında da artış sağlamıştır. Depolamanın 6.ayında buğday rüşeymi oranının %1'den %3'e çıkması metmiyoglobin miktarında %3,47 düzeyinde yükselmeye neden olmuştur.

Et ürünlerinin rengini birçok faktör etkileyebilmektedir, ancak myoglobinin oksidasyona duyarlılığı baskın bir faktördür. Depolama sırasında rengin kırmızıdan kahverengiye değişmesi, kırmızı oksimiyoglobinin (OxyMb) kahverengimsi metmiyoglobine (MetMb) oksidasyonu ile ilişkilidir (Gómez ve ark., 2012). Villasante ve ark. (2020), pekan kabuğu (PSW), rozel çiçeği (RS) ve kırmızıbiber (CA) karışımlarının soğuk depolanan sığır köftelerinde depolamanın 10.gününde metmiyoglobin yüzdesinde en az azalma sergileyen numunenin, ticari koruyucu içeren örnek olduğunu bildirmişlerdir. Bunun dışında en az metmiyoglobin içeren numuneler, çok benzer değerlere sahip olan 4% PSW + 0,35% CA + 2% RS ve 2% PSW + 0,35% CA (sırasıyla %49,85 ve %51,35) içeren numuneler olmuştur. Bunların yanı sıra, 2% RS ve 2% PSW + 0,35% CA + 2% RS içeren numuneler sırasıyla %57,61 ve %64,49 değerleri ile daha yüksek bulunduğu ifade edilmiştir.

Zhang ve ark. (2018), karbonmonoksit ve yüksek oksijenli MAP uygulaması yaptıkları sığır etlerinin 20 günlük depolaması sırasında metmyogolobin (MetMb) oluşumu üzerinde pH, paketleme ve saklama süresinin önemli bir etki gösterdiği bildirilmiştir. Ancak depolama sonunda farklı pH değerlerine sahip gruplar arasında başlangıç MetMb içeriği için anlamlı bir fark bulunmadığı vurgulanmıştır. 20 günlük depolama sırasında, MetMb içeriği genellikle erken depolama süresi boyunca orta derecede artış gösterip, ardından stabilize olmuştur. Ancak yüksek oksijen içeren MAP'deki normal pH değerine sahip sığır eti farklılık göstermiştir. Bu örneklerin MetMb

içeriği, depolama sırasında hızla artış göstererek; gözle görülür bir renk değişikliğine uğramış ve %25,6 değerine ulaşmıştır (Zhang ve ark. 2018).

Lu ve ark. (2020), modifiye atmosfer paketleme uygulamasındaki oksijen konsantrasyonunun sığır karkaslarında renk değişimlerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, normal pH değerine sahip örneklerin MetMb içeriği depolama süresi uzadıkça %4,3'ten %31,6'ya yükseldiğini bildirmişlerdir. Yüksek pH değerine sahip sığır karkaslarının MetMb içeriği ise depolama süresince farklı O_2 içeriğinden önemli oranda etkilenmediği belirtilmiştir.

Sayas-Barberá ve ark. (2020), hurma çekirdeği tozu ilave ederek hazırladıkları köfte örneklerinde, başlangıçtan itibaren hurma çekirdeği tozu ilavesi numunelerde miyoglobin oksidasyonuna karşı çok yoğun bir koruyucu etki gösterdiği bildirilmiştir. Kontrol numunelerinde depolamanın başında %51,02 olan MetMb değeri, depolamanın 10.gününde %71,82 değerine ulaşmıştır. Örneklerin hurma çekirdeği tozu oranındaki artış MetMb değerini düşürdüğü ifade edilmiştir.

Ulu (2004), buğday unu, peynir altı suyu proteini konsantresi ve soya proteini izolatı kullanarak hazırladığı köfte örneklerinde 4℃'de 1 günlük depolama sonrası kontrol örneği MetMb oranı %53,1 iken; 7 günlük depolama sonrasında %39,6 değerine düştüğünü bildirmiştir. Buğday unu, peynir altı suyu proteini konsantresi ve soya proteini izolatı ilave edilen örneklerin depolamanın 1.günündeki MetMb oranları sırasıyla; %49,6; %51,6 ve %49,8 iken; 7 günlük depolama sonrasında %46,6; %37,9 ve %41,0 değerlerine düşmüştür. Aynı içeriğe sahip örneklerin -20℃'de 1 aylık muhafaza edilmeleri sonrasında ise MetMb oranları sırasıyla; %50,9; %37,7 ve %56,2 olarak saptandığı belirtilmiştir. Bu çalışmada ise keten tohumu oranındaki artış, metmiyoglobin miktarında azalmaya neden olurken; buğday rüşeymi miktarındaki artış, metmiyoglobin miktarında artışa yol açmıştır.

5.2.14. Pişirme Özellikleri

Bu çalışmada ortam havası ile paketlenen ve %5 yağ içeren kontrol grubu burger köftelerinin pişirme kaybı depolamanın başında 7,52 g'ken; depolamanın 6.ayında pişirme kaybı 19,82 g olarak tespit edilmiştir. Pişirme kaybı en az olan örnek %15 keten

tohumu içeren burger köfteleri olarak belirlenmiştir. Depolamanın başlangıcında 5,79 g olan pişirme kaybı, depolama sonunda 7,20 g olarak kaydedilmiştir. Pişirme kaybının keten tohumu ve buğday rüşeymi miktarından etkilendiği, keten tohumu ve buğday rüşeymi oranının artması ile pişirme kaybının azaldığı belirlenmiştir. Depolamanın 2.gününde tüm örneklerin pişirme kaybı artış gösterirken; depolamanın 1.ayında azalma göstermiştir. %5 yağ içeren örneklerin pişirme kaybı, %10 yağ içeren örneklere kıyasla daha düşük bulunmuştur (Tablo 4-62).

Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 yağ içeren kontrol grubu burger köftelerin pişirme kaybı depolama süresince artma eğilimi göstermiş olup, depolamanın başlangıcında 7,52 g'ken; depolamanın 6.ayında 17,05 g'a yükselmiştir. Kontrol örneği dışındaki örneklerin pişirme kaybı depolama sonunda düşüş eğilimi göstermemiştir. Bu durum keten tohumu ve buğday rüşeyminin ürün formülasyonunun bağlayıcılık kapasitesini arttırdığına işaret etmektedir. Ayrıca, keten tohumu içeren örneklerin pişirme kayıpları, buğday rüşeymi içeren örneklere kıyasla daha düşük düzeyde belirlenmiştir. Burger köfteleri arasında %10 yağ içeren kontrol grubu örneğinin depolamanın başlangıcındaki 10,14 g olan pişirme kaybı değeri; depolamanın 6.ayında 20,11 g düzeyine yükselmiştir. Keten tohumu ve buğday rüşeymi oranındaki artışa bağlı olarak pişirme kayıplarının azaldığı saptanmıştır. %5 yağ içeren burger köftelerinin pişirme kaybı depolamanın sonunda başlangıç durumuna göre azalma gösterirken; %10 yağ içeren burger köftelerinde artış belirlenmiştir (Tablo 4-63).

Bu çalışmada ortam havası ile paketlenen ve %5 yağ içeren kontrol grubu örneklerine ait pişirme verimi depolamanın başlangıcında %92,96'ken; depolama esnasında düşüş eğilimi göstermiş olup, depolamanın 6.ayında pişirme verimi %80,18 olarak tespit edilmiştir. Pişirme verimi en yüksek örnek %15 keten tohumu içeren örnek olarak belirlenmiştir. Depolamanın başında %94,14 olan pişirme verimi, depolama sonunda %91,09 olarak belirlenmiştir. Pişirme veriminin keten tohumu ve buğday rüşeymi miktarından etkilendiği, keten tohumu ve buğday rüşeymi oranının artması ile pişirme verimin arttığı belirlenmiştir. Depolamanın 2.gününde tüm örneklerin pişirme verimi azalma gösterirken; depolamanın 1.ayında artış kaydedilmiştir. %10 yağ içeren örneklerin pişirme verimleri, %5 yağ içeren örneklere kıyasla daha düşük bulunmuştur. %10 hayvansal yağ içeren ve %15 keten tohumu ilaveli burger köfte örneğinin pişirme verimi, depolama süresince diğer örneklere kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Depolamanın başlangıcında %91,97 olan pişirme verimi, depolamanın 6.ayında %91,13 olarak belirlenmiştir (Tablo 4-64).

Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin pişirme verimi depolama süresince azalma eğilimi göstermiş olup, depolamanın başında %92,96'ken; depolamanın 6.ayında %85,74'e düşmüştür. Diğer örneklerin pişirme verimleri depolama süresince anlamlı bir değişim göstermemiştir. %3 buğday rüşeymi içeren burger köfte örneğinin pişirme verimi depolama süresince artış eğilimi göstermiş olup, depolamanın 6.ayında %92,30 değerine ulaşmıştır. %10 hayvansal yağ içeren burger köftelerinde pişirme verimi depolamanın 1.ayında artış gösterirken, depolamanın sonunda pişirme verimlerinde azalma olmuştur. Depolamanın 6.ayında tüm örneklerin pişirme veriminin düştüğü saptanmıştır. Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ürünlerde, %5 yağ içeren örneklerin pişirme verimlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4-65).

Bu çalışmada ortam havası ile paketlenen ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneklerinin burger çapındaki azalma oranı depolamanın başlangıcında %1,11'ken, depolama süresince artma eğilimi göstermiş olup, depolamanın sonunda %13,04'e ulaşmıştır. Depolamanın başlangıcında buğday rüşeymi içeren örnekler %10,87 ve %8,6 burger çapı azalmasıyla çapı en fazla azalan örnekler olarak belirlenmiştir. Depolamanın 6.ayında %15 keten tohumu içeren örnek %5,56 değeri ile çapı en az azalan örnek olarak saptanmıştır. %10 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneği depolamanın başında %2,17 değeri ile burger çapı en az azalan örnek olarak tespit edilirken; depolamanın 6.ayında %16,67 değeri ile burger çapı en fazla azalan örnek olarak tespit edilmiştir. Depolamanın 6.ayında keten tohumu içeren örneklerin burger çapındaki azalma, keten tohumu oranındaki artışa bağlı olarak azaldığı saptanmıştır (Tablo 4-66).

Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneği depolamanın 1.ayında %14 burger çapındaki azalma oranı ile çapı en fazla azalan örnek olarak tespit edilmiştir. Burger çapında azalma oranı depolamanın 1.ayında keten tohumu içeren örneklerde keten tohumu oranından bağımsız olarak şekillenmişken; depolamanın 3.ayında keten tohumu oranı arttıkça burger çapında azalma oranının arttığı tespit edilmiştir. Depolamanın 6.ayında buğday rüşeymi içeren

örnekler haricinde tüm örneklerin burger çapında azalma oranının arttığı belirlenmiştir. %10 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köftelerinin burger çapındaki azalma oranının depolama süresince artış gösterdiği belirlenmiştir. Depolamanın 1.ayında %10,42 olan burger çapında azalma oranı, depolamanın 6.ayında %15'e yükseldiği gözlemlenmiştir. Depolamanın 6.ayında burger çapında azalma oranının depolamanın başlangıcına kıyasla %15 keten tohumu ve %3 buğday rüşeymi içeren örnekler haricinde arttığı tespit edilmiştir. Modifiye atmosfer paketleme uygulanan örneklerin burger çapında azalma oranının yağ oranından etkilendiği belirlenmiştir (Tablo 4-67).

Bu çalışmada ortam havası ile paketlenen ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin burger kalınlığı depolamanın 1.ayına kadar değişim göstermezken; depolamanın 1.ayında burger kalınlığı %23,08 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Depolamanın başında %5 keten tohumu içeren örneğin burger kalınlığı %61,54 oranında azalma gösterirken; depolama süresince burger kalınlığındaki azalma oranı muhafaza günleri arasında düzensiz olarak farklılık göstermiştir. Ayrıca, %10 yağ içeren örnek grubunda burger kalınlığındaki azalma oranı, keten tohumu ve buğday rüşeymi oranından etkilenmiştir. Keten tohumu oranındaki artışa bağlı olarak burger kalınlığının azalma eğilimi gösterdiği saptanmıştır (Tablo 4-68).

Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 hayvansal yağ içeren burger köftelerinde, burger kalınlığında azalma oranı muhafaza sonunda artış eğilimi göstermiş olup, depolamanın 6.ayında %13,33 düzeyine ulaşmıştır. Ayrıca, %10 yağ içeren burger köfteleri arasında kontrol grubu burger kalınlığı azalma oranı depolamanın 1.ayında %14,29 iken; depolamanın 3.ayında %18,75 olarak tespşt edilmiştir. Kontrol grubu haricindeki tüm örneklerin burger kalınlığında azalma oranı muhafaza süresince düşüş göstermiştir. Burger köftelerinden %10 hayvansal yağ içeren örneklerin burger kalınlığındaki azalma oranının, keten tohumu ve buğday rüşeymi oranından etkilendiği belirlenmiştir. Keten tohumu ve buğday rüşeymi oranının artmasına bağlı olarak burger kalınlıklarının azaldığı gözlemlenmiştir (Tablo 4-69).

Angiolillo ve ark. (2015) fruktooligosakkarit (FOS), inülin ve yulaf kepeği katkılı burger köftelerin pişirme kaybını kontrol örneğinde %33,50; FOS içeren örnekte %36,00; inülin içeren örnekte %43,43; FOS ve yulaf kepeği içeren örnekte %32,38; inülin ve yulaf kepeği içeren örnekte ise %32,67 olarak bildirmişlerdir.

Bilek ve Turhan (2009), keten tohumu unu ekleyerek hazırladıkları sığır köftelerinin %20 yağ içeren kontrol grubunda pişirme kaybını %38,56; %10 yağ içeren grubun pişirme kaybını ise %30,16 olarak bulduklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca, keten tohumu unu içeren örneklerin, keten tohumu unu oranındaki artışın pişirme kaybını azalttığını bildirmişlerdir. Böylece köfte bileşimi içindeki keten tohumu, nemi tutma kabiliyetinden dolayı numunelerin pişirme kayıplarında kısmen azalma sağladığını ortaya konmuştur.

Heck ve ark. (2017) %50 domuz sırt yağının mikrokapsüllenmiş çiya ve keten tohumu yağları ile değiştirilmesi ile ürettikleri düşük yağlı çiğ burger köfte örneklerinde, kontrol ve reformüle edilmiş örnekler arasında nem tutma ve çap küçülmesinde önemli farklılıklar gözlenmediğini belirtmişlerdir. Böylece lipid reformülasyonunun teknolojik parametreleri korumak için etkili olduğunu bildirmişlerdir. Bunun yanı sıra, kontrol örneğinin, reformüle edilmiş burgerlere kıyasla daha yüksek pişirme kaybı ve daha düşük yağ tutma özelliği gösterdiği belirtilmiştir. Düşük yağ seviyelerinin yanı sıra, modifiye burgerlerde daha düşük pişirme kaybı ve daha yüksek yağ tutma, pişirme sırasında yağın tutulmasına yol açan mikropartiküllerin yüksek termal stabilitesinden kaynaklanabileceği ifade edilmiştir (Heck ve ark. 2017).

Atasoy ve ark. (2019), köftelere iki farklı konsantrasyonda (% 0.4 ve %2.4) ve iki farklı partikül boyutunda (150 ve 450 μm) enginar lifi eklenmesi sonrasında ağırlık kaybı üzerine lif miktarı, lif boyutu ve bu değişkenlerin interaksiyonunun önemli olduğunu, ağırlık kaybındaki azalmaya lif miktarının etkisinin lifin boyutuna göre farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir. Düşük boyutta lif eklendiğinde, lif miktarı arttıkça ağırlık kaybındaki azalma önemli olurken, yüksek boyutta lif eklendiği zaman lif miktarının oranı önemli olmamıştır. Kontrol örneğinin ağırlık kaybının ise düşük boyutlu ve düşük miktarda lif eklenerek hazırlanan köfteler hariç diğerlerinden daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Prado ve ark. (2019), sorgum unları eklenmiş dana burgerlerinin fizikokimyasal ve duyusal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, tannin içeren %3 sorgum unu ilaveli örneğin pişirme kaybını %21,51 olarak tayin etmişken, tannin içermeyen %3 sorgum unu ilaveli örneğin pişirme kaybı oranı %27,09 olarak belirlenmiştir. Bu esnada, kontrol grubunda pişirme kaybı ise %26,71 olarak bulunmuştur.

Et ürünlerinin pişirme kayıpları, esas olarak ısıl işlem sırasında su ve yağ tutma kabiliyetinden etkilenmektedir. Turp (2016), ızgara, fırın, elektrikli tava ve ohmik yöntemle pişirilen keten tohumu unu ile zenginleştirilmiş İnegöl köftelerin keten tohumu içeriğinden dolayı yüksek pişirme verimine sahip olduklarını belirtmiştir. En yüksek pişirme verimi fırında pişirilen numunelerde (%88,5) bulunurken, en düşük pişirme verimi ohmik olarak pişirilen numunelerde (%80,07) gözlenmiştir (Turp 2016).

Angiolillo ve ark. (2015) fruktooligosakkarit (FOS), inülin ve yulaf kepeği katkılı burger köftelerin pişirme verimini kontrol örneğinde %67,50; FOS içeren örnekte %68,57; inülin içeren örnekte %60,80; FOS ve yulaf kepeği içeren örnekte %72,47; inülin ve yulaf kepeği içeren örnekte ise %75,02 olarak tespit etmişlerdir.

Serdaroğlu ve Değirmencioğlu (2004), sığır köftelerindeki pişirme verimini %20 yağ ile formüle edilen kontrol örneğinde en düşük (%64,2), %5 yağ ve %4 mısır unu ile formüle edilen örnekte ise en yüksek (%77,1) değerde bulmuştur. Yağ yüzdesi arttıkça pişirme verimi değişmiştir. %5 yağ ile formüle edilen grubunun, diğer formülasyonlara göre anlamlı derecede daha yüksek pişirme verimine sahip olduğu belirtilmiştir. Kontrol grubu köftelerinde düşük pişirme verimi, pişirme sırasında aşırı yağ ayrılmasına ve su salınımına bağlanmıştır. Sığır köftelerinde artan pişirme verimi ile daha yüksek yağ tutma arasında olası bir bağlantı olabileceği vurgulanmıştır. Mısır unu ilavesi, matristeki nemi tutma kabiliyetinden dolayı köftelerin pişirme verimini arttırmıştır. İşleme sırasında yağın et ürünleri matrisi içinde tutulması, duyusal kalite ve kabul edilebilirliği sağlamak için gereklidir (Serdaroğlu ve Değirmencioğlu 2004).

Gök ve ark. (2011), burger köftelerde yağ ikame maddesi olarak öğütülmüş haşhaş tohumu ilavesinin daha yüksek yağ ve nem tutma, bağlayıcı ve stabilize edici etkisinden dolayı pişirme verimini arttırdığını bildirmişlerdir. Örneklerin pişirme verimleri %75,8 ile %86,7 arasında değiştiği, kontrol grubunun en düşük pişirme verimine sahip örnek olduğu ifade edilmiştir.

Lopez-Vargas ve ark. (2014), burger köftelere passiflora meyve lifi eklenmesinin konsantrasyona bağlı olarak pişirme özelliklerini etkilendiğini tespit etmişlerdir. Kontrol numuneleriyle karşılaştırıldığında, passiflora meyve lifi eklenen burgerlerin artan bir pişirme verimi gösterdiği ve lif eklenen numuneler arasında herhangi bir istatistiksel fark olmaksızın konsantrasyona bağlı bir şekilde gerçekleştiği bildirilmiştir.

Afshari ve ark. (2017), az yağlı sığır burger köftelerine kanola ve zeytin yağı ile β-glukan ve inülin ilave edilmesinin nem tutma ve pişirme verimini arttırdığını ifade etmişlerdir. Az yağlı sığır burgerlerinin daha yüksek nem tutma ve pişirme verimi, işleme sırasında formasyona eklenen β-glukanın et protein sistemi içinde yağ ve suyu hapseden üç boyutlu ağın kurulması kabiliyetine bağlı olabileceği belirtilmiştir.

Çelegen (2019), oleojel ve bezelye kabuğu tozunun yağı azaltılmış hamburger köftesi üzerindeki etkilerini incelediği çalışmasında kontrol grubu örneklerin pişirme verimi değerlerinin en düşük seviyede, %33 oranında hayvansal yağ ile oleojelin ikame edildiği ve %1 oranında bezelye kabuğu tozunun kullanılan örneklerin pişirme veriminin ise en yüksek seviyede olduğu belirtmiştir. Ancak %100 oranında hayvansal yağ ile oleojelin ikame edilen gruplarda pişirme verimi değerleri göz önüne alındığında %1 oranında bezelye kabuğu tozu ilavesinin pişirme verimi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı vurgulanmıştır.

Prado ve ark. (2019), sorgum unları eklenmiş dana burgerlerinin fizikokimyasal ve duyusal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, tannin içeren %3 sorgum unu ilaveli örneğin pişirme verimi %78,49 olarak belirlenirken; tannin içermeyen %3 sorgum unu ilaveli örneğin pişirme verimi %72,91, kontrol grubu pişirme verimi ise %73,29 olarak tayin edildiği ifade edilmiştir.

Angiolillo ve ark. (2015) fruktooligosakkarit (FOS), inülin ve yulaf kepeği katkılı burger köftelerin pişirme sonrası çaplarındaki azalma oranlarının kontrol örneğinde %22,37; FOS içeren örnekte %26,30; inülin içeren örnekte %30,23; FOS ve yulaf kepeği içeren örnekte %15,57; inülin ve yulaf kepeği içeren örnekte ise %16,83 olduğunu belirtmişlerdir.

Serdaroğlu ve Değirmencioğlu (2004), yağ oranının (%5, %10, %20) ve mısır ununun (%0, %2, %4) Türk tipi köftelerin bazı özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmalarında yağ seviyesi, köfte çapı ve kalınlığındaki azalmayı önemli ölçüde etkilemiştir. %20 yağ ile formüle edilen köfteler, çapta en fazla azalmaya sahipken, %5 ve %10 yağ seviyesine sahip köfteler çapındaki azalma benzer etkiler göstermiştir. Mısır ununun ise çap büyüklüğü üzerinde hiçbir etkiye sahip olmadığı ifade edilmiştir.

Gök ve ark. (2011), burger köftelerde yağ ikame maddesi olarak öğütülmüş haşhaş tohumunun etkisini inceledikleri çalışmalarında pişirmeden sonra numunelerin çapındaki azalma %8,17 ile %16,5 arasında değişmiştir. Çaptaki en düşük küçülme %20 öğütülmüş haşhaş tohumu içeren örneklerde ölçüldüğü bildirilmiştir.

Lopez-Vargas ve ark. (2014), burger köftelerine passiflora meyve lifi eklenmesinin pişirme işlemi sonrası çapta azalma oranını azalttığı, kontrol örneğinin lif eklenen burger köftelere kıyasla, pişirildikten sonra çapta daha fazla azalma gösterdiği belirtmişlerdir. Çaptaki azalma, su ve yağ kaybıyla et proteinlerinin denatürasyonunun sonucu gerçekleşmektedir. Su ve yağ tutma kapasiteleri nedeniyle lif eklenmesi bu olgunun azalmasına katkıda bulunmuştur (Lopez-Vargas ve ark. 2014).

Atasoy ve ark. (2019), köftelere iki farklı konsantrasyonda (%0.4 ve %2.4) ve iki farklı partikül boyutunda (150 ve 450 μm) enginar lifi eklenmesinin etkilerini inceledikleri, çap azalması üzerine lif miktarının etkisi tek başına önemli bulunmazken, lif boyutu ve lif miktarının interaksiyonu ve lif boyutu önemli bulunmuştur.

Çelegen (2019) %100 oranında hayvansal yağ ile %15 oleojelin ve %1 bezelye kabuğu tozunun ikame edildiği hamburger köfteslerinde, pişirme işlemi sonrasında çapta azalma miktarı en düşük seviyede iken, farklı oranlarda oleojel ile birlikte %1 oranında bezelye kabuğu tozu kullanılan köftelerde daha fazla çapta azalma oranı belirlenerek kontrol grubuna benzer seviyede olduğu ifade edilmiştir.

Prado ve ark. (2019), sorgum unları eklenmiş dana burgerlerinde tannin içeren %3 sorgum unu ilaveli örneğin çap azalma oranı %13,74 iken, tannin içermeyen %3 sorgum unu ilaveli örneğin çap azalma oranı %18,47 olarak kaydedilmiştir. Kontrol grubunun çap azalma oranı ise %20,54 olarak belirlenmiştir.

Serdaroğlu ve Değirmencioğlu (2004), yağ oranının (%5, %10, %20) ve mısır ununun (%0, %2, %4) Türk tipi köftelerin bazı özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmasında köfte kalınlığındaki en yüksek azalma (%25,3) %10 yağ ile formüle edilmiş kontrol örneklerinde kaydedilmiştir. Yağ düzeyi ile mısır unu arasındaki etkileşimler köfte kalınlığı ve büzülme açısından anlamlı bulunmuştur. Mısır unu, %20 yağ

seviyesinde kalınlığın azaltılmasında etkili bulunmamış, ancak %5 ve %10 yağ seviyelerinde mısır unu eklenmesiyle köfte kalınlığı azaltmıştır.

Lopez-Vargas ve ark. (2014), pişirme sonrası burger köftelerinde kalınlık artışı ile ilgili olarak, kontrol grubunun lif eklenen burger köftelerinden daha yüksek değerlerde kalınlık artışı gösterdiğini bildirmilerdir. Bu davranış, pişirme sırasında ürünün bozulmasını sınırlayan passiflora meyve lifinin bağlayıcı ve stabilize edici özelliklerine bağlanmıştır.

Çelegen (2019), hayvansal yağın tamamen oleojel ile ikame edildiği köfte örneklerinin pişirme işlemi sonrasındaki kalınlıklarında oluşan azalma diğer örneklere nazaran düşük seviyede olduğunu vurgulamıştır.

Mansour ve Khalil (1997) farklı seviyelerde buğday kepeği ile formüle edilmiş pişmemiş ve pişmiş sığır eti burgerlerinin pişirme verimi ve çap küçülmesi oranlarının formüle ilave edilen buğday kepeği oranlarından önemli ölçüde etkilendiği belirtmiştir. Buğday kepeği oranındaki artış pişirme veriminde artışa neden olur iken; çap küçülmesi oranında azalma sağladığı bildirilmiştir.

Piñero ve ark. (2008), yağ ikamesi olarak yulafın çözünür lifinin az yağlı dana köfteleri üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında lif ilaveli örneklerin pişirme verimi %74,19, kontrol örneği pişirme verimi ise %70,86 olarak saptanmıştır. Az yağlı sığır köftelerinde, yulaf hidrokolloidal lifinin üç boyutlu bir matris oluşturma kabiliyetinden dolayı pişirme veriminin önemli ölçüde daha yüksek olması, suyu ve aynı zamanda formüllere eklenen yağları da tutarak pişirme sırasında yağ ve su kaybını önlemesinden kaynaklandığı vurgulanmıştır.

Serdaroğlu ve ark. (2005)'nın farklı baklagil unları kullanarak hazırladıkları köfte örneklerinde pişirme verimleri %85,2 ile %93,2 arasında değişmiştir. Börülce unu (%92,80) ve mercimek unu (%93,20) ilave edilen örnek en yüksek pişirme verime, galeta unu ilave edilen örnekler ise en düşük pişirme verimine (%85,2) sahip örnekler olarak belirlenmiştir.

5.3. İnstrumental Renk ve Tekstür Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

5.3.1. Renk Analizi

Renk, tüketici beğenisini ve ürünün satın alınmasını etkileyen en önemli faktörlerin başında gelmektedir. Depolama süresince burger köftelerin yüzeyinde meydana gelen renk değişiklikleri instrumental olarak Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale de l'Éclairage – CIE) tarafından 1976'da tanımlanan CIELab renk sistemi ile belirlenmiş (ICC, 2004) olup; burger köftelerine ait parlaklık (*L**), kırmızılık (*a**) ve sarılık (*b**) değerleri ölçülmüştür. Depolamanın başlangıcında ortam havası ile paketlenmiş ve %5 hayvansal yağ içeren burger köftelerinde en düşük *L** değeri kontrol grubunda 34,39 olarak belirlenmişken; en yüksek *L** değeri ise %15 keten tohumu içeren örneklerde 37,39 olarak kaydedilmiştir. Ortam havası ile paketlenmiş ve %10 hayvansal yağ içeren köftelerin başlangıçta en düşük parlaklık (*L**) değeri 35,17 ile kontrol grubunda belirlenmişken; en yüksek *L** değeri ise 38,81 ile %15 keten tohumu içeren örnekte saptanmıştır. Depolamanın 2.gününde bütün örneklerin parlaklık (*L**) değeri artış göstermişken, depolamanın devamında kademeli olarak bir düşüş şelillenmiştir. Depolama sonunda %5 yağ içeren burger köftelerinde en düşük parlaklık (*L**) değeri 29,95 ile kontrol grubunda, en yüksek parlaklık (*L**) değeri ise 36,71 ile %15 keten tohumu içeren örneklerde belirlenmiştir. %10 yağ içeren burger köftelerinde ise depolama sonunda parlaklık (*L**) değeri en düşük olan örnek 32,13 ile kontrol grubunda, en yüksek olan ise 36,96 ile %15 keten tohumu içeren burger grubunda kaydedilmiştir. Ortam havası ile paketlenen ve %10 hayvansal yağ içeren burger köftelerinin parlaklık (*L**) değeri ortalaması, %5 hayvansal yağ içeren örneklerden daha yüksek bulunmuştur. Yağ ve buğday rüşeymi oranın artması burger köftelerinin parlaklık (*L**) değerini yükseltmiştir (Tablo 4-70).

Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 hayvansal yağ içeren burger köfteşerinde kontrol grubu parlaklık (*L**) değeri diğer gruplara kıyasla daha düşük tespit edilmiştir. Depolama sonunda %5 hayvansal yağ içeren keten tohumu ve %3 buğday rüşeymi ilaveli örneklerin parlaklık (*L**) değeri artış gösterirken, diğer örneklerin parlaklık (*L**) değerinde azalma meydana gelmiştir. Depolama sonunda en yüksek parlaklık (*L**) değeri 38,62 ile %15 keten tohumu içeren burger köftelerinde saptanmıştır. %10 yağ içeren örneklerde depolama süresince en düşük parlaklık (*L**) değeri kontrol grubunda tespit edilmiştir. Depolama sonunda parlaklık (*L**) değeri en düşük örnek 33,78

ile kontrol grubunda gözlemlenmiştir. Depolama sonunda buğday rüşeymi içeren örneklerin parlaklık (L^*) değeri ortalaması, keten tohumu içeren örneklerden daha düşük bulunmuştur (Tablo 4-71).

Hayvansal yağ oranı ve uygulama yöntemi depolamanın tamamında, paketleme yöntemi ise depolamanın 2.gününden itibaren istatistiksel olarak anlamlılık göstermiştir ($P<0,05$) (Tablo 4-72). Keten tohumu ve buğday rüşeymi oranları parlaklık (L^*) değeri üzerinde önemli bulunmuştur. Keten tohumu ve buğday rüşeymi oranlarındaki artış parlaklık (L^*) değerinde de artış sağlamıştır. Hayvansal yağ oranının %10'a yükselmesi depolamanın 6.ayında parlaklık (L^*) değerini 0,99 düzeyinde yükseltmiştir. MAP uygulaması depolamanın 2.gününden itibaren parlaklık (L^*) değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Depolamanın 6.ayında MAP uygulanan örneklerin parlaklık (L^*) değeri 1,89 düzeyinde yükselmiştir.

Ortam havası ile paketlenmiş ve %5 hayvansal yağ içeren burger köftelerinde kontrol grubu kırmızılık (a^*) değerleri depolama başlangıcında 8,59 iken; depolama boyunca azalma göstererek, depolama sonunda 3,93 değerine düşmüştür. Depolamanın başlangıcında en yüksek kırmızılık (a^*) değerleri %15 keten tohumu içeren örnekte 9,57 olarak ölçülürken; en düşük a^* değeri 8,28 ile %3 buğday rüşeymi içeren örnekte saptanmıştır. Depolama sonunda örneklerin tümünde kırmızılık (a^*) değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir. Depolama sonunda en düşük kırmızılık (a^*) değeri kontrol grubu burger köftelerinde (3,3), en yüksek kırmızılık (a^*) değerleri ise %15 keten tohumu (6,86) içeren örnekte tespit edilmiştir. Ortam havası ile paketlenmiş ve %10 hayvansal yağ içeren köftelerde depolama başlangıcında kırmızılık (a^*) değerleri en düşük olan örneklerin, buğday rüşeymi içeren örneklerde olduğu tespit edilmiştir. Depolama boyunca örneklerin genelinde kırmızılık (a^*) değerlerinde kademeli bir düşüş olduğu gözlenmiştir. Kontrol grubu kmftelerinin kırmızılık (a^*) değeri depolama boyunca kademeli olarak azalma göstermiş olup, depolama sonunda 3,67 olarak ölçülmüştür. Depolama sonunda en yüksek kırmızılık (a^*) değerleri 6,62 ile %15 keten tohumu içeren burger köfte örneğindte tespit edilmiştir (Tablo 4-73).

Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 hayvansal yağ içeren burger köftelerinde depolamanın başında en düşük kırmızılık (a^*) değeri buğday rüşeymi içeren örneklerde, en yüksek kırmızılık (a^*) değeri ise %15 keten tohumu içeren örneklerde

saptanmıştır (Tablo 4-74). Depolama boyunca kırmızılık (a^*) değerleri azalma eğilimi göstermiş olup, buğday rüşeymi içeren örneklerin depolama sonundaki kırmızılık (a^*) değerlerinin diğer örneklerden daha düşük olduğu saptanmıştır. %10 yağ içeren kontrol grubu burger köftelerinde kırmızılık (a^*) değerleri depolama boyunca kademeli bir şekilde azalarak 8,14 değerinden 4,59 değerine düşmüştür. Depolamanın başlangıcında 8,75-9,02 değerleri ile en yüksek kırmızılık (a^*) değerlerine sahip olan %10 ve %15 keten tohumu içeren örnekler depolama sonunda da 6,60-6,75 değerleri ile en yüksek kırmızılık (a^*) değerlerine sahip burger köfte grupları olmuşlardır (Tablo 4-74).

Hayvansal yağ oranı ve uygulama yöntemi depolamanın tamamında, paketleme yöntemi ise depolamanın 2.gününde itibaren istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-75). Hayvansal yağ oranının artması kırmızılık (a^*) değerlerinde azalmaya yol açmıştır. Buğday rüşeymi oranı depolamanın 6.ayında kırmızılık (a^*) değerleri üzerinde anlamlı bir etki göstermezken; keten tohumu oranındaki artış kırmızılık (a^*) değerlerini yükseltmiştir. MAP uygulaması depolamanın 2.gününden itibaren kırmızılık (a^*) değerleri üzerinde artış etkisi göstermiştir.

Ortam havası ile paketlenen ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köftelerine ait sarılık (b^*) değerleri depolamanın başlangıcında 12,22 iken; depolama sonunda 13,70 değerine yükselmiştir. Depolamanın 1.ayında sarılık (b^*) değerleri tüm örneklerde azalma göstermiş olup, en düşük değer 10,85 ile kontrol grubunda ölçülmüştür. %10 hayvansal yağ içeren burger köftelerinde depolamanın başında kontrol grubu sarılık (b^*) değeri 12,09 iken, depolama sonunda 13,51'e yükselmiştir. Keten tohumu içeren örneklerin ortalama sarılık (b^*) değerleri depolama süresince diğer örneklerden yüksek bulunmuştur. Depolamanın başında en yüksek sarılık (b^*) değerine sahip örnek 13,81 ile %15 keten tohumu içeren burger köfteleriyken, depolama sonunda sarılık (b^*) değeri 16,39'a ulaşmıştır. Keten tohumu ilavesi sarılık (b^*) değerini yükseltmiştir (Tablo 4-76).

Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 hayvansal yağ içeren burger köftelerinde depolamanın başlangıcında kontrol grubu sarılık (b^*) değeri 12,22 iken, depolama süresince yükselme göstererek depolamanın 6.ayında 14,77'ye yükselmiştir. Depolamanın başında buğday rüşeymi içeren örneklerin sarılık (b^*) değerleri 13,20-13,39 iken, depolama sonunda artış göstererek 15,05-15,37 değerlerine yükselmiştir.

Depolamanın başında 14,63 ile en yüksek sarılık (*b**) değerine sahip olan %15 keten tohumu içeren örnekler, depolama sonunda 16,94 sarılık (*b**) değerine ulaşmıştır. %10 hayvansal yağ içeren burger köftelerinde kontrol grubu sarılık (*b**) değeri diğer örneklere kıyasla daha düşük olduğu gözlenmiştir. Depolamanın başlangıcında keten tohumu içeren örneklerin sarılık (*b**) değerleri 13,14-13,81 değerlerindeyken, depolamanın sonunda 15,47-16,58 değerlerine yükselmiştir. Yağ oranındaki artışa bağlı olarak örneklerin sarılık (*b**) değerinde azalma olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4-77).

Uygulama yöntemi depolamanın tamamında, paketleme yöntemi ise depolamanın 2.gününden itibaren istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05). Hayvansal yağ oranı ise depolamanın başlangıcında ve 2.günlerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık göstermiştir (P<0,05) (Tablo 4-78). Depolamanın 6.ayında buğday rüşeymi oranları sarılık (*b**) değeri üzerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık göstermezken; keten tohumu oranının %10 ve %15'e yükselmesi anlamlı bir farklılık yaratmıştır (P<0,05) (Tablo 4-78).

Altuntaş ve Turhan (2013) farklı paketleme yöntemlerinin [aerobik (AP), vakum (VP) ve modifiye atmosfer (MAP: 75% N_2, 25% CO_2)] keten tohumu unu ile zenginleştirilmiş dana köftelerinin parlaklık (*L**)değerleri üzerine paketleme işleminin önemli bir etkisi olduğu (P<0,01); MAP ve VP'de paketlenen sığır köftelerinin, AP'de paketlenenlere göre daha parlak olduğu bildirilmiştir. Paketleme yöntemleri × saklama süresi etkileşiminin *L** değeri üzerinde önemli bir etkisi olduğu (P<0,05); AP'de paketlenmiş sığır köftelerinin *L** değerinin 7.güne kadar düştüğünü ve sonra sabit kaldığını belirlenmiştir (P>0,05). Ancak MAP ve VP'de paketlenen sığır köftelerinin *L** değeri depolama süresince önemli bir değişiklik göstermediği (P>0,05) ve depolama süresi sonunda MAP ve VP'de paketlenen dana köftelerin *L** değerlerini sırasıyla 36,05 ve 36,38 olduğu tespit edildiği belirtilmiştir. Morales-delaNuez ve ark. (2009), MAP ve VP'de paketlenen keçi etinin, AP'de paketlenen numunelere göre daha yüksek *L** değerlerine sahip olduğunu bildirmiştir.

Kırmızılık, et ve et ürünlerinde renk stabilitesinin bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Paketleme işlemi, depolama süresi ve paketleme yöntemleri × depolama süresi etkileşimi kırmızılık değeri üzerinde çok önemli etkilere sahiptir. MAP ve VP'de paketlenen dana köftelerinin kırmızılığı, AP'de paketlenen numunelere göre

daha yüksek bulunmuş (P<0,05); bu durumun oksijenin neden olduğu oksidatif reaksiyondan kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Altuntaş ve Turhan, 2013).

Morales-delaNuez ve ark. (2009), AP'de paketlenen keçi etlerinin kırmızılık değerinin, depolamanın 7. gününde MAP ve VP'de paketlenenlerden daha az olduğunu bildirmiştir. MAP'de paketlenen sığır köftelerinin kıırmızılığı da depolama süresi boyunca genel olarak artarken, VP'de paketlenen örneklerin kırmızılığı depolamanın 4.gününe kadar artıp (P<0,05), daha sonra sabit kaldığı ifade edilmiştir (P>0,05). Keten tohumu unu ile zenginleştirilmiş sığır köftelerinin *b** değeri üzerinde paketleme yöntemlerinin önemli bir etkisi bulunmadığı belirtilirken (P>0,05), depolama süresinin önemli bir etkisi olduğu vurgulanmıştır (P<0,05).

Öztürk (2008), pişirmeye hazır köfte örneklerinin farklı paketleme yöntemleri kullanılarak muhafazası esnasında MAP uygulanan örneklerin *a** değerlerinin 21 gün sonunda 13'den 9,5'e düşerken, ortam havası ile paketlenen örneklerde 5,5'e azaldığını belirtmiştir. MAP örneklerinde *a** değerlerindeki azalmanın ortam havası ile paketlenmiş örneklere göre daha az olduğu tespit edilmiştir. Parlaklık *(L*)* değeri üzerine paketleme türü etkisi istatistiksel olarak önemli bulunurken; MAP uygulanan örneklerde *L** değerleri zamanla değişmemiş, ortam havası ile paketlenenlerde artmıştır.

Turp ve ark. (2016), tarafından yapılan bir çalışmada ohmik olarak pişirilen köftelerde ürün yüzeylerinin rengi, fırında ve tavada pişirilen örneklere göre daha parlak (daha yüksek *L** değeri) ve daha kırmızı (daha yüksek *a** değeri) bulunmuştur. Pişirme yöntemleri, dış renge göre tamamen farklı olan köfte örneklerinin iç rengini etkilemiştir. Ohmik pişirme sırasında köftelerin dışında kahverengi bir kabuk tabakasının oluşmamasından dolayı dışta daha yüksek *L** ve içte daha düşük *L** değerlerine sahip olduğu belirtilmiştir. Keten tohumlu ve farklı yöntemlerle pişirilen köftelerin iç ve dış sarılık *(b*)* değerlerinde anlamlı bir farklılık bulunmadığı ifade edilmiştir (Turp, 2016). Bozkurt ve İçier (2010), ohmik olarak pişirilmiş kıyma örneklerinin, geleneksel olarak pişirilen örneklerle karşılaştırıldığında, belirgin şekilde daha yüksek *L** ve daha düşük *a** değerlerine sahip olduğunu saptamıştır.

Hautrive ve ark. (2019), %4 kitosan, %7,5 oranlarında keten tohumu ve yağsız keten tohumu ilave ederek hazırladıkları burger köftelerin donmuş depolama esnasında parlaklık *(L*)* değerlerinde depolama süresince bir azalma olduğunu ve bu azalmanın en

fazla kontrol grubunda gözlendiğini tespit etmişlerdir. Depolamanın başlangıcında kırmızılık *(a*)* ve sarılık *(b*)* değerleri en yüksek keten tohumu grubunda belirlenirken; depolamanın 30.gününde tüm örnek gruplarının *a** ve *b** değerleri önemli oranda azalma göstermiştir. Ancak depolamanın 60. ve 90.günlerinde bu değerlerde yükselme kaydedildiği ifade edilmiştir.

Heck ve ark. (2017) %50 domuz sırt yağının mikrokapsüllenmiş çiya ve keten tohumu yağları ile değiştirilmesi suretiyle ürettikleri düşük yağlı çiğ burger köfte örneklerinde renk ölçümlerini depolamanın 1. ve 120.günlerinde gerçekleştirmişler ve kontrol grubunun *L** değerinin 41,10'dan 44,60'ya yükseldiğini, *a** değerinin 16,60'dan 16,00'ya ve *b** değerinin 15,50'den 13,50'ye düştüğünü bildirmişlerdir. Çiya ve keten tohumu yağı içeren örneklerin depolamanın 120.gününde parlaklık değerleri artış gösterirken, kırmızılık *(a*)* ve sarılık *(b**) değerlerinin azalma gösterdiğini saptamışlardır.

Khalid ve ark. (2021)'nın az yağlı dana köfte üretimi için buğday tohumu yağı ve buğday kepeği lifinin yağ ikame maddesi olarak kullanılması neticesinde en yüksek *L** değeri hem çiğ hem pişmiş %4,5 buğday tohumu yağı (WGO) ve %3 buğday kepeği lifi (WBF) içeren örneklerde depolamanın 21. gününde tespit edilmiştir. En düşük *L** değeri ise çiğ örnekler içinde depolamanın başlangıcında %3 WBF ilave edilen örnekte, pişmiş örnekler içinde ise kontrol örneğinde depolamanın başında tespit edilmiştir. Pişmiş örneklerin daha yüksek *L** değerine sahip olduğu, kontrol örneğinin depolama süresince *L** değerinin arttığı ifade edilmiştir. Dana köftelerine WGO (%4,5) ve WBF (%3) ilavesi ile 21 günlük depolamada çiğ ve pişmiş sığır köftelerinde daha yüksek *a** değeri oluşurken; en düşük değer (11.45 ± 0.42) kontrol grubunda depolama başında belirlenmiştir. Pişmiş sığır köftelerine kıyasla çiğ köfte örneklerinde *a** değerinin önemli ölçüde azaldığı kaydedilmiş; ancak depolama süresi boyunca başlangıç değerlerine oranla *a** değerinde artış tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, çiğ ve pişmiş sığır köftelerinde en yüksek yüksek *b** değeri sırasıyla 21. ve 14. günde (11.82 ± 0.31 ve 12.96 ± 0.33) WGO (%4.5) ve WBF (%3) ilavesiyle hazırlanan örneklerde gözlenmiştir. Ayrıca pişmiş dana köftelerine kıyasla çiğ köfte örneklerinde *b** değerinin önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir. Netice itibariyle kontrol grubundaki çiğ köftelerin *b** değerlerinin daha düşük, pişmiş sığır köftelerinin ise daha yüksek olduğunu gözlemlenmiştir.

Yılmaz (2005), farklı oranlarda buğday kepeği ilavesinin az yağlı köftelerin fizikokimyasal ve duyusal özelliklerini incelediği çalışmazında, *L*, a** ve *b** değerlerinin istatistiksel olarak buğday kepeği ilavesinden önemli ölçüde etkilendiğini bildirmiştir. Parlaklık (*L**) değeri, buğday kepeği oranının artmasıyla artış gösterdiği belirtilirken; %20 buğday kepeği ilave edilen örnek 35,51 değeri ile en yüksek *L** değerine sahip olmuştur. Kırmızılık *(a*)* değeri kontrol grubunda 6,80 olarak elde edilmiş; daha fazla buğday kepeği ilavesi ile köftelerin kırmızılık değeri azalmıştır. Tüm sarılık *(b*)* değerleri, buğday kepeği ilave edilen örneklerde kontrollerden daha yüksek bulunmuştur. Buğday kepeği ilavesi, kontrol örnekleri ile karşılaştırıldığında köftelerde ürün sarılığını arttırdığı tespit edilmiştir. Bu durumun ise buğday kepeğinin karotenoid pigmentleri içermesinin bir sonucu olarak gerçekleşmekte olduğu bildirilmiştir.

Gök ve ark. (2011), öğütülmüş haşhaş tohumu ilave ettikleri burger köftelerin *L** değerini 41.6 ile 44.1 arasında belirlemişlerdir. Hayvansal yağ yerine haşhaş tohumu kullanılması parlaklık *(L*)* değerlerini etkilememiştir. Pişirmeyle, artan metmiyoglobin konsantrasyonu veya miyoglobin denatürasyonuna bağlı olarak *L** değerleri azalma göstermiştir. Haşhaş tohumu ilavesi yapılan pişmiş burger köftelerinde *L** değerleri üzerinde önemli bir etki görülmemiştir. Çiğ köftelerin kırmızılık değeri 15.1 ile 17.3 arasında, sarılık değerleri ise 15.9 ile 19.1 arasında değiştiği bildirilmektedir. Haşhaş tohumu ilavesi, burger köftelerin kırmızılık *(a*)* değerlerini önemli ölçüde etkilemezken, sarılık *(b*)* değerlerini etkilemiştir. Sadece %20 öğütülmüş haşhaş ilaveli ürünler, kontrolden önemli ölçüde farklı sarılık *(b*)* değerleri gösterdiği bildirilmiştir. Bu durum, öğütülmüş haşhaş tohumunun yüksek sarı pigment konsantrasyonu ile açıklanmıştır. Pişirme işleminin burger köftelerin hem *a** hem de *b** değerlerini düşürdüğ; haşhaş tohumu ilavesinin ise özellikle pişmiş burger köftelerin sarılık *(b*)* değerlerini önemli ölçüde arttırdığını vurgulamışlardır.

Bilek ve Turhan (2009), en yüksek parlaklık değeri 39,51 ile %20 yağlı çiğ kontrol köftelerinde belirlenirken, diğer örneklerin parlaklık değerlerinin ise birbirine yakın olduğunu; parlaklıklarının 33,86-35,81 aralığında olduğunu ancak, keten tohumu unu ilavesi ile pişmiş örneklerin *L** değerleri bir miktar azalma gösterdiğini bildirmişlerdir. En düşük kırmızılık (*a**) değerini %20 yağ içeren kontrol örneğinde 8,59 olarak saptamışlar; yağ oranındaki artışın myoglobinin seyrelmesine neden olduğu ve böylelikle *a** değerinin düşmesiyle sonuçlandığını açıklamışlardır. En düşük sarılık (*b**) değerini

%10 yağlı kontrol köftelerinde elde ederken, diğer örneklerin *b** değerleri birbirine yakın bulunmuştur. Pişmiş sığır köftelerinin *a** ve *b** değerleri arasında anlamlı bir fark gözlenmediği vurgulanmıştır. Ancak pişirme işleminin, tüm formülasyonlarda parlaklık, kırmızılık ve sarılık değerlerinin azalmasına neden olduğu belirlenmiştir.

Lopez-Vargas ve ark. (2014), burger köftelerin kalite özellikleri etkisini inceledikleri çalışmalarında passiflora meyve lifinin ilave edilmesi ile örneklerin parlaklık *(L*)* değerleri lif konsantrasyondan bağımsız olarak yükselme gösterirmiş; kırmızılık *(a*)* ve sarılık *(b*)* değerleri ise konsantrasyon değerine bağlı olarak yükselme göstermiştir.

Çelegen (2019), oleojel ve bezelye kabuğu tozunun yağı azaltılmış hamburger köftesi üzerindeki etkilerini incelediği çalışmasında, pişirilmemiş köfte örneklerinde yapılan renk analizinde köfte üretiminde hayvansal yağ yerine oleojel ve bezelye kabuğu tozu kullanımın köftelerin parlaklık *(L*)* değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını tespit etmiştir. Ayrıca depolama süresine bağlı olarak *L**, *a** ve *b** değerlerinde önemli bir değişiklik olmamış; ancak grupların kırmızılık *(a*)* ve sarılık *(b*)* değerleri arasında önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. Bezelye kabuğu tozunun kullanıldığı köftelerin en düşük *a** ve en yüksek *b** değerine sahip olduğu belirtilmiştir.

Atasoy ve ark. (2019), köftelere iki farklı konsantrasyonda (%0,4 ve %2,4) ve iki farklı partikül boyutunda (150 ve 450 μm) enginar lifi eklenmesinin pişmemiş köftelerin kırmızılık *(a*)* ve sarılık *(b*)* değerleri üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı ifade edilmiştir.

Ghafouri-Oskuei ve ark. (2020), keten tohumu ve domates tozu ilave ederek hazırladıkları sosislerin parlaklık *(L*)* değeri depolama süresince artış göstermiş olup, depolamanın sonunda 61,7 değerine ulaşmıştır. Kırmızılık *(a*)* değeri 24,5 değerinden depolamanın sonunda 25,0 değerine yükselirken; sarılık *(b*)* değeri depolama esnasında değişkenlik göstermiş, fakat depolama sonunda başlangıç değeri ile aynı olduğu belirlenmiştir.

Fernandez-Gines ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada, parlaklık ve kırmızılık değerleri, albedo çeşidi ve konsantrasyonundan önemli ölçüde etkilenmiş, ancak sarılık değeri etkilenmemiştir. Albedo ilave edilen ürünlerde gözlenen *L** değerlerindeki bu

artış, beyaz bileşen içeriğinin yüksek olması ile açıklanırken; kırmızılık değerleri, albedo çeşidi ve konsantrasyonları arasında farklılıklar göstermiştir. Çiğ albedo varlığı *a** değerlerini düşürmüş, ancak bu azalma düşük albedo konsantrasyonlarında (%2.5 ve %5) yüksek albedo konsantrasyonlarına (%7.5 ve %10) göre daha yüksek olmuştur.

5.3.2. Tekstür Profil Analizi

Bu çalışmada ortam havası ile paketlenen ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneklerinin sertlik değeri depolamanın 3.ayına kadar keten tohumu ilave edilen örneklerden daha düşük, buğday rüşeymi ilaveli örneklerden daha fazla bulunmasına rağmen, donmuş muhafaza sonunda (6.ay) diğer örneklerden daha sert olduğu saptanmıştır. Artan nem kaybına paralel olarak üründe şekillenen kuruma burger köfte örneklerinin depolama sonunda sertleşmelerine yol açmıştır. Tüm muhafaza süresi boyunca buğday rüşeymi ilaveli örnekler sertlik değerleri bakımından en yumuşak örnekler olarak tespit edilmişken; artan buğday rüşeymi oranı burger köftelerinin daha yumuşak olmasına neden olmuştur. Kontrol grubunda depolamanın başlangıcında 0,72 N olan sertlik değeri, depolama sonunda 1,70 N değerine yükselmiştir. Burger köftelerinden %5 hayvansal yağ içeren ve %15 keten tohumu ilaveli örneklerin sertlik değerinin depolamanın 6.ayında kadar diğer örneklerin sertlik değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Depolamanın başlangıcında 0,90 N olan sertlik değeri, depolamanın 6.ayında 1,58 N değerine yükselmiştir. Ortam havası ile paketlenen ve %10 hayvansal yağ içeren kontrol grubu örneğinin depolamanın başlangıcında 0,77 N olan sertlik değeri, depolama sonunda 1,93 N değerine yükselmiştir. %10 hayvansal yağ içeren ve %15 keten tohumu ilaveli örnek depolamanın başında 1,03 N değeri ilen en yüksek sertlik değerine sahip örnek iken; depolamanın 6.ayında kontrol örneği 1,93 N değeri ile en yüksek sertlik değerine sahip örnek olarak belirlenmiştir (Tablo 4-79).

Modifiye atmosfer ile paketlenmiş ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger örneğinin sertlik değeri depolamanın başlangıcında 0,72 N düzeyindeyken, depolamanın 3.ayında 1,12 N, depolama sonunda ise 1,67 N düzeyine yükselmiştir. Keten tohumu içeren örneklerin sertlik değeri depolamanın başında diğer örneklere kıyasla daha yüksek seviyedeyken, depolamanın 6.ayında kontrol grubu burger köftesi en yüksek sertlik değerine sahip örnek olarak saptanmıştır. Depolamanın başlangıcında %10

hayvansal yağ içeren kontrol grubu örneğinde sertlik değeri 0,77 N düzeyindeyken; depolama sonunda 1,90 N düzeyine yükselmiştir (Tablo 4-80). Depolama süresince sertlik değeri en çok yükselen örnek yüzeysel kurumumanın en fazla gözlendiği kontrol grubu burger örnekleri olmuştur.

Uygulama yöntemi ve hayvansal yağ oranı sertlik değeri üzerinde depolama boyunca istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-81). Kontrol grubundaki burger örneklerinin sertlik değeri depolama sonunda 1,05 N düzeyinde yükselme göstererek depolama süresince sertlik değeri en fazla yükselen örnek olmuştur. Keten tohumu oranındaki artış sertlik değerini yükseltirken, buğday rüşeymi oranındaki artış sertlik değerinin düşmesine neden olmuştur. Ancak buğday rüşeymi içeren örneklerin sertlik değeri arasındaki fark depolama süresi boyunca istatistiksel olarak önem arz etmemektedir ($P>0,05$).

Bu çalışmada ortam havası ile paketlenen ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin bağlayıcılık değeri depolamanın başlangıcında 0,38 değeri ile diğer örneklere kıyasla daha düşük seviyede belirlenirken; depolamanın 6.ayında 0,47 değeri ile bağlayıcılık değeri en yüksek örnek olarak tespit edilmiştir. %5 hayvansal yağ içeren buğday rüşeymi ilaveli örneklerin bağlayıcılık değerinin depolama süresince 6.ay hariç diğer örneklere kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ortam havası ile paketlenen ve %10 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin depolamanın başlangıcında 0,39 olan bağlayıcılık değeri, depolamanın 6.ayında 0,50 değerine yükselmiştir. %10 hayvansal yağ içeren keten tohumu ilaveli örneklerin depolamanın başında bağlayıcılık değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmazken, depolamanın 6.ayında %15 keten tohumu ilaveli örneğin bağlayıcılık değeri farklılık göstermiştir (Tablo 4-82).

Modifiye atmosfer ile paketlenmiş ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin bağlayıcılık değeri depolamanın başlangıcında 0,38 düzeyinden depolama sonunda 0,46 düzeyine yükselmiştir. Keten tohumu içeren örneklerin bağlayıcılık değeri depolama süresince buğday rüşeymi içeren örneklere kıyasla daha düşük düzeyde seyretmiştir. %10 hayvansal yağ içeren buğday rüşeymi ilaveli örneklerin buğday rüşeymi miktarındaki artış bağlayıcılık değerinin yükselmesini sağlamıştır.

Depolama süresince bağlayıcılık değeri en çok yükselen örnek kontrol grubundaki burger köftelerinde şekillenmiştir (Tablo 4-83).

Uygulama yöntemi bağlayıcılık değeri üzerinde depolama boyunca istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05) (Tablo 4-84). Kontrol grubundaki örneklerin bağlayıcılık değeri depolama sonunda 0,09 düzeyinde artış göstererek depolama süresince bağlayıcılık değeri en çok yükselen örnek grubu olmuştur. Keten tohumu ilave edilen örneklerin depolama sonunda bağlayıcılık değeri düşerken; buğday rüşeymi ilave edilen örneklerin bağlayıcılık değerinde artış olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada ortam havası ile paketlenen ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin sakızımsılık değeri depolamanın başlangıcında 0,27 N değeri ile diğer örneklere kıyasla daha düşük seviyede belirlenirken; depolama süresince artış göstererek depolamanın 6.ayında 0,80 N değerine yükselmiştir. Bununla birlikte %5 hayvansal yağ içeren buğday rüşeymi ilaveli örneklerin sakızımsılık değeri depolamanın 6.ayında keten tohumu içeren örneklere kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ortam havası ile paketlenen ve %10 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin depolamanın başlangıcında 0,30 N olan sakızımsılık değeri, depolamanın 6.ayında 0,96 değerine yükselmiştir (Tablo 4-85). %10 hayvansal yağ içeren keten tohumu ilaveli örneklerin depolamanın başlangıcında sakızımsılık değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmazken; depolamanın 6.ayında sakızımsılık değeri farklılık göstermiştir.

Modifiye atmosfer ile paketlenmiş ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin sakızımsılık değeri depolamanın başlangıcında 0,27 N düzeyinden depolama sonunda 0,78 N düzeyine yükselmiştir. %15 keten tohumu içeren burger köftelerin sakızımsılık değeri depolamanın başlangıcında 0,37 N değeri ile sakızımsılık değeri en yüksek olan örnek olarak belirlenmiştir (Tablo 4-86). %10 hayvansal yağ içeren buğday rüşeymi ilaveli örneklerin sakızımsılık değeri buğday rüşeymi miktarından etkilenmediği saptanmıştır. Depolama süresince sakızımsılık değerinde kaydedilen en yüksek artış kontrol grubu burger köfte örneğinde oluşmuştur.

Uygulama yöntemi ve hayvansal yağ oranı sakızımsılık değeri üzerinde depolama boyunca istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05) (Tablo 4-87). Kontrol grubu burger köfte örneklerinin sakızımsılık değeri depolama sonunda 0,58 N düzeyinde artış

göstererek depolama süresince sakızımsılık değeri en çok yükselen örnekler olmuştur. Keten tohumu oranındaki artış sakızımsılık değerini yükseltirken, buğday rüşeymi oranındaki artış sakızımsılık değerinin daha düşük bir seviyede kalmasına neden olmuştur.

Bu çalışmada depolamanın başlangıcında hava ile paketlenen örnekler arasında 1,05 J değeri ile %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu örneğinin çiğnenebilirlik değeri diğer örneklere kıyasla daha düşük seviyede belirlenirken; depolama süresince diğer örneklerle beraber artış göstererek depolamanın 6.ayında 1,74 J'ye yükselmiştir. Depolamanın sonunda %5 hayvansal yağ içeren ve %15 keten tohumu ilaveli burger köfte örnekleri 2,09 J değeri ile en yüksek çiğnenebilirlik özelliği gösterirken; %1 ve %3 buğday rüşeymi ilavesiyle üretilen burgerlerin çiğnenebilirlik değerleri depolamanın sonunda %5 ve %10 keten tohumu ilavesiyle üretilen örneklerden daha yüksek çiğnenebilirlik özelliği göstermiştir. Ortam havası ile paketlenen ve %10 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin depolamanın başında 1,19 J olan çiğnenebilirlik değeri, depolamanın 6.ayında 2,17 J değerine yükselmiştir (Tablo 4-88). Aynı koşullarda %10 hayvansal yağ içeren keten tohumu ilaveli örneklerin çiğnenebilirlik değerleri depolama süresince keten tohumu oranından etkilenmiş ve diğer örneklerden daha yüksek değerlere ulaşmıştır.

Modifiye atmosfer ile paketlenmiş ve %5 yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin çiğnenebilirlik değeri depolamanın başlangıcında 1,05 J düzeyindeyken, depolama sonunda 1,66 J düzeyine yükselmiştir. %15 keten tohumu ilaveli burger köftelerinin çiğnenebilirlik değeri depolamanın başlangıcında 2,11 J değerinden depolamanın 6.ayında 2,01 J değerine gerilemiş olsa da çiğnenebilirlik değeri en yüksek olan burger köfte örneği olarak belirlenmiştir (Tablo 4-89). %10 hayvansal yağ içeren buğday rüşeymi ilaveli örneklerin çiğnenebilirlik değerinin keten tohumu ilaveli örneklerin çiğnenebilirlik değerinden depolama süresince daha düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Depolamanın 6.ayında %5 hayvansal yağ içeren burger köftelerinden kontrol grubu dışındaki tüm örneklerin çiğnenebilirlik değeri azalma eğilimi gösterirken; %10 hayvansal yağ içeren burger köftelerinde depolama sonunda tüm örneklerin çiğnenebilirlik değeri artış eğilimi göstermiştir.

Uygulama yöntemi depolama boyunca, hayvansal yağ oranı ise depolamanın 2.gününden itibaren çiğnenebilirlik değeri üzerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05) (Tablo 4-90). Kontrol grubundaki burger köftelerinin çiğnenebilirlik değeri depolama süresince en düşük düzeyde kaydedilen örnekler olmuştur. Keten tohumu ve yağ oranındaki artış çiğnenebilirlik değerinin yükselmesine neden olmuştur. Ürünün sertlik ve bağlayıcılık değerinin artması çiğneme süresinin uzamasına yol açmıştır.

Bu çalışmada depolamanın 2.gününde ortam havası ile paketlenen örneklerin liflilik değeri en yüksek değere ulaşmış olup, depolamanın 3.ayında en düşük değerde oldukları saptanmıştır. Kontrol grubu burger köfteleri depolama süresince liflilik değeri en düşük örnek iken; %15 keten tohumu ilaveli örnek ise liflilik değeri en yüksek örnek olarak belirlenmiştir. %10 hayvansal yağ içeren burger köftelerinin liflilik değeri depolamanın 2.günü %5 hayvansal yağ içeren örneklere kıyasla daha fazla artmış; ancak depolamanın 6.ayında daha düşük düzeyde belirlenmiştir (Tablo 4-91).

Modifiye atmosfer ile paketlenmiş ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin liflilik değeri depolamanın başlangıcında 2,50 mm düzeyinden, depolama sonunda 1,59 mm düzeyine düşmüştür. %15 keten tohumu ilaveli örneğin liflilik değeri ise depolamanın başlangıcında 5,00 mm değerinde kaydedilmiş ve depolamanın 6.ayında 4,25 mm değeri ile muhafaza süresince liflilik değeri en yüksek olan örnek olarak belirlenmiştir. %10 hayvansal yağ içeren buğday rüşeymi ilaveli örneklerin liflilik değerinin, keten tohumu ilaveli örneklerin liflilik değerinden depolama süresince daha düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Depolamanın 6.ayında tüm örnek gruplarının liflilik değeri depolamanın başlangıcına kıyasla daha düşük seviyede belirlenmiştir (Tablo 4-92).

Uygulama yöntemi depolama boyunca, hayvansal yağ oranı ise depolamanın 6.ayına kadar liflilik değeri üzerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05) (Tablo 4-93). Kontrol grubundaki örneklerin liflilik değeri depolama süresince en düşük liflilik değeri gösteren örnek olarak belirlenirken; %15 keten tohumu ilaveli örnekler ise liflilik değeri en yüksek olan burger köfteler olarak tespit edilmiştir. Liflilik değerinin keten tohumu oranından etkilendiği, ancak buğday rüşeymi oranından etkilenmediği saptanmıştır.

Bu çalışmada depolamanın başlangıcında ortam havası ile paketlenen ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneği esneklik/yaylanma değeri 3,83 mm değeri ile diğer örneklere kıyasla daha düşük seviyede belirlenmiştir. Kontrol grubunda esneklik/yaylanma değeri depolamanın 2.gününde en yüksek değere ulaşmış, ancak depolamanın devamında kademeli bir düşüş sergilemiştir. Keten tohumu içeren örneklerin esneklik/yaylanma değeri, buğday rüşeymi içeren örneklere kıyasla daha yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. %10 hayvansal yağ içeren örneklerin esneklik/yaylanma değeri depolamanın 2.günü artış göstermiş olup, depolamanın 1. ve 3.aylarında tekrar bir azalma eğilimi göstermiştir (Tablo 4-94).

Modifiye atmosfer ile paketlenmiş %5 ve %10 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneklerinin esneklik/yaylanma değerleri depolamanın 2.gününde en yüksek düzeylerine ulaşmış olup, depolamanın devamında kademeli bir düşüş göstermiştir. %5 hayvansal yağ içeren keten tohumu ve buğday rüşeymi ilaveli örneklerin esneklik/yaylanma değerleri depolamanın 6.ayına kadar azalma göstermiş olup, depolamanın 6.ayında kısmı bir yükselme göstermiştir. %10 hayvansal yağ içeren kontrol grubu örneği esneklik/yaylanma değeri depolamanın 2.gününden itibaren depolamanın 6.ayına kadar azalma göstermiştir. Keten tohumu içeren örneklerin esneklik/yaylanma değerleri, buğday rüşeymi içeren örneklerin esneklik/yaylanma değerlerine kıyasla daha yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır (Tablo 4-95).

Uygulama yöntemi depolamanın 3.ayı, hayvansal yağ oranı ise depolamanın 1.ayı haricinde esneklik/yaylanma değeri üzerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-96). Keten tohumu ve buğday rüşeymi oranındaki artış esneklik/yaylanma değerinde artış sağlamıştır. Ayrıca yağ oranındaki artış da esneklik/yaylanma değeri üzerinde artış etkisi göstermiş; fakat paketleme yönteminin hiçbir istatistiksel etkisi gözlenmemiştir.

Bu çalışmada depolamanın başlangıcında ortam havası ile paketlenen ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneklerinin yapışkanlık değeri 0,24 J değeri ile diğer örneklere kıyasla daha düşük seviyede tespit edilmişken; keten tohumu içeren örneklerin yapışkanlık değeri buğday rüşeymi içeren örneklere kıyasla daha yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Keten tohumu içeren örneklerin yapışkanlık değerleri depolamanın başlangıcında 0,46-0,68 J değerleri arasındayken; buğday rüşeymi

içeren örneklerin yapışkanlık değerleri 0,26-0,33 J düzeyinde saptanmıştır. %10 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfet örneği yapışkanlık değeri depolamanın başlangıcında 0,45 J olarak belirlenmişken, depolama süresince azalma eğilimi göstererek depolamanın 6.ayında 0,03 J değerine düşmüştür (Tablo 4-97). Keten tohumu ve buğday rüşeymi ilaveli örneklerin yapışkanlık değeri depolamanın 2.günü en yüksek değerlerine ulaşmış, ancak depolamanın devamında azalma eğilimi göstermiştir. %10 hayvansal yağ içeren burger köfte örneklerinin yapışkanlık değerleri, %5 hayvansal yağ içeren örneklere kıyasla daha yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır.

Modifiye atmosfer ile paketlenmiş %5 ve %10 havansal yağ içeren kontrol grubunda yapışkanlık değerleri depolamanın 2.gününde en yüksek düzeylerine ulaşmış olup, depolamanın devamında kademeli bir düşüş göstermiştir. %5 hayvansal yağ içeren buğday rüşeymi ilaveli örneklerin yapışkanlık değerleri, depolamanın başlangıcında en yüksek düzeylerine ulaşmış olup, depolamanın devamında kademeli bir düşüş göstermiştir. %10 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneği yapışkanlık değeri depolamanın başlangıcında 0,45 J değerinden depolama süresince azalma göstererek depolamanın 6.ayında 0,2 J değerine inmiştir (Tablo 4-98). Keten tohumu içeren örneklerin yapışkanlık değerleri, buğday rüşeymi içeren örneklerin yapışkanlık değerlerine kıyasla daha yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır.

Uygulama yöntemi depolama boyunca yapışkanlık değeri üzerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-99). Hayvansal yağ oranı ise depolamanın 2.günü ile 1. ve 3. aylarında istatistiksel olarak anlamlılık arz etmiştir. Keten tohumu oranları yapışkanlık değeri üzerinde önemli bir etki göstermişken; buğday rüşeymi oranının önemli bir etkisi olmadığı gözlemlenmiştir. Keten tohumu oranındaki artış, yapışkanlık değerinin artmasına katkı sağlamıştır.

Turp (2016), keten tohumu unu ile zenginleştirilmiş İnegöl köftelerin geleneksel olarak pişirilen örneklerin tekstürel özelliklerini sertlik özelliği dışında birbirinden önemli ölçüde farklılık göstermediğini belirtmiştir. Fırında pişirilen numunenin tavada pişirilen numunelere kıyasla önemli ölçüde daha sert olduğu vurgulanmıştır. Köftelerde en yüksek dokusal değişim ohmik pişirme yönteminde elde edildiği bildirilmiştir. Ohmik pişirme yöntemiyle pişirilen numunelerinin tüm dokusal özellik değerleri, diğer tüm numunelerden önemli ölçüde daha yüksek olduğu bulunmuş; bunun nedeninin ohmik

pişirme yöntemiyle pişirilen numunelerinin diğer numunelere göre düşük pişirme verimi, yüksek miktarda su ve yağ kayıpları göstermesinden kaynaklı şekillenen sert doku oluşumundan kaynaklandığını belirtmiştir.

Tekstürdeki değişiklikler, yağı azaltılmış ve daha sağlıklı bir lipit profiline sahip et ürünlerinin geliştirilmesindeki ana zorluklardan biridir. Selani ve ark. (2016), hayvansal yağların bitkisel yağlarla değiştirilmesinin burgerlerin sertliğini arttırdığını rapor etmişlerdir. Youssef ve Barbut (2009)'a göre bunun nedeni, hayvansal yağ ile karşılaştırıldığında bitkisel yağın daha düşük yağ globülü ve bunun sonucunda daha yüksek protein-protein ve protein-lipid etkileşimi göstermesinden kaynaklandığını ifade etmiştir. Modifiye edilmiş burgerlerde kontrol örnekleri ile karşılaştırıldığında (sırasıyla kontrol, çiya tohumu yağı, keten tohumu yağı için 74.9; 73.8; 75.0) benzer sertlik değeri tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, lipid reformülasyonunun esneklik ve çiğneme parametrelerini etkilememesine rağmen, daha yapışkan burgerler elde edilmesine yol açtığı kaydedilmiştir (Heck ve ark. 2017). Modifiye edilmiş burgerlerin (0,47) kontrole (0,91) kıyasla daha düşük yağ/protein oranı, daha önce Youssef ve ark. (2011) tarafından bildirildiği gibi, mevcut proteinlerin daha yüksek miktarlı bir protein ağı oluşturmasından ötürü yapışkanlığı arttırmasından kaynaklandığı bildirilmiştir.

Ulu (2006), pişirmenin köftelerin sertlik, yapışkanlık, sakızımsılık ve çiğnenebilirliğinde artışa yol açtığını, ancak esneklik/yaylanma üzerinde küçük bir etkisi olduğunu belirtmiştir. Ayrıca pişirme, köftelerin yapışkanlığının azalmasına neden olduğu bildirilmiştir. Ulu (2004), saklama koşullarının köftelerin yapışkanlığı ve esneklik/yaylanma özellikleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını ($p>0.05$) eklemiştir.

Yılmaz (2005), farklı oranlarda buğday kepeği ilavesinin az yağlı köftelerin fizikokimyasal ve duyusal özelliklerini incelediği çalışmada buğday kepeğinin sertlik değeri üzerinde etkili olduğu belirtmiştir. Kontrol grubu köfteleri 4,71 değeri ile en düşük sertlik değerine, %20 buğday kepeği ilavesiyle üretilen köfteler ise 5,13 değeri ile en yüksek sertlik değerine sahip olmuştur. Yılmaz ve Dağlıoğlu (2003), yulaf kepeği katkılı köfte örneklerinde de benzer sonuçlar bulmuştur. Yulaf kepeği ilavesinin sertlik değerini arttırdığı, kontrol grubu köftelerinin 4,69 değeri ile en düşük sertlik değerine, %20 yulaf

kepeği ilavesiyle üretilen köfteler ise 5,15 değeri ile en yüksek sertlik değerine sahip örnekler olduğunu bildirmişlerdir.

Lopez-Vargas ve ark. (2014), burger köftelerin kalite özellikleri etkisini inceledikleri çalışmalarında, passiflora meyve lifinin eklenmesi, protein matrisine bağlanmayı güçlendirecek parçacıkların dahil edilmesini sağlayarak sertlikte bir artışa neden olduğu bildirlmiştir. Passiflora meyve lifinin eklenmesi yapışkanlık ve esneklik değerlerini azaltmış olmasına rağmen, işlenmiş numuneler ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı ifade edilmiştir. Sakızımsılık ve çiğnenebilirlik, passiflora meyve lifinin ilavesinden etkilenmiştir. Passiflora meyve lifinin eklenmesi sonucu her iki parametre de artış gözlenmiştir.

Afshari ve ark. (2017), az yağlı sığır burger köftelerine kanola ve zeytinyağı ile β-glukan ve inülin ilave edilmesi sonucu en düşük sertlik (8,6 N), yapışkanlık (0,48), esneklik (0,62 mm), çiğnenebilirlik (2,5 N mm) ve sakızımsılık (4,2) değerlerinin kaydedildiği bildirilmiştir. Yağ içeriğinin azaltılması ve sığır yağının kanola / zeytinyağı karışımı ile değiştirilmesi, burgerlerin sertliğini önemli ölçüde etkileyerek, kontrol burgerlerine kıyasla sertliği %13 oranında artırdığı ifade edilmiştir. Bununla birlikte, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerindeki artışların anlamlı ölçüde bulunmadığı belirtilmiştir.

Köker (2020), farklı oranlarda çemen ilave ederek hazırladığı hamburger köftelerinde sertlik değerleri başlangıçta kontrol grubuna kıyasla diğer bütün gruplarda daha düşük belirlemiştir. Fakat 30. günde %4 çemen içeren grup dışında bütün grupların sertlik değerlerinin kontrol grubuna göre daha düşük belirlendiğini bildirmiştir. 60. günde ise %2,5 çemen içeren grup dışındaki tüm grupların sertlik değerleri, kontrol gruplarına göre daha düşük ölçülmüştür. Kontrol ve %3,5 çemen içeren grupların depolama sonunda sertlik değerleri değişmezken, diğer bütün gruplarda yükseldiği ifade edilmiştir. Hamburger köftelerin yapışkanlık değerleri başalangıçta %4 çemen içeren gruplarda kontrol gruplarına göre daha yüksek belirlenmiştir. Depolamanın 30. gününde bütün gruplarda istatistiksel olarak yapışkanlık değerleri aynı olduğu gözlemlenmiştir. 60. günde ise %3,5 çemen içeren grupta en yüksek yapışkanlık değeri kaydedilmiştir. Hamburger köftelerin 0. ve 60. gün esneklik değerleri çemen içeren bütün gruplarda kontrol grubuna kıyasla daha düşük olmuştur. 30. günde %4 çemen içeren grup dışında

çemen içeren diğer gruplar kontrol grubuna göre daha düşük esneklik sonuçları göstermiştir. Hamburger köftelerinin bağlayıcılık değerleri 0. ve 60. günlerde kontrol grubunda en yüksek olarak tespit edilmitir. 30. günde ise %2,5, %4 ve %5 çemen içeren grupların bağlayıcılık değerleri kontrol grubuna göre daha düşük belirlenmiştir. Depolama sonunda sadece %4 grubunda bağlayıcılık değeri azalmıştır, diğer gruplarda genel olarak istatistiksel bir fark belirlenmemiştir. Depolamanın başlangıcında hamburger köftelerin elastikiyet değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark tespit edilmemiştir. Depolamanın 30. gününde %4 çemen içeren grubun elastikiyet değeri kontrol grubuna kıyasla daha düşük bulunmuştur. Depolamanın 60. gününde ise %4 çemen içeren gruplarının elastikiyet değerleri kontrol grubuna kıyasla daha yüksek belirlendiği bildirilmiştir. Depolama sonunda bütün grupların elastikiyet değerlerinde istatistiksel olarak bir farklılık gözlenmediğine işaret edilmiştir. Çiğnenebilirlik değerleri ise 0 ve 30. günlerde en yüksek kontrol grubunda, 60. günde ise kontrol ve %2,5 çemen içeren gruplarda kaydedişdiği belirlenmiştir.

Atasoy ve ark. (2019), köftelere iki farklı konsantrasyonda (%0,4 ve %2,4) ve iki farklı partikül boyutunda (150 ve 450 μm) enginar lifi eklenmesinin pişmemiş köftelerin sertlik değeri üzerine lif miktarı ve lif miktarının boyutuyla olan interaksiyonun etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Düşük boyutlu lif eklenen pişmemiş köftelerin sertlik değeri üzerinde lif miktarının etkisi önemli değilken, büyük boyutlu lif eklenen örneklerde ise lif miktarı arttıkça sertlik değerinde artış gözlenmiştir. Yapışkanlık değeri üzerinde ise lif miktarı ve onun lif boyutu ile olan interaksiyonu önemli bulunduğu bildirilmiştir. Düşük boyutlu lif kullanımında, lif miktarı arttıkça yapışkanlık değerinde azalma şekillenmiş, yüksek boyutlu lif kullanıldığında ise lif miktarının etkisi önemli olmamıştır. Kontrol ile karşılaştırıldığında, yüksek konsantrasyonda lif kullanıldığı zaman pişmemiş köftelerde yapışkanlık azalsa da, sadece düşük boyutlu lif eklenen örnekteki azalma istatiksel açıdan anlamlı olduğu bulunmuştur. Çiğnenebilirlik değeri üzerine sertlik, esneklik ve iç yapışkanlığın etkisi olduğundan dolayı, değişkenlerin interaksiyonu önemli olup, sadece yüksek lif miktarında büyük boyutlu lif eklenmesi pişirilmeyen köftelerin, çiğnenebilirlik değeri üzerinde farklılık yaratarak, kontrolden ayrışarak önemli olmuştur. Elastikiyet değerleri açısından ise pişmemiş köfteler üzerinde lif miktarının ve boyutun etkisi ayrı ayrı önemli olup, interaksiyonları önemli olmamıştır. Kontrolden farklılaşan durumlar ise sadece düşük boyutta ve yüksek konsantrasyonda lif eklenen örnekte gözlenmiştir. Lif

içeren örnekler kendi aralarında karşılaştırıldıkları zaman, artan lif miktarı ile elastikiyet değeri azaldığı bildirilmiştir.

Bingöl ve ark. (2012) çiğ ve pişmiş köftelerin tekstürel özelliklerini inceledikleri çalışmalarında kıymaya çekilecek sığır etlerine uygulanan elektriksel stümülasyonun (ES)'nin hem çiğ hem de pişmiş köftelerin yumuşaklığı üzerinde etkisinin fazla olduğunu bildirmişlerdir. Elektrikle uyarılmış et ile üretilen tüm köftelerin tekstürel puanları stimülasyon uygulanmayan (NES) örneklerinden daha düşük ($P<0,05$) ve daha yumuşak olmuştur. Tüm depolama süresi boyunca, longissimus dorsi kasından çıkarılan numuneler, semimembranosous kasından çıkarılan etlerden daha düşük tekstürel puanlar sergileyerek daha yumuşak oldukları ifade edilmiştir ($P<0,001$). Köftelerin ortam havası ile paketlenmesi, depolamanın 3. gününden sonra MA paketlemeye kıyasla yumuşaklık kriterinde artışına neden olmuştur ($P<0,001$). Bu değişim, tüm paketlerdeki mikrobiyal floradaki artıştan kaynaklandığı ve uzayan depolama neticesinde köftelerde tayin edilen bozulma belirtilerinin etkisinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir.

Yogesh ve ark. (2015), farklı oranlarda keten tohumu tozu (FSP) ilave edilmiş et hamurlarının, daha fazla FSP seviyesinde daha düşük sertlik değerleri gösterdiğini bildirmilerdir. Bu nedenle, FSP eklenmesi pişmiş örneklerin sertlik değerlerini azaltmıştır. Çiğ örneklerin sertlik değerleri, 8 günlük depolamada sürekli olarak artış gösterirken, bu durum soğukta depolamanın etkisiyle gerçekleşmiştir. Kontrol numunelerinde esneklik/yaylanma, FSP ile muamele edilmiş numunelere göre daha fazla olmuştur. FSP seviyeleri arttıkça, esneklik/yaylanma değerleri azalmıştır. Sertlik gibi esneklik/yaylanma değerleri de depolama süresi ilerledikçe artış göstermiştir. Bağlayıcılık özelliği. depolamanın0., 4. ve 6. günlerinde önemsiz bulunmuşken ($P <0.05$), 2. ve 8. günlerde farklı numuneler arasında anlamlılık tespit edildiği bildirilmiştir. Benzer şekilde, çiğnenebilirlik ve sakızımsılılık değerleri, örnekler arasında önemli ölçüde farklılık göstermiş; FSP içeren numuneler, kontrol numunelerinden daha düşük çiğnenebilirlik değerlerine sahip olmuştur. FSP seviyesinin çiğnenebilirlik ve sakızımsılılık değerleri üzerindeki etkisi için doğrusal bir eğilim gözlendiği vurgulanmıştır. Sertlik ve yaylılık değerlerine benzer şekilde, çiğnenebilirlik ve yapışkanlık değerleri de depolama günlerinin etkisiyle artmış ve önemli ölçüde farklılık tespit edilmiştir.

5.4. Duyusal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Et ve et ürünlerinde renk ve görünüm tüketicinin ürüne karşı beğenisi etkileyen en önemli parametrelerden biridir. Bu çalışmada ortam havası ile paketlenen ve %5 hayvansal yağ içeren %15 keten tohumu ilaveli örneğin depolamanın başlangıcında görünüm değeri 8'ken; depolamanın 2.gününde 8,50'ye yükselmiş olup, donmuş muhafaza koşulları altında depolamanın devamında düşüş göstererek depolamanın 3,ayında 6,50 ve 6.ayında 3,00'e düşmüştür. %10 hayvansal yağ içeren ve %15 keten tohumu ilaveli burger köfte örneğinin depolamanın başındaki görünüm değeri 8,25'ken; depolamanın 3,ayında 6,25 ve 6.ayında 3,00'a düşmüştür (Tablo 4-100). Ortam havası ile paketlenen burger köftelerinde keten tohumu oranındaki artış görünüm değerini arttırırken; buğday rüşeymi oranı görünüm değeri üzerinde anlamlı bir etki göstermemiştir. Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 hayvansal yağ içeren burger köftelerinde depolamanın başlangıcında %15 keten tohumu ilaveli örnek 8,00 görünüm değeri ile en yüksek görünüm değeri puanına sahip örnek olarak belirlenmiştir. Görünüm değeri depolamanın 2.gününde 8,75 düzeyine yükselirken; donmuş muhafazanın 3.ayında 6,75 olan görünüm değeri puanı depolamanın 6.ayında 3,25'e düşmüştür. %10 hayvansal yağ içeren ve %15 keten tohumu ilaveli örnek depolamanın ilk 3 ayında en yüksek görünüm değerine sahip ürün olarak tespit edilmişken; depolamanın 6.ayında en yüksek görünüm değerine sahip örnek 4,00 puan ile %10 keten tohumu ilaveli örnek olmuştur (Tablo 4-101). Tüm örnekler için 3.ydan sonra görünüm değeri hoşa giden sınırların altında kalmıştır. Uygulama yöntemi görünüm değeri üzerinde depolama boyunca istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-102). Keten tohumu oranındaki artış görünüm değerini yükseltirken, buğday rüşeymi oranındaki artış görünüm değeri üzerinde önem arz etmemiştir.

Bu çalışmada ortam havası ile paketlenen %5 ve %10 hayvansal yağ içeren burger köfteleri arasında %15 keten tohumu ilaveli örneklerin depolamanın başlangıcındaki renk tonu değerleri 6,75'ken; depolamanın 2.gününde sırasıyla 7,75 ve 7,25'e yükselmiştir. Depolamanın 3.ayından sonra ciddi bir renk değişimine uğrayan örneklerde muhafaza sonunda ise renk tonu değerleri sırasıyla 3,00 ve 2,50 olarak belirlenmiştir (Tablo 4-103). Modifiye atmosfer paketleme uygulanan %5 ve %10 hayvansal yağ içeren burger köftelerinde depolamanın başlangıcında renk tonu değeri en yüksek örnekler renk tonu puanı 7,00 olan %15 keten tohumu ilaveli örnekler olmuştur. Depolamanın 3.ayında 6,75

ve 6,50 olan renk tonu değerleri, 6.ayda ise sırasıyla 3,25 ve 2,75 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4-104). Kontrol grubu örneklerinin depolama süresince en düşük renk tonu değerlerine sahip örnekler, buğday rüşeymi içeren örneklerin ise depolamanın 6.ayında en yüksek renk tonu değerlerine sahip örnekler olduğu saptanmıştır. Ancak depolamaının sonunda hiçbir grupta arzu edilen burger köfte rengi gözlenmemiştir. Uygulama yöntemi renk tonu değeri üzerinde depolama boyunca istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-105). %10 ve %15 keten tohumu ilaveli örneklerin depolamanın 3 ayı boyunca en yüksek renk tonu değerine sahip örnekler olduğu, ancak depolamanı 6.ayında buğday rüşeymi içeren örneklerin en yüksek renk tonu değerine sahip örnekler olduğu saptanmıştır.

Depolamanın başlangıcında ortam havası ile paketlenmiş ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneklerinin renk yoğunluğu 4,00'ken; depolama süresince artış eğilimi göstermiş olup, depolamanın 6.ayında 8,25'e yükselmiştir. Depolamanın başında ortam havası ile paketlenmiş burger köfteleri arasında renk yoğunluğu en yüksek olan örnek 5,75 değeri ile %15 keten tohumu içeren örnekken; renk yoğunluğu değeri depolama sonunda 4,00 puan olarak tespit edilmiştir. %10 hayvansal yağ içeren kontrol grubu örneklerinin renk yoğunluğu depolamanın başlangıcında panelistler tarafından 4,00 puan almışken; depolamanın 6.ayında 8,00 puana yükselmiştir. Depolamanın başlangıcında %10 ve %15 keten tohumu içeren örneklerin renk yoğunluğu değerleri 6,25'ken; depolama süresince artış eğilimi göstererek depolamanın 6.ayında panelistler tarafından sırasıyla 6,75 ve 7,00 puanla değerlendirilmiştir (Tablo 4-106). Modifiye atmosfer paketleme uygulanan %5 ve %10 hayvansal yağ içeren burger köfte gruplarında depolamanın başında renk yoğunluğu değeri en yüksek örnek %15 keten tohumu içeren burger köfteleri olmuştur. Bu örneklerde renk yoğunluğu değeri sırasıyla 6,00 ve 6,50 olarak puanlanmıştır. Depolamanın 6.ayında da renk yoğunluğu değeri en yüksek puan alan örnekler kontrol grubu örnekleri olmuştur. %5 hayvansal yağ içeren buğday rüşeymi ilaveli örneklerin renk yoğunluğu değeri depolama sonunda artış gösterirken; keten tohumu ilaveli örnekler arasında sadece %5 keten tohumu ilaveli örneğin renk yoğunluğu değeri depolamanın 6.ayında yükselmiştir (Tablo 4-107). Uygulama yöntemi renk yoğunluğu değeri üzerinde depolama boyunca istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-108). %10 ve %15 keten tohumu ilaveli örneklerin depolamanın 3 ayı boyunca en yüksek renk yoğunluğu değerine sahip örnekler

olduğu, ancak depolamanı 6.ayında kontrol grubu örneğinin en yüksek renk yoğunluğu değerine sahip olduğu saptanmıştır.

Renk parametreleri gibi ürünle ilgili algıyı oluşturan özelliklerden biri de koku yoğunluğudur. Koku yoğunluğu tüketiciler tarafından aromanın algılanmasında ve ürünü tüketme yönünde oluşan algıyı desteklemektedir. Depolamanın başlangıcında ortam havası ile paketlenmiş ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinin koku yoğunluğu 6,00 puan alırken; depolamanın 6.ayında yükselerek 8,00 değerine ulaşmıştır. Buğday rüşeymi içeren örneklerin koku yoğunluğu keten tohumu içeren örneklere kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Depolamanın başlangıcında %1 buğday rüşeymi içeren burger köfte örneğinin koku yoğunluğu değeri 5,75'ken; %3 buğday rüşeymi içeren örneğin koku yoğunluğu 6,50 olarak tespit edilmiştir. Depolama esnasında koku yoğunluğu değerleri değişim gösterirken, depolamanın 6.ayında her iki örneğin de koku yoğunluğu değeri 6,00 olarak saptanmıştır. Depolamanın başlangınında %10 hayvansal yağ içeren burger köfte örneklerinde buğday rüşeymi içeren örneklerin koku yoğunluğu puanları diğer örneklerden yüksek bulunmuştur. Depolamanın başlangıcında %1 ve %3 buğday rüşeymi içeren örneklerin koku yoğunluğu değerleri sırasıyla 6,00 ve 6,75 olarak belirlenmişken; depolamanın 6.ayında koku yoğunluğu değerleri sırasıyla 6,00 ve 5,00 olarak puanlanmıştır (Tablo 4-109). Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köftelerinde depolamanın başlangıcında koku yoğunluğu değeri 5,25 olarak değerlendirilmişken; depolamanın 6.ayında 7,75 değerine yükselmiştir. Depolamanın başında koku yoğunluğu değeri 6,25 ile en yüksek puana sahip örnek %5 hayvansal yağ içeren ve %3 buğday rüşeymi ilavesiyle üretilmiş burger köfteleri, depolamanın 6.ayında 5,75 olarak puanlanmıştır (Tablo 4-110). Uygulama yöntemi koku yoğunluğu değeri üzerinde depolama boyunca istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-111).

Depolamanın başlangıcında ortam havası ile paketlenmiş ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu örneğine ait unumsu koku değeri 2,00'ken; depolama süresince azalma eğilimi göstermiş ve depolamanın 6.ayında 1,00 puan değerine düştüğü saptanmıştır. Hem keten tohumu hem de buğday rüşeymi içeren örneklerde içerik miktarının artmasına bağlı olarak unumsu koku değeri artış göstermiştir. Depolamanın 6.ayında buğday rüşeymi içeren örneklerin unumsu koku değerlerinin daha yüksek olduğu kaydedilmiştir. %10 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğine ait

unumsu koku değeri depolamanın başlangıcında 2,00 puan alırken; depolama süresince azalma eğilimi göstermiş olup, depolamanın 6.ayında unumsu koku değeri 1,00 puan olarak tespit edilmiştir (Tablo 4-112). %15 keten tohumu ilaveli burger köfteleri depolama süresince diğer örneklere kıyasla daha yüksek unumsu koku değerine sahip olduğu bulunmuştur. Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinda unumsu koku değeri depolamanın başlangıcında 2,00 puan alırken; depolamanın 6.ayında 1,00 puan değerine düştüğü kaydedilmiştir. Keten tohumu içeren örneklerin unumsu koku değerleri depolama sonunda azalma gösterirken, buğday rüşeymi içeren örneklerin unumsu koku değerlerinin artış gösterdiği kaydedilmiştir. %10 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğine ait unumsu koku değeri depolama süresince azalma eğilimi göstermiş olup, depolamanın 6.ayında 1,00 puan değerine düştüğü saptanmıştır (Tablo 4-113). Buğday rüşeymi içeren örneklerin unumsu koku değerleri depolama süresince önemli bir değişim göstermemiştir. Uygulama yöntemi unumsu koku değeri üzerinde depolama boyunca istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-114). Keten tohumu ve buğday rüşeymi oranlarındaki artış, unumsu koku değerinin artmasına yol açmıştır.

Depolamanın başında ortam havası ile paketlenmiş ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneklerinde kötü koku tayini yapılmazken; depolamanın 6.ayında 8,50 değerine yükseldiği kaydedilmiştir. Kontrol grubu haricindeki örneklerin kötü koku değerleri depolama süresince birbirine yakın düzeyde belirlenmiştir. Depolamanın 6.ayında tüm örneklerin kötü koku değerlerinin önemli miktarda yükseliş gösterdiği kaydedilmiştir. %10 hayvansal yağ içeren burger köftelerinin depolamanın başında %5 hayvansal yağ içeren örneklere kıyasla daha düşük kötü koku değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Kötü koku değeri depolama süresince en az yükselen örnek %15 keten tohumu içeren burger köfteleri olarak kaydedilmiştir. Bu örneklere dair yapılan panelist değerlendirmesinde depolamanın 6.ayında 6,00 puan değerinde bir sonuç elde edilmiştir (Tablo 4-115). Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 hayvansal yağ içeren keten tohumu örneklerinin depolamanın başlangıcında kötü koku değerlerinin 1,00 düzeyinde olduğu, depolamanın 6.ayında ise 6,00-6,75 puan aralığında olduğu kaydedilmiştir. %10 hayvansal yağ içeren ve %15 keten tohumu ilavesiyle üretilen burger köfte örneği, depolamanın 6.ayında 6,00 puan değeri ile en düşük kötü koku değerlerine sahip örnek olarak belirlenmiştir (Tablo 4-116). Depolamanın 6.ayında en yüksek kötü

koku değerleri kontrol gruplarında saptanmıştır. Uygulama yöntemi kötü koku değeri üzerinde depolama boyunca istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05) (Tablo 4-117). Paketleme yöntemi ise depolamanın 3. ve 6.aylarında kötü koku değeri üzerinde anlamlılık ifade etmiştir. Örnekler arasında önemli farklılıkların tayin edilmeye başlandığı 3.ay itibariyle modifiye atmosfer paketleme uygulanan örneklerin kötü koku değeri daha düşük düzeyde saptanmıştır.

Yumuşaklık etin önemli kriterlerinden biri olup, tüketici tercihlerinde doğrudan rol oynamaktadır. Depolamanın başlangıcında ortam havası ile paketlenmiş ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğine ait yumuşaklık değeri 6,50 puan almışken; depolama süresince azalma eğilimi göstererek, depolamanın 6.ayında 4,00 puan değerine düşmüştür. Buğday rüşeymi içeren örneklerin yumuşaklık değerleri keten tohumu içeren örneklerden daha yüksek bulunmuştur. %1 ve %3 buğday rüşeymi içeren örneklerin depolamanın başlangıcındaki yumuşaklık değerleri sırasıyla 7,25 ve 7,00 olarak kaydedilmiş olup, depolamanın 6.ayında 6,50 ve 6,00 puan değerlerine düşmüştür. %10 hayvansal yağ içeren burger köftelerinde de yumuşaklık değerleri en yüksek olan örnek buğday rüşeymi içeren örnekler olarak saptanmıştır. Depolamanın başlangıcında %1 ve %3 buğday rüşeymi içeren örneklerin yumuşaklık değerleri sırasıyla 6,50 ve 6,75 olarak tespit edilirken; depolamanın 6.ayında 6,25 ve 6,00 puan alarak değerlendirilmiştir (Tablo 4-118). Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 hayvsansal yağ içeren kontrol grubu örneklerine ait yumuşaklık değeri depolamanın başında 6,25 olarak kaydedilirken; depolama esnasında azalma eğilimi göstererek depolamanın 6.ayında 3,75 değerine inmiştir. %5 ve %10 keten tohumu ilave edilen örneklerin depolama sonunda yumuşaklık değerlerinin, başlangıç değerleri ile aynı olduğu tespit edilmiştir. %10 hayvansal yağ içeren kontrol grubu yumuşaklık değeri 6,00 puan değerinden 2,75 puana düşerek depolama boyunca yumuşaklık değeri en çok düşen örnek olarak belirlenmiştir (Tablo 4-119). Uygulama yöntemi yumuşaklık değeri üzerinde depolama boyunca istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05) (Tablo 4-120). Buğday rüşeymi oranının yumuşaklık değeri üzerinde istatiksel olarak önemlilik arz etmediği belirlenmiştir. Depolama süresince yumuşaklık değeri en çok düşen örnek 2,88 puanlık azalama ile kontrol grubu köftelerinde olmuştur.

Depolamanın başlangıcında ortam havası ile paketlenmiş ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu örneklerine ait sululuk değeri panelistler tarafından 5,50 puan

alırken; depolamanın 6.ayında 3,00 puan düzeyine düşmüştür. Depolamanın 6.ayında en yüksek sululuk değerleri buğday rüşeymi içeren örneklerde tespit edilmiştir. %10 hayvansal yağ içeren burger köftelerinden buğday rüşeymi içeren örnekler depolamanın başlangıcında 4,50-4,75 düzeyinde sululuk değerlerine sahipken; depolamanın 6.ayında 6,25-6,50 düzeyi ile en yüksek sululuk değerlerine sahip olan örnekler olarak belirlenmiştir (Tablo 4-121). Ortam havası ile paketlenmiş örneklerde keten tohumu ve buğday rüşeymi oranındaki artışın, sululuk değerini düşürdüğü tespit edilmiştir. Modifiye atmosfer paketleme uygulanan %5 ve %10 hayvansal yağ içeren kontrol grubu örneklerine ait sululuk değerleri depolamanın başlangıcında sırasıyla 5,75 ve 5,25 iken; depolamanın 6.ayında 3,25 değerine düşmüştür (Tablo 4-122). Buğday rüşeymi ilave edilen örneklerin depolamanın 6.ayında sululuk değerleri diğer örneklere kıyasla daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Uygulama yöntemi depolamanın 2.gününden itibaren sululuk değeri üzerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-123). Keten tohumu ve buğday rüşeymi ilavesi sululuk değerinde farklılık yaratmasının yanı sıra depolamanın 1.ayından itibaren buğday rüşeymi içeren örneklerin en yüksek sululuk değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince 2,25 puan düzeyinde azalma ile sululuk değeri en çok düşen örnek kontrol grubunda olurken; %1 buğday rüşeymi ilaveli burger örneği 1,75 puan düzeyinde artış ile sululuk değeri en çok yükselen örnek olmuştur.

Depolamanın başlangıcında ortam havası ile paketlenmiş ve %5 hayvansal yağ içeren örneklerin yapışkanlık değerleri 3,25-5,75 puan aralığındayken; depolamanın 6.ayında 1,00-3,50 değerlerine gerilemiştir. Keten tohumu içeren örneklerin yapışkanlık değerleri depolamanın süresince diğer örneklerden yüksek bulunmuştur. %10 hayvansal yağ içeren burger köftelerinde depolamanın başında keten tohumu ve buğday rüşeymi oranı arttıkça yapışkanlık değerinin de arttığı tespit edilmiştir. %10 hayvansal yağ içeren kontrol grubunda yapışkanlık değeri depolamanın 6.ayında 1,50'ye düşerken, diğer örneklerin yapışkanlık değerleri 2,50-4,00 puan aralığında belirlenmiştir (Tablo 4-124). Modifiye atmosfer uygulanan ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneklerinde yapışkanlık değeri depolamanın başında panelistler tarafından 3,25 puan olarak belirlenmişken; depolamanın 6.ayında 1,00 puan değerine inmiştir. Keten tohumu içeren örneklerin yapışkanlık değerleri depolamanın başlangıcında 5,25-5,75 puan aralığında belirlenmiştir. Depolamanın 6.ayında ise 2,00-3,50 puan aralığına düştüğü

tespit edilmiştir. %10 hayvansal yağ içeren kontrol grubu örneklerinde yapışkanlık değeri depolamanın başında 3,50 puan değerinden depolamanın 6.ayında 1,00 puan düzeyine düşmüştür (Tablo 4-125). Keten tohumu içeren örneklerin yapışkanlık değerleri depolama süresince diğer örneklerden yüksek bulunmuştur. Uygulama yöntemi depolama süresince yapışkanlık değeri üzerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-126). %15 keten tohumu içeren burger köfte örneğinin yapışkanlık değeri depolama süresince diğer örneklerden yüksek düzeyde puanlanmıştır. Depolama sonunda tüm örneklerin yapışkanlık değeri azalma göstermiş; %5 keten tohumu içeren örnek 3,13 düzeyinde bir azalma göstererek yapışkanlık değeri en çok düşen örnek olarak belirlenmiştir.

Ortam havası ile paketlenmiş ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köftelerinde çiğnenebilirlik değeri depolamanın başlangıcında 5,75 puan değerinden depolamanın 6.ayında 6,00 puan değerine yükselmiştir. Keten tohumu ve buğday rüşeymi oranının artması çiğnenebilirlik değerini arttırmıştır. %10 hayvansal yağ içeren kontrol grubunda çiğnenebilirlik değeri depolamanın başında 6,00 puandan depolamanın 6.ayında 7,25 değerine çıkmıştır. Keten tohumu ve buğday rüşeymi içeren örneklerin çiğnenebilirlik değerleri depolamanın başlangıcında 6,25-7,50 puan aralığında belirlenmiştir (Tablo 4-127). Depolamanın 6.ayında %5 ve %10 keten tohumu içeren örneklerin çiğnenebilirlik değerleri azalma göstermişken, buğday rüşeymi içeren örneklerin çiğnenebilirlik değerlerinde artıl olmuştur. Modifiye atmosfer paketleme uygulanan örnek grupları en düşük çiğnenebilirlik değerlerine depolamanın 1.ayında ulaşmışlardır. Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğine ait çiğnenebilirlik değeri depolamanın başlangıcında 5,50 puan düzeyinde iken; depolamanın 6.ayında 7,00 değerine yükselmiştir. %10 hayvansal yağ içeren keten tohumu ilaveli örneklerde, keten tohumu oranının artmasına bağlı olarak çiğnenebilirlik değerlerinin yükseldiği kaydedilmiştir (Tablo 4-128). Uygulama yöntemi depolama süresince çiğnenebilirlik değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-129). Keten tohumu oranındaki artış çiğnenebilirlik değeri üzerinde olumlu bir etki oluşturmuş olup, %15 keten tohumu içeren örneğin çiğnenebilirlik değeri depolama süresince diğer örneklerden daha yüksek düzeyde puanlamaya tabi tutulmuştur.

Ortam havası ile paketlenmiş ve %5 hayvansal yağ içeren pişmiş burger köftelerinde depolamanın başlangıcında yumuşaklık değeri 5,75-8,25 puan aralığında bulunmuşken; depolamanın 6.ayında 5,00-7,50 puan aralığında kaydedilmiştir. Depolama süresince örneklerin yumuşaklık değerinde azalma eğilimi olduğu saptanmıştır. Buğday rüşeymi içeren örneklerin yumuşaklık değeri depolama süresince diğer örneklere kıyasla daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. %10 hayvansal yağ içeren keten tohumu ilaveli pişmiş burger örneklerinin yumuşaklık değerlerinin diğer örneklere kıyasla daha düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir. Depolamanın 6.ayında kontrol grubunda yumuşaklık değeri 4,00 puan alırken, keten tohumu içeren örneklerin 5,00-6,00 puan aralığında, buğday rüşeymi içeren örneklerin ise 7,00-7,25 puan aralığında yumuşaklık değerine sahip oldukları belirlenmiştir (Tablo 4-130). Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 hayvansal yağ içeren pişmiş kontrol grubu örneğine ait yumuşaklık değeri depolama süresince azalma eğilimi göstermiş olup, depolamanın başlangıcında 7,25 puan değerinden, depolamanın 6.ayında 4,75 puana düşmüştür. Buğday rüşeymi içeren örneklerin yumuşaklık değerleri depolama süresince en yüksek yumuşaklık değerlerine sahip örnekler olarak belirlenmiştir. Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %10 hayvansal yağ içeren pişmiş kontrol grubu burger köfte örneğine ait yumuşaklık değeri, depolama süresince azalma eğilimi göstermiş olup, depolamanın başlangıcında 7,00 puan değerinden, depolamanın 6.ayında 3,75 puan değerine gerilemiştir (Tablo 4-131). Modifiye atmosfer paketleme uygulanan örneklerin tümünde en yüksek yumuşaklık değerleri depolamanın başında belirlenmiştir. Uygulama yöntemi depolama süresince yumuşaklık değeri üzerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-132). Buğday rüşeymi ilavesi yumuşaklık değerinin yükselmesine katkı sağlamıştır, ancak buğday rüşeymi oranları arasında istatiksel farklılık belirlenmemiştir. Kontrol grubunda yumuşaklık değeri diğer örneklere kıyasla 2,88 puan düzeyinde azalma göstererek, yumuşaklık değeri en çok azalan örnek olarak algılanmıştır. Buna karşın, %5 keten tohumu içeren örnek 0,13 puan düzeyinde azalma ile yumuşaklık değeri en az düşen örnek olarak tespit edilmiştir.

Ortam havası ile paketlenmiş ve %5 hayvansal yağ içeren pişmiş kontrol grubu burger köftelerine ait sululuk değeri depolamanın başında 5,00 puan değerinden depolamanın 6.ayında 2,50 puana gerileme göstermiştir. %15 keten tohumu içeren pişmiş burger örneğinin sululuk değerlerinin depolama sonunda azalma eğilimi gösterdiği

belirlenmiştir. Keten tohumu oranının artmasına bağlı olarak sululuk değeri azalma göstermiştir. %10 hayvansal yağ içeren ve %15 keten tohumu ilaveli pişmiş burger örneğinin sululuk değeri depolamanın 6.ayına kadar diğer örneklerden daha düşük bulunmuş olup, depolamanın 6.ayında 3,50 değerine düştüğü tespit edilmiştir (Tablo 4-133). Depolamanın 6.ayında kontrol ve %15 keten tohumu ilaveli örnekler haricinde diğer tüm örneklerin sululuk değerinin başlangıç puanlamasına göre yükselme gösterdiği kaydedilmiştir. Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 hayvansal yağ içeren pişmiş burger köftelerinin sululuk değeri depolamanın başlangıcında 4,25-5,25 puan aralığında, depolamanın 6.ayında ise 2,75-6,00 puan aralığında kaydedilmiştir. Kontrol ve %15 keten tohumu ilaveli örneklerin sululuk değerleri depolama sonunda azalma gösterirken; diğer örneklerin sululuk değeri artış göstermiştir. Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %10 hayvansal yağ içeren pişmiş kontrol grubu burger örneği depolamanın başında 4,75 puan sululuk değeri ile en yüksek değere sahip örnek olarak kaydedilmiştir. Ancak depolamanın 6.ayında 2,75 puan olan sululuk değeri ile en düşük değere sahip örnek olarak tespit edilmiştir (Tablo 4-134). Keten tohumu ve buğday rüşeymi oranlarındaki artış sululuk değerlerinin azalmasına neden olmuştur. Uygulama yöntemi depolama süresince sululuk değeri üzerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-135). Hayvansal yağ oranı ise depolamanın 0. ve 2.günlerin sululuk değeri üzerinde istatiksel olarak önem arz etmiştir. Yağ oranındaki artış depolamanın ilk günü sululuk değerinin azalmasına neden olmuştur. Depolamanın 6.ayında kontrol grubu sululuk değeri 2,25 puan düzeyinde düşüş gösterirken; %3 buğday rüşeymi ilave edilen örneğin sululuk değeri ise 1,13 puan düzeyinde artış göstermiştir.

Ortam havası ile paketlenmiş ve %5 hayvansal yağ içeren pişmiş buğday rüşeymi içeren burger örneklerinin yapışkanlık değeri diğer örneklerden daha yüksek bulunmuştur. Depolamanın 2.gününde %1 ve %3 buğday rüşeymi içeren örneklerin yapışkanlık değerleri sırasıyla 3,00 ve 3,25 olarak belirlenmiştir. Depolamanın 6.ayında ise azalma eğilimi göstererek 1,00 puan değerlerine düştüğü tespit edilmiştir. %10 hayvansal yağ içeren pişmiş örneklerde yapışkanlık değeri depolama sonunda azalma göstermiştir. Depolama süresince en düşük yapışkanlık değeri %10 hayvansal yağ içeren kontrol grubu örneğinde saptanmıştır. Depolamanın başında yapışkanlık değeri 1,75 puan olan kontrol grubunda, depolamanın 6.ayında yapışkanlık değeri 1,25 puan olarak tespit edilmiştir (Tablo 4-136). Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 hayvansal yağ

içeren pişmiş örneklerde yapışkanlık değeri depolama boyunca azalma gösterdiği kaydedilmiştir. Kontrol grubu yapışkanlık değeri depolama esnasında 1,25'den 1,00 puan değerine düşmüştür. Depolamanın başında %15 keten tohumu içeren örneğin yapışkanlık değeri 3,75 puanken, depolamanın 6.ayında 1,50 puan olarak kaydedilmiştir. Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %10 hayvansal yağ içeren pişmiş kontrol grubu burger örneğinde yapışkanlık değeri depolamanın başında 1,50 puan değerinden depolamanın 6.ayında 1,00 puan değerine düşmüştür (Tablo 4-137). Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %10 hayvansal yağ içeren pişmiş burger köftelerinde yapışkanlık değerleri depolamanın 6.ayında depolamanın ilk gününe kıyasla azalma göstermiştir. Uygulama yöntemi ve hayvansal yağ oranı depolama süresince yapışkanlık değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-138). Keten tohumu ve buğday rüşeymi oranındaki artış, yapışkanlık değerinde de artış sağlamıştır. %15 keten tohumu ilaveli örnekler depolama süresince anlamlı düzeyde diğer örneklere kıyasla daha yüksek yapışkanlık değerine sahip bulunmuştur. Hayvansal yağ oranındaki artış da yapışkanlık değerinde artış sağlamıştır. %10 hayvansal yağ içeriğine sahip örnekler, %5 hayvansal yağ içeriğine sahip örneklere kıyasla daha yüksek yapışkanlık değerine sahip oldukları bulunmuştur.

Ortam havası ile paketlenmiş ve %5 hayvansal yağ içeren pişmiş kontrol grubu burger örneğine ait çiğnenebilirlik değeri, depolamanın ilk gününde 6,25 puan değerinde bulunmuşken, depolamanın 6.ayında 7,25 değerine çıkmıştır. Depolamanın 2.gününde keten tohumu ve buğday rüşeymi oranlarındaki artış çiğnenebilirlik değerini yükseltmiştir. Depolamanın 6.ayında çiğnenebilirlik değerleri en düşük örnek 5,50 puan değeri ile %5 keten tohumu içeren örnek olarak belirlenmiştir. %10 hayvansal yağ içeren pişmiş %5 ve %10 keten tohumu ilaveli örnekler depolamanın ilk günü sırasıyla 6,75 ve 7,75 puanlık çiğnenebilirlik değerinden, depolamanın 6.ayında 5,75 ve 6,75 değerine gerilemiştir (Tablo 4-139). %10 hayvansal yağ içeren pişmiş örneklerde depolama sonunda çiğnenebilirlik değeri azalan örnekler sadece %5 ve %10 keten tohumu içeren örnekler olarak tespit edilmiştir. Modifiye atmosfer paketleme uygulanan örnek grubunda %5 hayvansal yağ içeren kontrol, %5 ve %10 keten tohumu ilaveli örneklerin çiğnenebilirlik değerleri depolamanın 6.ayında depolamanın 0.gününe kıyasla azalırken; buğday rüşeymi ve %15 keten tohumu ilaveli örneklerin çiğnenebilirlik değerleri yükselmiştir. %10 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger örneğine ait çiğnenebilirlik

değeri depolamanın 6.ayında 6,00 puan değerinden 7,50 puana ulaşmıştır (Tablo 4-140). %10 hayvansal yağ içeren %5 ve %10 keten tohumu ilaveli örnekler haricindeki tüm örneklerin çiğnenebilirlik değerleri depolamanın 6.ayında depolamanın ilk gününe kıyasla azalma göstermiştir. Uygulama yöntemi depolama süresince çiğnenebilirlik değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-141). Keten tohumu oranındaki artış çiğnenebilirlik değerinde de artış sağlamıştır. %15 keten tohumu ilaveli örnekler depolama süresince anlamlı düzeyde diğer örneklere kıyasla daha yüksek çiğnenebilirlik değerine sahip olmuştur. Paketleme yöntemi ise sadece depolamanın 0. ve 2.günlerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Atmosferik paketleme uygulanan örneklerin depolamanın 0. ve 2.günlerinde daha yüksek çiğnenebilirlik değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Ortam havası ile paketlenmiş ve %5 hayvansal yağ içeren buğday rüşeymi ilaveli pişmiş örneklerin lezzet yoğunluğu değerleri depolamanın 2.gününde en yüksek puanlamaya ulaşırken; diğer örnekler depolamanın 1.ayında en yüksek lezzet yoğunluğu puanlarını almıştır. Depolamanın başlangıcında keten tohumu içeren örneklerin lezzet yoğunluğu 2,50-3,75 puan değerleri arasındayken; depolamanın 6.ayında lezzet yoğunluğu değerleri 2,00-3,00 puan düzeyinde tespit edilmiştir. %10 hayvansal yağ içeren keten tohumu ilaveli pişmiş örneklerin lezzet yoğunluğu değeri depolamanın 1.ayında en yüksek değere ulaşmıştır. %10 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger örneği depolamanın başlangıcında 6,25 puan olan lezzet yoğunluğu değeri, depolamanın 6.ayında 2,50'ye düşmüştür (Tablo 4-142). Ortam havası ile paketlenmiş örneklerin lezzet yoğunluğu değeri keten tohumu oranın artışından olumsuz yönde etkilenirken, buğday rüşeymi oranının lezzet yoğunluğunu etkilemediği saptanmıştır. Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 hayvansal yağ içeren burger köftelerinde depolamanın başlangıcında pişmiş kontrol grubu örneği 6,00 puan, keten tohumu ilaveli pişmiş örnekler 2,50-3,75 puan aralığında, buğday rüşeymi ilaveli pişmiş örneklerin ise 5,00 puan düzeyinde lezzet yoğunluğu değerine sahip oldukları kaydedilmiştir. Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %10 hayvansal yağ içeren burger köftelerinde depolamanın 6.ayında tüm örneklerin lezzet yoğunluğu değerleri azalma göstermiş olup, en az düşüş %10 keten tohumu ilaveli örnekte olmuştur. Kontrol grubu burger örneği lezzet yoğunluğu değeri depolamanın 1.ayında 6,75 puan değerinden, depolamanın 6.ayında 3,25 puana inmiştir (Tablo 4-143). Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve

%10 hayvansal yağ içeren örneklerin lezzet yoğunluğu değeri keten tohumu oranın artışından olumsuz yönde etkilenirken, buğday rüşeymi oranının lezzet yoğunluğunu etkilemediği saptanmıştır. Uygulama yöntemi depolama süresince lezzet yoğunluğu değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur P<0,05) (Tablo 4-144). Keten tohumu oranındaki artış, lezzet yoğunluğu değerini olumsuz etkilemiştir; ancak buğday rüşeymi oranında yapılan değişim kendi arasında anlamlı bir etki göstermemiştir.

Ortam havası ile paketlenmiş ve %5 hayvansal yağ içeren keten tohumu ilaveli pişmiş örneklerin lezzet kalitesi değerleri depolamanın başlangıcında 4,00-5,25 puan aralığındayken; depolamanın 6.ayında 3,50-4,50 puan aralığında tespit edilmiştir. Kontrol grubu burger örneği lezzet kalitesi depolama süresince önemli bir düşüş sergileyerek 7,00 puan değerinden 3,50 puana inmiştir. Üç ayın üzerinde yapılana donmuş muhafaza katkısız üretilen köfte örneklerinin lezzet kalitesini olumsuz etkilemektedir. %10 hayvansal yağ içeren pişmiş kontrol grubu burger örneğine ait lezzet kalitesi değeri 7,75'den 4,00'a düşerek en çok azalma gösteren örnek olarak saptanmıştır (Tablo 4-145). Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 hayvansal yağ içeren burger köftelerinde depolamanın başlangıcında pişmiş kontrol grubu burger örneğine ait lezzet kalitesi değeri 7,25 puandan, depolamanın 6.ayında 4,50'ye inmiştir (Tablo 4-146). Depolama süresince lezzet kalitesi değeri en yüksek örnek kontrol grubu burger köftelerinde belirlenmiştir. Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %10 hayvansal yağ içeren %15 keten tohumu ilaveli pişmiş burger köfte örnekleri depolama boyunca en düşük lezzet kalitesi değerine sahip örnek olarak tespit edilmiştir. Modifiye atmosfer paketleme uygulanan buğday rüşeymi ilaveli pişmiş örneklerin buğday rüşeymi oranındaki artış, lezzet kalitesi değeri üzerinde herhangi bir etki göstermediği saptanmıştır. Uygulama yöntemi depolama süresince lezzet yoğunluğu değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunurken; hayvansal yağ oranı sadece depolamanın 0. ve 2.günlerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (P<0,05) (Tablo 4-147).

Ortam havası ile paketlenmiş ve %5 hayvansal yağ içeren pişmiş kontrol grubu burger köfte örneğinde tuzlu tat değeri depolamanın başlangıcında 2,50 puan olurken, depolamanın 6.ayında 3,00 puan değerine yükselmiştir. Depolama süresince keten tohumu içeren örneklerin tuzlu tat değerlerinin buğday rüşeymi içeren örneklerin tuzlu tat değerlerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir. %10 hayvansal yağ içeren burger köftelerinde depolamanın başlangıcında kontrol grubu örnekelerine ait tuzlu tat değeri

2,25 puan olarak saptanmışken, depolamanın 6.ayında 3,00 puana yükselmiştir (Tablo 4-148). Ortam havası ile paketlenmiş burger köftelerinde depolama sonunda %5 hayvansal yağ içeren %5 keten tohumu ilaveli pişmiş burger örneğinin tuzlu tat değeri aynı kalırken; diğer tüm örneklerin tuzlu tat değeri artış göstermiştir. Depolama süresince buğday rüşeymi ilaveli örneklerin tuzlu tat değerleri, keten tohumu ilaveli örneklerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Modifiye atmosfer paketleme uygulanan buğday rüşeymi ilaveli örneklerin depolamanın 6.ayında tuzlu tat değerleri önemli bir artış göstermiş olup, kontrol ve keten tohumu ilaveli örneklerin tuzlu tat değerleri depolama süresince önemli bir değişim göstermemiştir. Depolamanın başlangıcında %5 hayvansal yağ içeren burger köftelerinde tuzlu tat değerleri, %10 hayvansal yağ içeren örneklere kıyasla daha yüksek düzeyde bulunmuştur (Tablo 4-149). Uygulama yöntemi depolama süresince tuzlu tat değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunurken; hayvansal yağ oranı depolamanın başlangıcı hariç diğer günlerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 4-150).

Ortam havası ile paketlenmiş ve %5 hayvansal yağ içeren pişmiş kontrol grubu burger köfte örneğine ait baharatlı tat değeri depolamanın başlangıcında 5,50 puan alarak değerlendirilken, depolamanın 6.ayında 3,50 puana inmiştir. Depolamanın başlangıcında keten tohumu ilaveli örneklerin baharatlı tat değerleri 2,50 puan, buğday rüşeymi ilaveli örneklerin ise 3,50 puan olarak kaydedilmiştir. %10 hayvansal yağ içeren pişmiş kontrol grubu burger örneğinde baharatlı tat değeri depolamanın başlangıcında 5,50 puan, depolamanın 6.ayında 3,00 puan değerinde puanlanmıştır (Tablo 4-151). %10 hayvansal yağ içeren keten tohumu ilaveli örneklerde keten tohumu oranının artması baharatlı tat değerini düşürmüştür. Ortam havası ile paketlenmiş örneklerin tümünde depolama esnasında baharatlı tat değeri azalma eğilimi göstermiştir. Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 hayvansal yağ içeren pişmiş kontrol grubu burger köfte örneğine ait baharatlı tat değeri depolamanın başlangıcında 5,50 puan değerindeyken, depolamanın 6.ayında 3,25 puana inmiştir. Depolamanın başlangıcında keten tohumu ilaveli örneklerin baharatlı tat değerleri 2,50 puan, buğday rüşeymi ilaveli örneklerin ise 3,50 puan olarak kaydedilmiştir. Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %10 hayvansal yağ içeren %15 keten tohumu ilaveli pişmiş örnekler depolamanın 6.ayında panelistler tarafından 1,50 puan alarak depolama sonunda en düşük baharatlı tat değerine sahip örnek olarak kaydedilmiştir (Tablo 4-152). Keten tohumu ilavesi baharatlı tadın algılanmasını

bastırmış, böylelikle de keten tohumu içeren örneklerin tümünde baharatlı tat değerleri diğer örneklerden daha düşük olarak belirlenmiştir. Uygulama yöntemi depolama süresince baharatlı tat değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlılık ifade etmiştir (P<0,05) (Tablo 4-153). Kontrol grubu burger köfteleri depolama süresince en yüksek baharatlı tat değerine sahip örnek olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, kontrol grubu örneklerine ait baharatlı tat değeri 2,31 puan düzeyinde azalma göstererek depolama süresince baharatlı tat değeri en çok düşen örnek olarak belirlenmiştir.

Ortam havası ile paketlenmiş ve %5 hayvansal yağ içeren pişmiş kontrol grubu burger köfte örneğine ait unumsu tat değeri depolamanın başlangıcında 1,00 puan değerindeyken, 2.gün 1,50 puan değerine yükselmiş, ancak depolamanın 6.ayında tekrar 1,00 puan olarak değerlendirilmiştir. %15 keten tohumu ilaveli burger örneğinin unumsu tat değeri depolamanın başlangıcında 6,50 puan olarak tespit edilirken; depolamanın 6.ayında 6,00 puan değerine düşmüştür. %10 hayvansal yağ içeren pişmiş keten tohumu ilaveli örneklerin depolamanın başındaki unumsu tat değerleri 6,00-6,50 puan düzeyindeyken; depolamanın 6.ayında 4,00-5,50 puan düzeyine yükselmiştir (Tablo 4-154). Keten tohumu ve buğday rüşeymi oranının artışı depolama süresince unumsu tat değerini arttırmıştır. Modifiye atmosfer paketleme uygulanan %5 ve %10 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneklerinde depolamanın başlangıcında 2,00 puan olan unumsu tat değeri, depolamanın 6.ayında 1,00 puana düşmüştür (Tablo 4-155). %5 hayvansal yağ içeren %5 ve %10 keten tohumu ilaveli örneklerin depolamanın başındaki unumsu tat değerleri, %10 hayvansal yağ içeren aynı örneklerin değerlerine kıyasla daha düşük bulunmuştur. Depolama süresince %15 keten tohumu ilave edilen örneğin unumsu tat değeri diğer örneklere kıyasla daha yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Uygulama yöntemi depolama süresince unumsu tat değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlılık ifade etmiştir (P<0,05) (Tablo 4-156). Keten tohumu oranı unumsu tat değerine önemli seviyede etki etmiştir. Keten tohumu oranındaki artış, unumsu tat değerinde de artışa neden olmuştur. Hayvansal yağ oranı ise depolamanın 3. ve 6.aylarında unumsu tat değeri üzerinde anlamlılık ifade etmiştir (P<0,05). Yağ oranındaki artış unumsu tadı baskılayarak, unumsu tat değerinin azalmasına neden olmuştur.

Ortam havası ile paketlenmiş ve %5 hayvansal yağ içeren pişmiş kontrol grubu burger köfte örneğinda kötü tat değeri depolamanın başlangıcında 1,50 puanken; depolamanın 6.ayında 7,50 puan değerine çıkmıştır. Depolamanın başlangıcında en düşük

kötü tat değeri 1,00 puan değeri ile keten tohumu içeren pişmiş örneklerde tespit edilmiştir. Depolamanın 6.ayında %5 keten tohumu ilaveli pişmiş burger köfte örnekleri panelitlerden 5,50 puan alarak depolama sonunda en düşük kötü tat değerine sahip örnek olmuştur. %10 hayvansal yağ içeren keten tohumu ilaveli örneklerde depolamanın başlangıcında örneklerin kötü tat değeri 1,00 puan olarak belirlenmiştir. %10 hayvansal yağ içeren kontrol grubu örneğine ait kötü tat değeri depolamanın 3.ayına kadar kabul edilebilir sınırlar içerisinde olsada muhafazanın 6.ayında 7,00 puan düzeyine ulaşmıştır (Tablo 4-157). Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinde depolamanın başlangıcındaki kötü tat değeri 1,50 puandan, depolamanın 6.ayında 7,00 puan değerine çıkmıştır. Keten tohumu içeren pişmiş örneklerin kötü tat değerleri depolamanın başlangıcında 1,00 puan değerinden 5,00-5,75 puan aralığına yükselmiştir. %10 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneğinde depolamanın başında kaydedilen kötü tat değeri 1,25 puanken, depolamanın 6.ayında 6,75 değerine yükselerek, depolama sonunda kötü tat değeri en yüksek örnek olarak belirlenmiştir (Tablo 4-158). Uygulama yöntemi depolama süresince kötü tat değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlılık ifade etmiştir ($P<0,05$) (Tablo 4-159). Kontrol grubu burger köfteleri depolama süresince en yüksek kötü tat değerine sahip örnek olarak belirlenmiştir. Kötü tat değerinin keten tohumu ve buğday rüşeymi oranından etkilenmediği tespit edilmiştir.

Ortam havası ile paketlenmiş ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneklerine ait genel kabul edilebilirlik değeri depolamanın başlangıcında 7,00 puan olarak değerlendirilmişken, depolamanın 6.ayında 3,5 puan değerine düşmüştür. Depolamanın başlangıcında keten tohumu ilaveli örneklerin keten tohumu oranı arttıkça genel kabul edilebilirlik değerini düşürmüştür. %10 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfteleri depolamanın başlangıcında 7,50 puan düzeyinde genel kabul edilebilirlik değerine sahipken; depolamanın 6.ayında 4,00 puan değerine düşerek depolama sonunda genel kabul edilebilirlik değeri en çok düşen örnek olmuştur (Tablo 4-160). Keten tohumu ilave edilen örneklerin depolamanın 1.ayına kadar genel kabul edilebilirlik değerleri artış eğilimi göstermiştir, ancak keten tohumu oranı en az olan örnekler en çok beğenilen burger köfteleri olmuştur. Modifiye atmosfer paketleme uygulanan ve %5 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfte örneği için genel kabul edilebilirlik değeri 7,25'den depolamanın 6.ayında 4,25 puana düşmüştür. Depolamanın başlangıcında keten tohumu

oranındaki artış genel kabul edilebilirlik değerinin düşmesine neden olmuştur. %10 hayvansal yağ içeren kontrol grubu burger köfteleri depolamanın başlangıcında 7,75 puan düzeyinde genel kabul edilebilirlik değerine sahipken; depolamanın 6.ayında 4,50 puan düzeyinde genel kabul edilebilirlik değerine sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 4-161). Depolamanın başlangıcında buğday rüşeymi içeren örneklerin genel kabul edilebilirlik değerlerinin, keten tohumu içeren örneklere kıyasla daha yüksek olduğu saptanmıştır; ancak depolamanın farklı zamanlarında gruplar arasında kabu edilebilirlik değerlendirmesinde değişkenlik gözlenmiştir. Uygulama yöntemi depolamanın 6.ayına kadar genel kabul edilebilirlik değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlılık ifade etmiştir ($P<0,05$) (Tablo 4-162). Kontrol grubu burger köfte örnekleri depolama süresince en yüksek genel kabul edilebilirlik değerine sahip örnek olarak belirlenirken; keten tohumu oranındaki artış genel kabul edilebilirlik değerinin düşmesine neden olmuştur.

Bilek ve Turhan (2009), keten tohumu unu ilavesiyle yaptıkların çalışmalarında görünüm değeri en yüksek örnek olarak %3 keten tohumu unu ilave ettikleri sığır köftelerini tespit ederken, keten tohumu unu oranındaki artışın görünüm değerini düşürdüğü kaydetmişlerdir. Serdaroğlu ve Değirmencioğlu (2004) ise mısır ununun %4 seviyesinde Türk tipi köftelere eklenmesinin, görünüm puanlarını önemli ölçüde etkilediğini bildirmiştir. %4 mısır unu ile formüle edilen köfteler, yağ seviyesinden bağımsız olarak görünüm için daha düşük puanlara sahip olduğu ifade edilmiştir.

Gök ve ark. (2011), burger köftelerde yağ ikame maddesi olarak öğütülmüş haşhaş tohumunun etkisini inceledikleri çalışmada %5 öğütülmüş haşhaş tohumu içeren numuneler, kontrolden önemli ölçüde daha yüksek görünüm puanlarına sahip bulunduğu belirtilmiştir. Burger köftelerin renk puanları, daha yüksek öğütülmüş haşhaş tohumu seviyelerinde (%10 veya %20) azalmıştır. Haşhaş tohumunun daha yüksek düzeyde eklenmesiyle renk puanlarındaki azalma, haşhaşın doğal sarı renginden kaynaklanabileceği ifade edilmiştir.

Ran ve ark. (2020) farklı oranlarda Perilla tohumu ilave ederek hazırladıkları köfte örneklerinde %5 ve %10 Perilla tohumu ilave ederek hazırlanan örneklerin renk değerlerinin kontrol grubu renk değerinden anlamlı bir farklılık göstermediği bildirilmiştir. Ancak %15 ve %20 oranında Perilla tohumu ilave edilmesi renk değerinin anlamlı ölçüde düşürdüğü belirtilmiştir. %5 ve %10 Perilla tohumu ilave ederek

hazırlanan örneklerin koku değerleri ise diğer örneklerden anlamlı ölçüde farklı bulunmuş olup, Perilla tohumunun %15 ve %20 oranında ilave edilmesi durumunda koku değerinin anlamlı ölçüde düşmesine neden olduğu tespit edilmiştir.

Yılmaz (2005), farklı oranlarda buğday kepeği ilavesinin az yağlı köftelerin duyusal özelliklerini incelediği çalışmasında sululuk değerlerini anlamlı ölçüde farklı bulmuştur. Kontrol örneği sululuk değeri 6,0 olarak tespit edilirken, buğday kepeği oranının artması lezzet yoğunluğu değerini düşürmüş; özellikle %20 buğday kepeği ilavesiyle üretilen köftenin sululuk değeri 2,4 olarak bulunduğu vurgulanmıştır. Angiolillo ve ark. (2015) ise fruktooligosakkarit (FOS), inülin ve yulaf kepeği katkılı burger köftelerin pişirme sonrası sululuk değerini kontrol örneğinde 5,42 puan, FOS içeren örnekte 6,00 puan, inülin içeren örnekte 5,10 puan, FOS ve yulaf kepeği içeren örnekte 6,62 puan, inülin ve yulaf kepeği içeren örnekte ise 6,42 puan bulduklarını belirtmişlerdir. Serdaroğlu ve Değirmencioğlu (2004), Türk tipi köftelerin sululuk değerlerini 5,8 ile 6,8 arasında değerlendirildiğini bildirmişlerdir. Yağ düzeyinin köftenin sululuğu üzerinde hiçbir etkisi olmadığını açıklamışlardır. Gök ve ark. (2011), burger köftelerde yağ ikame maddesi olarak öğütülmüş haşhaş tohumunun etkisini inceledikleri çalışmada ise sululuk puanları anlamlı ölçüde farklılık gösterdiğini ve 5,6 ile 7,6 puan arasında değerlendirildiğini kaydetmişlerdir.

Angiolillo ve ark. (2015) fruktooligosakkarit (FOS), inülin ve yulaf kepeği katkılı burger köftelerin pişirme sonrası yumuşaklık değerini inceledikleri çalışmalarında kontrol grubunda 5,25 puan, FOS içeren örnekte 5,50 puan, inülin içeren örnekte 6,17puan, FOS ve yulaf kepeği içeren örnekte 6,80 puan, inülin ve yulaf kepeği içeren örnekte ise 6,60 puan yumuşaklık değeri puanlaması yaptıklarını belirtmişlerdir. Serdaroğlu ve Değirmencioğlu (2004), yağ oranının (%5, %10, %20) ve mısır ununun (%0, %2, %4) Türk tipi köftelerin bazı özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, % 20 yağ içeren kontrol grubu köfteleri, %5 yağ içeren köftelere göre anlamlı derecede daha yumuşak bulunmuştur.

Gök ve ark. (2011), burger köftelerde yağ ikame maddesi olarak öğütülmüş haşhaş tohumunun etkisini inceledikleri çalışmada tekstür puanları 6,8 ile 8,4 arasında belirlenmiş olup, %20 öğütülmüş haşhaş tohumu içeren numunelerin, diğer numunelerden önemli ölçüde daha iyi tekstürel yapıya sahip olduğu ifade edilmiştir. Daha

yüksek tekstür puanları, öğütülmüş haşhaş tohumu ilavesiyle artan nem tutma özelliği ile açıklanmıştır.

Yılmaz (2005), farklı oranlarda buğday kepeği ilavesinin az yağlı köftelerin lezzet yoğunluğu değerlerinde anlamlı ölçüde farklık yarattığını bulmuştur. Kontrol grubu örneğinde lezzet yoğunluğu 6,2 puan olarak tespit edilirken, buğday kepeği oranının artması lezzet yoğunluğu değerini düşürdüğü vurgulanmıştır. Serdaroğlu ve Değirmencioğlu (2004), çalışmalarında köftelerin lezzet değerlerini 5,4 ile 5,8 puan arasında belirlemişlerdir. Formülasyonlarda mısır unu az miktarda kullanıldığı için köftenin lezzetine mısır unu eklenmesinin zararlı bir etkisinin gözlenmediği tespit edilmiştir. Gök ve ark. (2011), burger köftelerinde yağ ikame maddesi olarak öğütülmüş haşhaş tohumunun etkisi, kontrol grubunda lezzet yönünden en düşük beğeni puanını (6,8) alınmasına; %10 öğütülmüş haşhaş tohumu ilavesinin ise burger köftelerinde en yüksek beğeni puanının (8,2) oluşmasına neden olmuştur. Ran ve ark. (2020) %10 Perilla tohumu ilave ederek hazırlanan köfte örneklerinde tat değerinin en yüksek seviyede olduğunu, %15 ve %20 oranında Perilla tohumu ilave edilmesinin ise tat değerini düşürdüğü ifade edilmiştir.

Öztürk (2008), pişirmeye hazır köfte örneklerinde ortam havası ile paketleme neticesinde örneklerde algılanan baharat kokusundaki azalmanın MAP uygulanan örneklerden daha fazla olduğunu bildirmiştir. Işınlanmış hava atmosferi ile paketlenmiş örneklerde baharat kokusu ortalama değeri 2 puan olarak gözlenirken, ışınlanmış MAP örneklerde ortalama değeri 3,8 puan olarak bulunmuştur.

Birçok çalışma, besin kalitesini artıran miktarlarda keten tohumu unu ilavesinin, özellikle son ürüne verdiği lezzet nedeniyle, gıdanın kabul edilebilirliğinde bir azalmaya neden olduğu bildirilmiştir. Bu durumla ilişkili olarak Turp (2016) yapmış olduğu çalışmada İnegöl köftelerinde kullanılan keten tohumu unu miktarının kabul edilebilir duyusal özelliklerle sonuçlandığını bildirmiştir. Ayrıca Turp (2016), ızgara, fırın, elektrikli tava ve ohmik yöntemle pişirilen keten tohumu unu ile zenginleştirilmiş İnegöl köftelerin arasında görünüm, renk, sululuk, lezzet ve genel kabul değerlendirme puanları açısından bir farklılık olmadığını belirtmiştir.

Angiolillo ve ark. (2015), fruktooligosakkarit (FOS), inülin ve yulaf kepeği katkılı burger köftelerin pişirme sonrası genel kalite değerlerini kontrol örneğinde 6,00 puan,

FOS içeren örnekte 6,67 puan, inülin içeren örnekte 6,93 puan, FOS ve yulaf kepeği içeren örnekte 7,60 puan, inülin ve yulaf kepeği içeren örnekte ise 7,58 puan değerinde puanlamışlardır. Heck ve ark. (2017) %50 domuz sırt yağının mikrokapsüllenmiş çiya ve keten tohumu yağları ile değiştirilmesi ile ürettikleri düşük yağlı burger köfte örnekleri ile yaptıkları çalışmada ise yüksek çoklu doymamış yağ asidi seviyelerine sahip sıvı yağların eklenmesinin duyusal kalitenin düşmesiyle sonuçlandığını açıklamışlardır. Mikrokapsülasyon uygulanan sıvı çiya yağı ilavesinin neden olduğu tüm duyusal kusurların daha yüksek lipid oksidasyonuna bağlı olarak gerçekleştiğini ifade etmişlerdir.

Yılmaz (2005), farklı oranlarda buğday kepeği ilavesinin az yağlı köftelerin fizikokimyasal ve duyusal özelliklerini incelediği çalışmada genel kabul edilebilirlik değerleri 2,4-6,4 puan aralığında bulmuştur. Kontrol grubunda genel kabul edilebilirlik değeri 6,4 puan alarak en çok tercih edilen ürün olurken, buğday kepeği oranının artması sertlik değerini düşürdüğünden %20 buğday kepeği ilavesiyle üretilen köftenin genel kabul edilebilirlik değeri 2,4 puan olarak bulunmuştur. Serdaroğlu ve Değirmencioğlu (2004), farklı yağ oranı (%5, %10, %20) ve mısır unu (%0, %2, %4) ilevesiyle ürettikleri Türk tipi köftelerinde, yağ seviyesinin genel kabul edilebilirliği önemli ölçüde etkilediğini, ancak %10 veya %20 yağ içeren örnekler arasında fark olmadığı ifade edilmişlerdir.

Hu ve Yu (2015) yaptıkları çalışmada, pirinç kepeğinden elde edilen hemiselüloz B (RBHB) ve pirinç kepeğinde çözünmeyen diyet lifinin (RBDF) farklı oranlarda ilave edilmesiyle hazırlanan köfte örneklerinin duyusal değerlendirmesi sonucunda renk, tat, doku ve genel kabul edilebilirlik değerlerinin %2-6 RBHB eklenmiş örnekler ile kontrol grubu arasında anlamlı olarak farklık bulunmadığını bildirmiştir. Duyusal değerlendirmeler, %2, %4 ve %6 RBHB'li köftelerin kabul edilebilir olduğunu ortaya koymasına rağmen duyusal değerlendirme puanlarına göre kontrol grubu en yüksek puanı alan örnekken; %6 RBDF ilave edilen örnek en düşük puanı alan örnek olarak saptanmıştır.

Yogesh ve ark. (2015), farklı oranlarda keten tohumu tozu (FSP) ilave edilmiş et hamurlarının görünüm, tat, doku, sululık ve genel kabul edilebilirlik gibi duyusal parametrelerin FSP eklenmesiyle önemli ölçüde etkilendiğini bildirmişlerdir ($P < 0.05$). Genel olarak, panelistler tarafından en yüksek puanlar kontrol grubu örneklerine

verilmiştir. Sadece sululuk puanları yüksek FSP içeren örneklerde en iyi puanları almıştır. Bunun nedeni, ürünün içindeki yüksek yağ içeriğinden kaynaklanmaktadır ki, et ürünlerindeki yağın et emülsiyonunu stabilize ederek, pişirme kaybını azaltarak, su tutma kapasitesini artırarak ve sululık sağlayarak ürünün duyusal kalitesinin iyileşmesinde önemli roller oynamasıdır (Pietrasik ve Duda 2000; Yoo ve ark. 2007). Yogesh ve ark. (2015), keten tohumu içeriği arttıkça pişmiş et hamurunun duyusal puanlarının azaldığını ($P < 0.05$) ve %5 FSP ilavesinde ürünün orta derecede kabul edilebilir olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle, %5 FSP seviyesi, et hamurundaki besleyici değeri arttırıcı yönde kullanılabilecek optimum orandaki keten tohumu olarak kabul edildiği bildirilmiştir. Bu sonuçlar bizim çalışmamız ile paralellik göstermekte, yapılan bu çalışmada da karışımda kullanılabilecek en yüksek keten tohumu oranı %10 olarak belirlenmiştir.

Turhan ve ark. (2005), sığır eti burgerlerinin genel kabul edilebilirlik puanlarının %1-2'den fazla fındıkkabuğu ilavesinden sonra düştüğünü vurgulamıştır. Bunların yanı sıra, Yogesh ve ark. (2015), keten tohumu ile muamele edilmiş numunelerde saptanan daha düşük koku puanının, muhtemelen işleme sırasında bozunan ve boya veya balık kokusuna benzer bir koku veren çoklu doymamış yağ asitlerinin varlığından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Kadous ve ark. (2014) sığır eti ikamesi olarak dana burger üretiminde buğday ruşeymi ekstrüdatı kullanımının etkilerini araştırdıkları çalışmalarında renk, tat, koku, doku ve genel kabul edilebilirlik puanları bakımından en yüksek panelist değerlendirmesinin %79,7 toplam puanla %10 buğday rüşeyni içeren formülasyonda elde edilmiştir. Panelist değerlendirmesinde %20 buğday rüşeyni içeren formülasyon en düşük toplam puanı %71,86 ile alırken, kontrol grubu %87,36 puan alarak en çok beğenilen örnek olmuştur.

Bingol ve ark. (2012), eletriksel stimülasyon (500 V, 50 Hz, 60 ve 120 sn) uygulanmış sığır etlerinden elde edilen az yağlı Türk tipi köfte örneklerinde yaptıkları çalışmalarında, eletriksel stimülasyon (ES) ile uyarılan ve MAP ambalajlı köftelerin duyusal değerlendirme sonuçlarının genel olarak depolamanın 6.gününe kadar kabul edilebilir düzeyde olduğunu bildirmişlerdir. Duyusal özellikler açısından MAP ambalajlı köfteler ortam havası ile ambalajlanan köftelere göre genel olarak daha yüksek puanlar

almıştır. Bunun yanı sıra, ES örneklerinin aroması, görünümü, rengi ve kokusu NES'e göre daha yüksek puanlar alırken, paketleme koşulları köfte örneklerinin sertliğini, hassasiyetini ve sululuğunu güçlü bir şekilde etkilemediği vurgulanmıştır. Yüksek oksijenli MAP ambalajdaki köfteler 9 gün boyunca parlak kırmızı rengini korurken, lezzet ve koku açısından 6.güne kadar depolamada kabul edilebilir olarak değerlendirilmiştir.

5.5. Sonuç

Bu çalışmada yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgular farklı paketleme yöntemi uygulanarak 6 ay boyunca -18℃'de muhafaza edilen farklı oranlarda keten tohumu ve buğday rüşeymi ilavesi ile hazırlanan sığır burger köftelerinin kalite parametreleri, raf ömrü, mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikleri ilave edilen keten tohumu ve buğday rüşeymi oranlarından etkilendiğini göstermektedir. Keten tohumu ve buğday rüşeymi ilavesi mikrobiyolojik özellikler üzerinde nisbi ölçüde inhibisyon etkisi göstermiştir. Keten tohumu ilavesinin buğday rüşeymine kıyasla daha fazla redüksyion sağladığı saptanmıştır. Keten tohumu ilavesi tüm mikroorganizma gruplarında redüksiyon sağlarken; buğday rüşeymi *Pseudomonas* spp. ve küf-maya sayısı üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmamıştır. Fiziksel ve kimyasal özellikler de keten tohumu ve buğday rüşeymi ilavesinden etkilenmiştir. Keten tohumu ve buğday rüşeymi ilavesi oranlarındaki artış burger köftelerinin yağ ve karbonhidrat içerikleri ile enerji değeri, diyet lif miktarı, kül miktarı gibi parametrelerinde artışa yol açmıştır. Ancak burger köftelerinin nem miktarı ve protein içeriklerinde azalmaya neden olmuştur. Lipid oksidasyonu buğday rüşeymi oranından etkilenmezken, keten tohumu oranını arttıkça burger köftelerinin TBARS değeri de yükselmiştir. Keten tohumu ilavesi sertlik, liflilik, sakızımsılık gibi tektürel özellikler üzerinde artış sağlamış; ancak duyusal parametrelerde düşüşe neden olmuştur. Buğday rüşeymi ise burger köftelerinin sululuk, bağlayıcılık, çiğnenebilirlik özelliklerinde iyileşme sağlamış, fakat duyusal parametrelerde aynı oranda bir iyileşme oluşturmamıştır. Ayrıca keten tohumu miktarı arttıkça pişirme sonrası burger köftelerinde daha kuru bir yapı oluşurken, buğday rüşeymi içeren örneklerde ise daha sulu ve parlak bir yapı gözlenmiştir. Bunun yanı sıra, %10 hayvansal yağ içeren burger köfteleri, %5 hayvansal yağ içeren örneklere nazaran muhafaza süresince daha sert olarak değerlendirilmiştir. Burger bileşimine keten tohumu ilavesi, buğday rüşeymi

katılmasına nazaran daha sıkı bir yapı oluşmasına neden olmuştur ki, bunun nedeni keten tohumunun ilk günden itibaren daha fazla suyu ve yağı bağlamasından kaynaklanmıştır.

Depolamanın başlangıcından itibaren nem miktarındaki azalma kuru madde miktarında artışa, bu durumda sertlik değerlerinde yükselmeye yol açmıştır. Özellikle artan muhafaza süresine bağlı olarak, keten tohumu ürünün içindeki hayvansal yağ ile daha kararlı bir şekilde bağlanmış ve ürünün liflilik ve esneklik değerlerinde artışa neden olmuştur. Bu duruma bağlı olarak da burger köftelerinin sertlik değerleri diğer örneklere nazaran daha yüksek olmuştur.

Modifiye atmosfer paketleme ortam havası ile paketlemeye kıyasla bazı özellikler üzerinde olumlu etki gösterirken; bazı özellikler üzerinde ise olumsuz etki doğurmuştur. Modifiye atmosfer paketleme uygulaması toplam canlı nikroorganizma, psikrotrof bakteri, Enterobactericeae ve küf-maya sayılarında azalma sağlarken; diğer mikroorganizmaların sayısında zamana bağlı olarak artışa neden olmuştur. Modifiye atmosfer paketleme uygulaması tekstürel özellikler üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşmazken; renk değerlerinde artış etkisi olmuştur. Modifiye atmosfer paketleme uygulaması burger köfte örneklerinin kimyasal özellikleri üzerinde depolamanın 3.ayına kadar olumlu bir etki gösterse de depolamanın 6.ayında etkili olmadığı belirlenmiştir. Hazırlanan burger köftelerin 6 aylık depolama sonunda bozulma belirtileri gösterdiği, ürünler üzerinde uzun süreli depolamadan kaynaklı yüzeysel kuruma ve don yanıkları oluştuğu tespit edilmiştir. Bu nedenle, et karışımı olarak hazırlanacak burger köftelerinin raf ömrünün 3 aydan fazla olmaması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Besin değerini arttırmak için ürün bileşimine ilave edilecek keten tohumunun düşük miktarlarda kullanımının tüketiciler tarafından kabul görebileceği, yüksek oranlarda katılımının ürünün yapısal özellikleri ve lezzetine olumsuz yönde etki ettiği için tercih edilmeyeceği; keten tohumu unu gibi buğday rüşeyminin de düşük oranlarda ürün içerisine katımının tolere edilebileceği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Afshari, R., Hosseini, H., Khaneghah, A.M. ve Khaksar, R. (2017). Physico-chemical properties of functional low-fat beef burgers: Fatty acid profile modification. *LWT - Food Science and Technology*, **78**, 325-331.
- Agyekum, A.K. ve Nyachoti, C.M. (2017). Nutritional and metabolic consequences of feeding high-fiber diets to swine: a review. *Engineering*, **3**, 716–725.
- Akkaya, E. (2019). *Farklı Enzim Uygulamalarının ve Olgunlaştırma Yöntemlerinin Sığır Etlerinin Kalite Parametreleri ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi.* Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Alejandre, M., Passarini, D., Astiasarán, I. ve Ansorena, D. (2017). The effect of low-fat beef patties formulated with a low-energy fat analogue enriched in long-chain polyunsaturated fatty acids on lipid oxidation and sensory attributes. *Meat Science*, **134**, 7-13.
- Alişarlı, M. (2000). Mikrobiyolojik ve kimyasal analizlerle kıymada bozulma anının belirlenmesi. *IV. Ulusal Veteriner Mikrobiyoloji Kongresi*, Ankara.
- Altuntas, İ. ve Turhan, S. (2013). Effect of packaging methods on colour, lipid quality and microbial growth of beef patties enhanced with flaxseed flour. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. **33(1)**, 58-66.
- AMSA (American Meat Science Association) (1991). *Guidelines for meat color evaluation.* Chicago, Illinois: American Meat Science Association & National Livestock and Meat Board.
- AMSA (2008). *Low-Oxygen Packaging of Fresh Meat with Carbon Monoxide: Meat Quality, Microbiology, and Safety*. AMSA White Paper Series, Number 2, January, 2008.
- Anar, Ş. (2015). *Et ve Et Ürünleri Teknolojisi.* Bursa: Dora Yayıncılık.
- Angiolillo, L., Conte, A. ve Del Nobile, M.A. (2015). Technological strategies to produce functional meat burgers. *LWT - Food Science and Technology*, **62**, 697-703.

- AOAC. (1990). *Official methods of analysis*. Centennial Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., USA.
- AOAC. (2009). *Official methods of analysis*. 17. Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., USA.
- Arslan, A. (2013). *Et Muayenesi ve Et Ürünleri Teknolojisi.* Malatya: Medipres Yayıncılık.
- Atasoy, H., Özkan K., Karadağ A., Sağdıç O. (2019). Farklı Partikül Boyutlarındaki Enginar Lifi İlavesinin Köfte Kalitesi Üzerine Etkisi, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, **16**, 275-282.
- Atay, O., Gökdal, Ö., Aygün, T. ve Ülker, H. (2004). *Aydın İli Çine İlçesinde Kırmızı Et Tüketim Alışkanlıkları.* 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi. Isparta.
- Bağdatlı, A. (2008). *Farklı paketleme yöntemlerinin taze etin kalite özellikleri üzerine etkilerinin incelenmesi.* Yüksek Lisans Tezi. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Bağdatlı, A. B. ve Kayaardı, S. (2010). Et ve et ürünlerinde kullanılan paketleme yöntemleri. *Akademik Gıda,* **8(2)**, 24-30.
- Bekhit, A.E.D., Geesink, G.H., Ilian, M.A., Morton, J.D., Bickerstaffe, R. (2003). The effects of natural antioxidants on oxidative processes and metmyoglobin reducing activity in beef patties. *Food Chemistry*, **81**, 175–187.
- Berruga, M.L., Vergara, H., Linares, M.B. (2005). Control of microbial growth and rancidity in rabbit carcasses by modified atmosphere packaging. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **85**, 1987-1991.
- Bilek, A.E. ve Turhan, S. (2009). Enhancement of the nutritional status of beef patties by adding flaxseed flour. *Meat Science*, **82**, 472–477.
- Bilir-Ormancı, F. S. ve Koluman, A. (2006). Kırmızı et ve paketleme. *Akademik Gıda,* **4(3)**, 3-5.
- Bingol, E.B., Çetin, Ö., Çolak, H., Nazli, B.. ve Ergün, Ö. (2012). Effects of High-Oxygen Modified Atmosphere Packaging on the Microbiological Quality and ShelfLife ofTekirdag Kofte: A Turkish Type Meatball. *Journal of Animal and Velerniary Advances*, **11(17)**, 3148-3155.
- Bingol, E.B., Çolak, H., Çetin, Ö., Kahraman, T., Hampikyan, H. ve Ergün, Ö. (2012). Combined Effect of Electrical Stimulation and High-Oxygen Modified

Atmosphere Packaging on the Sensorial Characteristics and Shelf-Life ofLow-Fat Turkish Type Meatballs (Kofte). *Journal of Animal and Velerniary Advances*, **11(20)**, 3687-3696.

- Bingol, E.B. ve Ergun, O. (2011). Effects of modified atmosphere packaging (MAP) on the microbiological quality and shelf life of ostrich meat. *Meat Science*, **88(4),** 774-785.
- Bingöl, E.B. (2009). *Farklı modifiye atmosfer paketleme (MAP) uygulamalarının devekuşu etinin mikrobiyolojik kalitesi ve raf ömrü üzerine etkileri.* Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bingöl, E.B. ve Bostan, K. (2012). Bir Gıda Katkı Maddesi Olarak Laktatların Et ve Et Ürünlerinde Kullanımı. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi,* **38(1)**, 79-88.
- Bligh, E.G. ve Dyer,W.J. (1959). A Rapid Method of Total Lipid Ekstraction and Purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, **37**, 911-917.
- Boukid, F., Folloni, S., Ranieri, R. ve Vittadini, E. (2018). A compendium of wheat germ separation, stabilization and food applications. *Trends in Food Science and Technology*, **78**, 120-133.
- Bourne, M. (1978). Texture profile analysis. *Food Technology*, **32**, 62-67.
- Bozkurt, H. ve İçier, F. (2010). Ohmic cooking of ground beef: Effects on quality. *Journal of Food Engineering*, **96(4)**, 481–490.
- Budak, A. ve Kayaardı, S. (2006). Et ve et ürünlerinde yağ oranının düşürülmesi. *Akademik Gıda,* **4(6)**, 6-10.
- Bustamante, M., Oomah, B.D., Rubilar, M. ve Shene, C. (2017). Effective *Lactobacillus plantarum* and *Bifidobacterium infantis* Encapsulation With Chia Seed (*Salvia Hispanica* L.) and Flaxseed (*Linum Usitatissimum* L.) Mucilage and Soluble Protein By Spray Drying. *Food Chemistry*, **1(216)**, 97-105.
- Cengiz, A. (2019). *Et ve Et Ürünleri İşleme Teknolojisi Ders Notları.* Erişim 12.05.2021, https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/alime.cengiz/132847/Et%20teknolojisi%20ders%20notu%20-%20T%C3%BCm%20d%C3%B6nem.pdf

- Chen, H., Zhao, C., Li, J., Hussain, S., Yan, S. ve Wang, Q. (2018). Effects of extrusion on structural and physicochemical properties of soluble dietary fiber from nodes of lotus root. *Food Science and Technology,* **93**, 204-211.
- Chen, Z.Y., Ratnayake, W.M.N. ve Cunnane, S.C. (1994). Oxidative stability of flaxseed lipids during baking. *Journal of the American Oil Chemists' Society,* **71**, 629-632.
- Chmiel, M., Roszko, M., Hac-Szymanczuk, E., Adamczak, L., Florowski, T., Pietrzak, D. ve ark. (2020). Time evolution of microbiological quality and content of volatile compounds in chicken fillets packed using various techniques and stored under different conditions. *Poultry Science*, **99(2)**, 1107-1116.
- Colak, H., Hampikyan, H., Bingol, E.B. ve Aksu, H. (2008). The effect of nisin and bovine lactoferrin on the microbiological quality of Turkish-style meatball (Tekirdağ köfte). *Journal of Food Safety*, **28**, 355–375.
- Çelegen, Ş. (2019). *Hayvansal yağ ikamesi olarak zeytinyağı emülsiyonu ile hazırlanan oleojel ve bezelye kabuğu tozunun yağı azaltılmış hamburger köftesi üretiminde kullanım imkanlarının araştırılması.* Yüksek Lisans Tezi. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Nevşehir.
- Dai, F.J. ve Chau, C.F. (2017). Classification and regulatory perspectives of dietary fiber. *Journal of Food and Drug Analysis,* **25(1)**, 37-42.
- de Vasconcelos, M.C.B.M., Bennett, R., Castro, C., Cardoso, P., Saavedra, M.J. ve Rosa, E.A. (2013). Study of composition, stabilization and processing of wheat germ and maize industrial by-products. *Industrial Crops and Products*, **42**, 292-298.
- Demirci, M. (2016). *Gıda Kimyası.* Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları: Tekirdağ.
- Demirekin, A. ve Gül, H. (2016). Enzime Dirençli Nişasta ve Sağlık Üzerindeki Etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **30(2)**, 71-78.
- Denktaş, S. (2017). Et ve et ürünlerinin fonsiyonelliğinin arttırılması. *Kocatepe Veterinary Journal*, **10(2)**, 106-117.
- Djordjevic, J., Boskovic, M., Starcevic, M., Ivanovic, J., Karabasil, N., Dimitrijevic, M. ve ark. (2018). Survival of *Salmonella* spp. in minced meat packaged under vacuum and modified atmosphere. *Brazilian Journal of Microbiology*, **49(3)**, 607-613.

- Djordjevic, J., Boskovic, M., Starcevic, M., Ivanovic, J., Karabasila, N. ve Dimitrijevic, M. (2018). Survival of Salmonella spp. in minced meat packaged under vacuum and modified atmosphere. *Brazilian Journal of Microbiology*, **49**, 607-613.
- Donaldson, M.S. (2004). Nutrition and cancer: A review of the evidence for an anti-cancer diet. *Nutrition Journal*, **20(3)**, 19.
- Dülger, D. ve Şahan, Y. (2011). Diyet Lifin Özellikleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi,* **25(2)**, 147-158.
- Dzudie, T., Scher, J. ve Hardy, J. (2002).Common bean flour as an extender in beef sausages. *Journal of Food Engineering*, **52**, 143-147.
- Dzuvor, C.K.O.D., Taylor, J.T., Acquah, C., Pan, S. ve Agyei, D. (2018). Bioprocessing of functional ingredients from flaxseed. *Molecules*, **24**, 23(10), 2444.
- Eisenmenger, M. ve Turgut-Dunford, N. (2007). Bioactive components of commercial and supercritical carbon dioxide processed wheat germ oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, **85**, 55–61.
- Ekici, L. ve Erçoskun, H. (2007). Et ürünlerinde diyet lif kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, **1**, 83-90.
- Elboutachfaiti, R., Delattre, C., Quéro, A., Roulard, R., Duchêne J., Mesnard, F. ve ark. (2017). Fractionation and structural characterization of six purified rhamnogalacturonans type I from flaxseed mucilage. *Food Hydrocolloids*, **62**, 273-279.
- Epaminondas, P.S., Araújo, K.L.G.V., Lima de Souza, A., Silva, M.C.D., Queiroz, N., Souza, A.L. ve ark. (2011). Influence of toasting on the nutritious and thermal properties of flaxseed. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, **106**, 551-555.
- Ercan, R. *Gıda Muhafaza Yöntemleri.* Erişim 07.03.2021. https://acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=75021
- Ercolini, D., Russo, F., Torrieri, E., Masi, P. ve Villani, F. (2006). Changes in the spoilage-related microbiota of beef during refrigerated storage under different packaging conditions. *Applied And Environmental Microbiology*, **72(7)**, 4663-4671.

- Erdinç, B. ve Acar, J. (1996). Gıda muhafazasında modifiye atmosfer paketleme. *Gıda,* **21(1)**, 17-21.
- Erkan, M. ve Aksu, H. (2012). Modifiye atmosfer paketleme tekniğinin dilimlenmiş taze kaşar peynirinin mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri üzerine etkisi. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi,* **32(1)**, 57-68.
- Erkmen, O. (2013). *Gıda Mikrobiyolojisi.* Ankara: Efil Yayıncılık.
- Esmer, Ö.K. Irkin, R., Değirmencioğlu, N. ve Değirmencioğlu, A. (2011). The effects of modified atmosphere gas composition on microbiological criteria, color and oxidation values of minced beef meat. *Meat Science*, **88**, 221–226.
- Fernandez-Gines, J.M., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E. Sendra, E. ve Perez-Alvarez, J.A. (2004). Lemon albedo as a new source of dietary fiber: Application to bologna sausages. *Meat Science*, **67**, 7-13.
- Fraqueza, M. J. ve Barreto, A. S. (2011). Gas mixtures approach to improve turkey meat shelf life under modified atmosphere packaging: The effect of carbon monoxide. *Poultry Science*, **90(9)**, 2076-2084.
- Fraqueza, M.J. ve Barreto, A. S. (2011). Gas mixtures approach to improve turkey meat shelf life under modified atmosphere packaging: The effect of carbon monoxide. *Poultry Science*, **90**, 2076-2084.
- Ganorkar, P. M. ve Jain, R. K. (2013). Flaxseed – a nutritional punch. *International Food Research Journal,* **20(2)**, 519-525.
- Ghafouri-Oskuei, H., Javadi, A., Asl, M.R.S., Azadmard-Damirchi, S. ve Armin, M. (2020). Quality properties of sausage incorporated with flaxseed and tomato powders. *Meat Science*, **161**, 107957.
- Gili, R.D., Irigoyen, R.M.T., Penci, M.C., Giner, S.A. ve Ribotta, P.D. (2017). Physical characterization and fluidization design parameters of wheat germ. *Journal of Food Engineering,* **212**, 29-37.
- Gómez, M., González, J. ve Oliete, B. (2012). Effect of extruded wheat germ on dough rheology and bread quality. *Food and Bioprocess Technology,* **5**, 2409–2418.
- Gouda, N., Singh, R.K., Meher, S.N. ve Panda, A.K. (2017). Production and characterization of bio oil and bio char from flax seed residue obtained from

supercritical fluid extraction industry. *Journal of the Energy Institute,* **90(2)**, 265-275.

- Gök, V., Akkaya, L., Obuz, E. ve Bulut, S. (2011). Effect of ground poppy seed as a fat replacer on meat burgers. *Meat Science,* **89**, 400-404.
- Gül, M. ve Tekçe, E. (2014). Ruminantların Beslenmesinde ADF ve NDF'nin Önemi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi,* **9(1)**, 63-73.
- Güneş, G., Yılmaz, N. ve Öztürk, A. (2012). Effects of irradiation dose and O_2 and CO_2 concentrations in packages on foodborne pathogenic bacteria and quality of ready-to-cook seasoned ground beef product (meatball) during refrigerated storage. *The Scientific World Journal*, **2012(10)**, 274219.
- Gürbüz, Ü. (2009). *Mezbaha Bilgisi ve Pratik Et Muayenesi.* Konya: Selçuk Üniversitesi Basımevi.
- Güven, N. (2010). *Düsük Yağlı Hamburger Üretiminde Havuç Lifi Kullanım Olanağı.* Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Han, M. ve Bertram, H.C. (2017). Designing healthier comminuted meat products: Effect of dietary fibers on water distribution and texture of a fat-reduced meat model system. *Meat Science,* **133**, 159-165.
- Hautrive, T.P., Piccolo, J., Rodrigues, A.S., Campagnol, P.C.B. ve Kubota, E.H. (2019). Effect of fat replacement by chitosan and golden flaxseed flour (wholemeal and defatted) on the quality of hamburgers. *LWT - Food Science and Technology*, **102**, 403-410.
- HAYGEM (2021, Ocak). Erişim 04.05.2021, https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/HAYGEM.pdf
- Hecer, C. (2012). Et teknolojisinde ambalajlama yöntemleri. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi,* **31(1)**, 57-62.
- Heck, R.T., Vendruscolo, R.G., Etchepare, M.A., Cichoski, A.J., Menezes, C.R. ve Barin, J.S. (2017). Is it possible to produce a low-fat burger with a healthy n−6/n−3 PUFA ratio without affecting the technological and sensory properties?. *Meat Science*, **130**, 16-25.
- Hood, D.E. ve Mead, G.C. (1993). Modified atmosphere storage of fresh meat and poultry İçinde Parry, R.T. (Ed.), *Principles and applications of modified atmosphere packaging of foods©.* Switzerland: Springer; 269-298.

- Hu, G. ve Yu, W. (2015). Effect of hemicellulose from rice bran on low fat meatballs chemical and functional properties. *Food Chemistry,* **186**, 239-243.
- IARC (2015). Monographs evaluate consumption of red meat and processed meat. Lyon, France. Erişim Tarihi: 06.02.2021. https://www.iarc.fr/en/mediacentre/pr/2015/pdfs/pr240_E.pdf.
- ICC (2004). International Color Consortium, Specification ICC.1:2004-10 (Profile version 4.2.0.0) Image technology colour management — Architecture, profile format and data structure.
- Irkin, R., Esmer, O.K., Degirmencioglu, N., Degirmencioglu, A. (2011). Influence of packaging conditions on some microbial properties of minced beef meat at 4ºC storage. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 17, 655-663.
- ISO 6888-1. (07/2003) Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (Staphylococcus aureus and other species) Technique including confirmation of colonies.
- ISO 6887-1 (09/1999) Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination Part 1: General rules for preparation of dilutions for microbiological examination. Geneva, Switzerland.
- ISO 4833 (05/2003) General guidance for the enumeration of micro-organisms Colony-count technique at 30°C. Geneva, Switzerland.
- ISO 17410 (05/2001) Microbiology of food and animal feeding stuffs -- Horizontal method for the enumeration of psychrotrophic microorganisms. Geneva, Switzerland.
- ISO 21528-2 (08/2004) Microbiology of food and animal feeding stuffs Horizontal methods for the detection and enumeration of Enterobacteriaceae Part 2: Colony-count technique. Geneva, Switzerland.
- ISO 16649-2 (04/2001) Horizontal method for the enumeration of β-glucuronidase-positive E. Coli Part 2: Colony-count technique at 44°C using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl-β-D-glucuronide. Geneva, Switzerland.
- ISO 13720 (08/2010) Meat and meat products - Enumeration of presumptive Pseudomonas spp. Geneva, Switzerland.

- ISO 15214 (08/1998) Microbiology of food and animal feeding stuffs Horizontal method for enumeration of Mesophilic Lactic Acid Bacteria Colony-count technique at 30°C. Geneva, Switzerland.
- ISO 15213 (05/2003) Microbiology of food and animal feeding stuffs Horizontal method for the enumeration of sulfite-reducing bacteria growing under anaerobic conditions. Geneva, Switzerland.
- ISO 7954 (08/1988) General guidance for enumeration of Yeasts and Molds Colony-count technique at 25°C. Geneva, Switzerland.
- ISO 6658 (1985). Sensory analysis–Methodology–General guidance. Geneva, Switzerland.
- ISO 8586-1 (1993). Sensory analysis—general guidance for the selection, training and monitoring of assessors: Part 1. Selected assessors. Geneva, Switzerland.
- İpek, K.D. ve Yılmaz H.Ö. (2018). Diyetin ve karbonhidrat içeriğinin mikrobiyotaya etkisi. *Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi,* **3(2)**, 29-39.
- İşleroğlu, H., Yıldırım, Z. ve Yıldırım, M. (2005). Fonksiyonel bir gıda olarak keten tohumu. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi,* **2**, 23-30.
- Jakobek, L. ve Matić, P. (2019). Non-covalent dietary fiber - Polyphenol interactions and their influence on polyphenol bioaccessibility. *Trends in Food Science and Technology,* **83**, 235-247.
- Jakobsen, M. ve Bertelsen, G. (2002). The use of CO_2' in packaging of fresh red meats and its effect on chemical quality changes in the meat: A review. *Journal of Muscle Foods*, **13**, 143-168.
- Jayasingh, P., Cornforth, D.P., Brennand, C.P., Carpenter, C.E. ve Whittier, D.R. (2002). Sensory evaluation of ground beef stored in high-oxygen modified atmosphere packaging. *Journal of Food Science*, **67**, 3493-3496.
- Jhala, A. ve Hall, L.M. (2010). Flax (*Linum usitatissimum* L.): current uses and future applications. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, **4(9)**, 4304-4312.

- Jiménez-Colmenero, F. Carballo, J. ve Cofrades, S. (2001). Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *Meat Science,* **59(1)**, 5-13.
- Kadous, M.F.S., Mahgoubİ A.S., Shehata, W.M. (2014). The utilization of wheat germ in burger preparation. *Annals of Agricultural Science Moshtohor*, **52(1),** 19-25.
- Kajla, P., Sharma, A. ve Sood, D.R. (2015). Flaxseed—a potential functional food source. *Journal of Food Science and Technology*, **52(4)**, 1857-1871.
- Kalpana, J., Vali, S.A. (2009). Proximate composition of wheat germ based products. *Journal of Dairying, Foods & Home Sciences*, **28 (3-4)**, 241-243.
- Karabacak, M., Kanbur, M., Eraslan, G. ve Soyer-Sarıca, Z. (2011). The antioxidant effect of wheat germ oil on subchronic coumaphos exposure in mice. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **74(7)**, 2119-2125.
- Karabudak E. (2002). Etlerdeki lipid peroksidasyonunun bir ürünü olarak malonaldehid ve ölçüm yöntemleri. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, **31(1),** 43-48.
- Karagöz, Ş. ve Demirdöven, A. (2017). Gıda ambalajlamada güncel uygulamalar: modifiye atmosfer, aktif, akıllı ve nanoteknolojik ambalajlama uygulamaları. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi,* **6(1)**, 9-21.
- Karlı, K. (2017). Diyet posasının hastalıklar ile olan ilişkisi. *Sağlık Bilimleri ve Yaşam Dergisi*, **2(2)**, 6-17.
- Kasote, D.M. (2013). Flaxseed phenolics as natural antioxidants. *International Food Research Journal*, **20(1)**, 27-34.
- Katmer, B. (2019). *Sığır Eti Köftelerinde Chia Unu Ve Pişirme Süresinin Kalitatif Özellikler Ve Akrilamid Oluşumuna Etkileri.* Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Kaynakçı, E. ve Kılıç, B. (2009). Et ürünlerinde yeni eğilimler: daha sağlıklı ürün geliştirme çalışmaları. *Akademik Gıda,* **7(6)**, 52-59.
- Kennedy, C., Buckley, D.J. ve Kerry, J.P. (2004). Display life of sheep meats retail packaged under atmospheres of various volumes and compositions. *Meat Science*, **68(4)**, 649-658.
- Khan, K., Jovanovski, E., Ho, H.V.T., Marques, A.C.R., Zurbau, A., Mejia, S.B. ve ark. (2018). The Effect Of Viscous Soluble Fiber On Blood Pressure: A

Systematic Review And Meta-Analysis Of Randomized Controlled Trials. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases,* **28(1)**, 3-13.

- Khattab, R.Y. ve Zeitoun, M.A. (2013). Quality evaluation of flaxseed oil obtained by different extraction techniques. *LWT - Food Science and Technology,* **53(1)**, 338-345.
- Khalid, A., Sohaib, M., Nadeem, M.T., Saeed, F., Imran, A., Imran, M. ve ark. (2021). Utilization of wheat germ oil and wheat bran fiber as fat replacer for the development of low-fat beef patties. *Food Science Nutrition,* **9**, 1271-1281.
- Kılınç, B. ve Çaklı, Ş. (2001). Paketleme tekniklerinin balık ve kabuklu su ürünleri mikrobiyal florası üzerine etkileri. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences,* **18(1)**, 279-291.
- Kılınç, B. ve Çaklı, Ş. (2004). Su ürünlerinin modifiye atmosferde paketlenmesi. *Su Ürünleri Dergisi,* **21(3-4)**, 349-353.
- Kim, Y. ve Youjin Je, Y. (2016). Dietary Fibre İntake And Mortality From Cardiovascular Disease And All Cancers: A Meta-Analysis Of Prospective Cohort Studies. *Archives of Cardiovascular Diseases,* **109(1),** 39-54.
- Koutsounanis, K.P., Stamatiou, A.P., Drosinos E.H., Nychas, G.J.E. (2008). Control of spoilage mıcroorganısms in minced pork by a self- developed modified atmosphere induced by the respiratoıy activity of meat microflora. *Food Microbiology*, 25: 915-921.
- Köker, Ö. (2020). *Farklı çemen formülasyonları ile üretilen hamburger köftelerin fizikokimyasal ve mikrobiyolojik kalitelerinin belirlenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Kumar, G.S. ve Krishna, A.G.G. (2015). Studies on the nutraceuticals composition of wheat derived oils wheat bran oil and wheat germ oil. *Journal of Food Science and Technology,* **52(2)**, 1145-1151.
- Kurek, M.A., Karp, S., Wyrwisz, J. ve Niu, Y. (2018). Physicochemical properties of dietary fibers extracted from gluten-free sources: quinoa (*Chenopodium quinoa*), amaranth (*Amaranthus caudatus*) and millet (*Panicum miliaceum*). *Food Hydrocolloids,* **85**, 321-330.
- Kurt, Ş. ve Kılınççeker, O. (2011). Mixture optimization of beef, turkey, and chicken meat for some of the physical, chemical, and sensory properties of meat patties. *Poultry Science,* **90**, 1809-1816.

- Lara-Espinoza, C., Carvajal-Millán, E., Balandrán-Quintana, R., López-Franco, Y. ve Rascón-Chu, A. (2018). Pectin and Pectin-Based Composite Materials: Beyond Food Texture. *Molecules,* **18**, 23(4), 942.
- Ljubicic, M., Saric, M.M., Rumbak, I., Baric, I.C., Komes, D., Satalic, Z., ve ark. (2017). Knowledge about dietary fibre and its health benefits: A cross-sectional survey of 2536 residents from across Croatia. *Medical Hypotheses,* **105**, 25-31.
- López-Vargas, J.H., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J.A. ve Viuda-Martos, M. (2014). Quality characteristics of pork burger added with albedo-fiber powder obtained from yellow passion fruit (Passiflora edulis var. flavicarpa) co-products. *Meat Science*, **97**, 270-276.
- Lu, X., Cornforth, D.P., Carpenter, C.E., Zhu, L. ve Luo, X. (2020). Effect of oxygen concentration in modified atmosphere packaging on color changes of the M. longissimus thoraces et lumborum from dark cutting beef carcasses. *Meat Science*, **161**, 107999.
- Lyu, Z.Q., Huang, C.F., Li, Y.K., Li, P.L., Liu, H., Y.F. Chen ve ark. (2018). Adaptation duration for net energy determination of high fiber diets in growing pigs. *Animal Feed Science and Technology*, **241**, 15-26.
- Ma, S., Wang, X., Zheng, X., Tian, S., Liu, C., Li, L. ve ark. (2014). Improvement of the quality of steamed bread by supplementation of wheat germ from milling process. *Journal of Cereal Science,* **60(3),** 589-594.
- Makki, K., Deehan, E.C., Walter, J. ve Backhed, F. (2018). The ımpact of dietary fiber on gut microbiota in host health and disease. *Cell Host Microbe,* **13;23(6),** 705-715.
- Mancini, R.A., Ramanathan, R., Suman, S.P., Konda, M.K.R. ve Joseph, P. (2010). Effects of lactate and modified atmospheric packaging on premature browning in cooked grmmd beef patties. *Meat Science*, **85**, 339-346.
- Mansour, E.H. ve Khalil, A.H. (1997). Characteristics of low-fat beefburger as influenced by various types of wheat fibers, *Food Research International,* **30(314),** 199-205.
- Mattila, P.H., Pihlava, J.M., Hellström, J., Nurmi, M., Eurola, M., Mäkinen, S. ve ark. (2018). Contents of phytochemicals and antinutritional factors in commercial protein-rich plant products. *Food Quality and Safety,* **2(4)**, 213-219.

- McKevith, B. (2004). Nutritional aspects of cereals. *Nutrition Bulletin,* **29**, 111-142.
- McRae, M.P. (2017). Dietary Fiber Is Beneficial for the Prevention of Cardiovascular Disease: An Umbrella Review of Meta-analyses. *Journal of Chiropractic Medicine,* **16(4)**, 289-299.
- McRae, M.P. (2018). Dietary fiber ıntake and type 2 diabetes mellitus: an umbrella review of meta-analyses. *Journal of Chiropractic Medicine,* **17(1)**, 44-53.
- Megahed, M.G. (2011). Study on stability of wheat germ oil and lipase activity of wheat germ during periodical storage. *Agriculture and Biology Journal of North America,* **2(1)**, 163-168.
- MEGEP (2016). *Et ve Et Ürünleri Teknolojisi.* Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı. Erişim 15.04.2021, http://meslek.eba.gov.tr/?p=bom&tur=mem
- Meltem, S. (2006) Improving low fat meatball characteristics by adding whey powder. *Meat Science*, **72(1),** 155–163.
- Metin, S. (2003). Modifiye atmosferde paketleme teknolojisinin alabalık dolmalarınının kalitesi ve raf ömrü üzerine etkisi. *Gıda,* **28(1)**, 85-93.
- Mongeau, R. ve Brooks, S.P.J. (2016). Dietary fiber: properties and sources. İçinde Caballero, B., Finglas, P. ve Toldra, F. (Ed.), *Encyclopedia of food and health.* Oxford: Academic Press; 404–412.
- Morales-delaNuez, A., Moreno-Indias, I., Falcon, A., Arguello, A., Sanchez-Macias, D., Capote, J., ve Castro, N. (2009). Effects of various packaging systems on the quality characteristic of goat meat. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences,* **22**, 428-432.
- Murphy, E. W., Criner, P. E., Grey, B. C. (1975). Comparision of methods for calculating retentions of nutrients in cooked foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* **23**, 1153–1157.
- Naz, A. ve Butt, M.S. (2011). Oxidative stability of wheat germ and rice bran oils in frying. *Internet Journal of Food Safety,* **13**, 232-236.
- Niness, K.R. (1999). Inulin and Oligofructose: What Are They. *The Journal of Nutrition,* **129(7)**, 1402-1406.

- Ning, H., Van Horn, L., Shay, C.M. ve Lloyd-Jones, D.M. (2014). Associations of Dietary Fiber Intake With Long-Term Predicted Cardiovascular Disease Risk and C-Reactive Protein Levels (from the National Health and Nutrition Examination Survey Data. *American Journal of Cardiology,* **15, 113(2)**, 287-91.
- NMKL, (1991). Nordic Committee on Food Analysis: Brochothrix thermosphacta. Determination in Meat and Meat Products, No.141.
- Orkusz, A., Haraf, G., Okruszek, A. ve Werenska-Sudnik, M. (2017). Lipid oxidation and color changes of goose meat stored under vacuum and modified atmosphere conditions. *Poultry Science,* **96(3)**, 731-737.
- Özen, F. (2008). *Bitkisel ekstrakt kullanımının Tekirdağ köftesinin mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri üzerine etkisi.* Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Özgöçmen M. (2020). Bilinçsiz tüketilen keten tohumunun kemik doku üzerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi,* **11(2)**, 206-211.
- Özkal, S.G. (2009). Response surface analysis and modeling of flaxseed oil yield in supercritical carbon dioxide. *Journal of the American Oil Chemists' Society,* **86**, 1129-1135.
- Özoğul, Y., Özoğul, F. ve Küley, E. (2006). Modifiye edilmiş atmosfer paketlemenin balık ve balık ürünlerine etkisi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi,* **23(1-2),** 193-200.
- Öztürk, A. (2008). *Modifiye atmosferde paketleme ve ışınlamanın pişirmeye hazır köftelerin kalitesi üzerine etkisi.* Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Öztürk, C. (2013). *Hamburger köftelerinin mikrobiyolojik özellikleri.* Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Öztürk, A., Yilmaz, N. ve Güneş, G. (2009). Effect of different modified atmosphere packaging on microbial quality, oxidation and colour of a seasoned ground beef product (meatball). *Packaging Technology and Science,* **23(1),** 19-25.
- Özünlü, O., Ergezer, H. ve Gökçe, R. (2019). Sağlıklı et ürünleri geliştirme stratejileri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi,* **25(7)**, 839-845.

- Pietrasik, Z. Duda, Z. (2000). Effect of fat content and soy protein/carrageenan mix on the quality characteristics of comminuted, scalded sausages. *Meat Science*, **56(2),** 181–188.
- Piñero, M.P., Parra, K., Huerta-Leidenz, N., Arenas de Moreno, L., Ferrer, M., Araujo, S. ve ark. (2008). Effect of oat's soluble fibre (β-glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties. *Meat Science,* **80**, 675-680.
- Polat, H. ve Yılmaz Tuncel, N. (2020). Sürdürülebilir Et Üretimi. *Gıda,* **46(1)**, 134-151.
- Prado, M.E.A. (2019). Physicochemical and sensorial characteristics of beef burgers with added tannin and tannin-free whole sorghum flours as isolated soy protein replacer. *Meat Science,* **150**, 93-100.
- Rababah, T., Hettiarachchy, N.S., Horax, R., Cho, M.J., Davis, B., ve Dickson, J. (2006). Thiobarbituric acid reactive substances and volatile compounds in chicken breast meat infused with plant extracts and subjected to electron beam irradiation. *Poultry Science,* **85,** 1107-1113.
- Ramin, S., Mysz, M.A., Meyer, K., Capistrant, B., Lazovich, D. ve Prizment, A. (2020). A prospective analysis of dietary fiber intake and mental health quality of life in the Iowa women's health study. *Maturitas,* **131**, 1-7.
- Ran, M., Chen, C., Li, C., He, L. ve Zeng, X. (2020). Effects of replacing fat with Perilla seed on the characteristics of meatballs. *Meat Science*, **161**, 107995.
- Rao, D.N. ve Sachindra, N.M. (2002). Modified atmosphere and vacuum packaging of meat and poultry products. *Food Reviews International,* **18(4)**, 263-293.
- Rizzello, C.G., Nionelli, L., Coda, R., De Angelis, M. ve Gobbetti, M. (2010). Effect of sourdough fermentation on stabilisation, and chemical and nutritional characteristics of wheat germ. *Food Chemistry,* **119(3)**, 1079-1089.
- Rubilar, M., Gutiérrez, C., Verdugo, M., Shene, C. ve Sineiro J. (2010). Flaxseed as a source of functional ingredients. *Journal of soil science and plant nutrition,* **10(3)**, 373-377.
- Salman, G.Ş. (2012). *Düşük yağlı hamburger üretiminde limon lifi kullanım olanağı*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Sancar, T. (2016). *Farklı paketleme yöntemlerinin buzdolabı koşullarındaki etsiz çiğ köftenin dayanma süresine etkisinin incelenmesi.* Yüksek Lisans Tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Sangnark, A. ve Noomhorm, A. (2004). Chemical, physical and baking properties of dietary fiber prepared from rice straw. *Food Research International*, **37(1)**, 66-74.
- Sarıcaoğlu, F.T. ve Turhan, S. (2013). Geleneksel Bir Türk Et Ürünü Olan Akçaabat Köftesinin Kimyasal Bileşimi, Renk ve Tekstürel Özellikleri. *Gıda,* **38(4),** 191-198.
- Sawicki, C.M., Livingston, K.A., Obin, M., Roberts, S.B., Chung, M. ve McKeown, N.M. (2017). Dietary Fiber and the Human Gut Microbiota: Application of Evidence Mapping Methodology. *Nutrients,* **10, 9(2),** 125.
- Sayas-Barberá, E., Martín-Sánchez, A.M., Cherif, S., Ben-Abda, J. ve Pérez-Álvarez, J.A. (2020). Effect of date (*Phoenix dactylifera* L.) pits on the shelf life of beef burgers. *Foods*, **9**, 102.
- Saygın-Alparslan, Ö. ve Demirbaş, N. (2019). Sağlık Meslek Mensuplarının Kırmızı Et ve İşlenmiş Kırmızı Et Tüketim Tercihleri. *Journal of Animal Production,* **60(2)**, 105-110.
- Seczyk, L., Swieca, M., Dziki, D., Anders, A. ve Gawlik-Dziki, U. (2017). Antioxidant, nutritional and functional characteristics of wheat bread enriched with ground flaxseed hulls. *Food Chemistry,* **1(214)**, 32-38.
- Selani, M.M, Shirado, G.A.N., Margiotta, G.B., Saldaña, E., Spada, F.P., Piedade, S.M.S. ve ark. (2016). Effects of pineapple byproduct and canola oil as fat replacers on physicochemical and sensory qualities of low-fat beef burger. *Meat Science*, **112**, 69-76.
- Serdaroğlu, M. (2006). Improving low fat meatball characteristics by adding whey powder, *Meat Science,* **72**, 155–163.
- Serdaroğlu, M. ve Değirmencioğlu, Ö. (2004). Effects of fat level (5%, 10%, 20%) and corn flour (0%, 2%, 4%) on some properties of Turkish type meatballs (koefte). *Meat Science*, **68**, 291-296.
- Serdaroğlu, M. ve Tömek, S. (1995). Yağı azaltılmış et ürünleri üretim tekniği. *Gıda,* **20(4),** 237-241.

- Serdaroğlu, M. ve Yıldız Turp, G. (2004). Diyet lifi ve et ürünlerinde diyet lifi kullanılması. *Akademik Gıda,* **2(4),** 18-21.
- Serdaroğlu, M., Yıldız-Turp, G. ve Abrodımov, K. (2005). Quality of low-fat meatballs containing Legume flours as extenders. *Meat Science,* **70**, 99-105.
- Seylam, A. ve Saklar, S. (2003). Hafızali ve Royal üzüm çeşitlerinin kontrollü atmosfer koşullarında depolanması. *Akademik Gıda,* **1(2)**, 15-18.
- Shah, B.R., Li, B., Al Sabbah, H., Xu, W. ve Mráz, J. (2020). Effects of prebiotic dietary fibers and probiotics on human health: with special focus on recent advancement in their encapsulated formulations. *Trends Food Science Technology*, **102**, 178–192.
- Shrestha, S. ve Min, Z. (2006). Effect of lactic acid pretreatement on the quality of fresh pork packed in modified atmosphere. *Journal of Food Engineering*, **72**, 254-260.
- Silva, F.G.D., Hernández-Ledesma, B., Amigo, L., Netto, F.M. ve Miralles, B. (2017). Identification of peptides released from flaxseed (*Linum usitatissimum*) protein by Alcalase® hydrolysis: Antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie,* **76**, 140-146.
- Skandamis, P.N. ve Nychas, G.J.E. (2002).Preservation of fresh meat with active and modified atmosphere packaging conditions. *International Journal of Food Microbiology*, **15, 79(1-2),** 35-45.
- Slavin, J.L. (2005). Dietary fiber and body weight. *Nutrition*, **21(3)**, 411-418.
- Soyer, A. (2018). *Et Teknolojisi*. Erişim 21.03.2021, Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri: https://acikders.ankara.edu.tr/course/view.php?id=3597
- Soyutemiz, G.E. (1990). *İnegöl köfte hazırlanışı, yapım tekniği ve bileşiminin saptanması üzerine araştırmalar*. Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı. Doktora Tezi, Bursa.
- Soyutemiz, G.E. ve Anar, Ş. (1993). Bursa'da tüketilen çiğ ve pişmiş ızgara köftelerin mikrobiyolojik kalitesi ve bileşimi üzerine araştırmalar. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi.* **1(12),** 21-28.
- Spanos, D., Baussá, L., Baron, C.P. ve Tørngren, M.A. (2014). Minimising protein oxidation in retail-packed minced beef using three-gas ma-packaging.

60th International Congress of Meat Science and Technology, Punta Del Este, Uruguay.

- SPSS 25.00 for Windows. SPSS Inc, Chiago, IL. 2017.
- Sun, Y., Cheng, L., Zeng, X., Zhang, X., Liu, Y., Wu, Z. ve ark. (2021). The intervention of unique plant polysaccharides - dietary fiber on depression from the gut-brain axis. *International Journal of Biological Macromolecules*, **15(170)**, 336-342.
- Sungur, B. ve Ercan, R. (2004). Suda Çözünebilir Gamların Gıda Endüstrisinde Kullanım Olanakları. *Gıda Mühendisliği Dergisi,* **8(7)**, 28-32.
- Tang, L., Xu, F., Zhang, T., Lei, J., Binns, C.W. ve Lee, A.H. (2013). Dietary fibre ıntake associated with reduced risk of oesophageal cancer in Xinjiang, China. *Cancer Epidemiology*, **37(6)**, 893-896.
- Tayar, M. Ve Çıbık, R. (2013). *Gıda Kimyası.* Bursa: Dora Yayıncılık.
- Temelli, S., Şen, M.K.C. ve Anar, Ş. (2011). Assessment of microbiological changes in fresh uncooked İnegöl meatballs stored under two different modified atmosphere packaging conditions. *Ankara Üniviversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **58**, 273-278.
- TEPGE (2020, Temmuz). *Dana Eti*. Ankara: Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü. Erişim 05.04.2021, https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Menu/27/Tarim-Urunleri-Piyasalari
- Thakur, B.R., Singh, R.K. ve Handa, A.K. (1997). Chemistry and Uses Of Pectin-A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **37(1)**, 47-73.
- Thomas, C., Martin, A., Sachsenröder, J. ve Bandick, N. (2020). Effects of modified atmosphere packaging on an extended-spectrum beta-lactamase-producing *Escherichia coli*, the microflora, and shelf life of chicken meat. *Poultry Science*, **99(12)**, 7004-7014.
- TİGEM (2019). *2019 Yılı Hayvancılık Sektör Raporu.* Ankara: Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü. Erişim 04.05.2021, https://www.tigem.gov.tr/WebUserFile/DosyaGaleri/2018/2/a374cc25-acc1-44e8-a546-63b4c8bce146/dosya/2019%20YILI%20HAYVANCILIK%20SEKTOR%20RAPORU.pdf

- Tirgar, M., Silcock, P., Carne, A. ve Birch, E.J. (2017). Effect of extraction method on functional properties of flaxseed protein concentrates. *Food Chemistry,* **15(215)**, 417-424.
- Topbaş, H. (2009). *Karadut meyvesinin (Morus nigra L.) Reçel İle Marmelata İşlenmesi Ve Ürünlerin Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi.* Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Tørngren, M.A., Darré, M., Gunvig, A. ve Bardenshtein, A. (2018). Case studies of packaging and processing solutions to improve meat quality and safety. *Meat Science,* **144**, 149-158.
- TSE. Köfte-Hamburger köfte-Pişmemiş. TS 10580 Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. 2010.
- Turgut-Dunford, N. ve Eisenmenger, M. (2003). Pressurized solvent extraction of wheat germ oil. *Food Research International,* 36(9–10), 905-909.
- Turhan, S., Sağır, İ. ve Üstün, N.Ş. (2005). Utilization of hazelnut pellicle in low-fat beef burgers. *Meat Science,* **71**, 312–316.
- Turhan, S., Temiz, H. ve Sağır, İ. (2007). Utilization of wet okara in low-fat beef patties. *Journal of Muscle Foods*, **18**, 226-235.
- Turp, G.Y. (2016). Effects of four different cooking methods on some quality characteristics of low fat Inegol meatball enriched with flaxseed flour. *Meat Science*, **121**, 40–46.
- Turp, G.Y., Kalyoncu, S. ve Yücel-Şengün, İ. (2018). Köfte Üretiminde Kullanılan Bitkisel Katkıların Üründe Oksidasyon Gelişimi, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özellikler ile Heterosiklik Amin (HCA) Oluşumu Üzerine Etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi,* **28(4),** 507-517.
- TÜİK (2020, Haziran). *Hayvansal Üretim İstatistikleri.* Sayı: 33874, Erişim 25.01.2021, https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-Uretim-Istatistikleri-Haziran-2020-33874
- Türk Gıda Kodeksi Et Ürünleri Tebliği, Tebliğ No: 2000/4. Erişim 11.04.2021, https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/23960.pdf.
- Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği, Tebliğ No: 2012/74. Erişim 19.06.2021, https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/12/20121205-12.htm

- Türker, B. ve Savlak, N.Y. (2015). Dirençli Nişasta: Tipleri, Kaynakları, Fizyolojik Etkileri ve Fonksiyonel Özellikleri. *Akademik Gıda,* 13(4), 354-359.
- Uğur, M., Nazlı, B. ve Bostan, K. (2001). *Gıda Hijyeni.* İstanbul: Teknik Yayınevi.
- Ulu, H. (2006). Effects of carrageenan and guar gum on the cooking and textual properties of low fat meatballs. *Food Chemistry*, **95**, 600-605.
- Ulu, H. (2004). Effect of wheat flour whey protein concentrate and soya protein isolate on oxidative processes ad textural properties of cooked meatballs. *Food Chemistry*, **87**, 523-529.
- Uzundumlu, A.S., H., Işık, H.B. ve Kırlı, M.H. (2011). İstanbul İli Küçük Çekmece İlçesinde En Uygun Et Tipinin Belirlenmesi. *Alinteri Journal of Agriculture Science,* **21(2)**, 40-48.
- Valencia, I., O'Grady, M.N, Ansorena, D., Astiasarán, I. ve Kerry, J.P. (2008). Enhancement of the nutritional status and quality of fresh pork sausages following the addition of linseed oil, fish oil and natural antioxidants. *Meat Science,* **80**, 1046-1054.
- Villasante, J., Ouerfelli, M., Bobet, A., Metón, I. ve Almajano, M.P. (2020). The effects of pecan shell, roselle flower and red pepper on the quality of beef patties during chilled storage, *Foods*, **9**, 1692.
- Wang, G., Ma, F., Zeng, L., Bai, Y., Wang, H., Xu, X. ve ark. (2018). Modified atmosphere packaging decreased *Pseudomonas fragi* cell metabolism and extracellular proteolytic activities on meat. *Food Microbiology*, **76**, 443-449.
- Wang, L., Ding, Y., Zhang, X. ve Li, Y. (2017). Effect of electron beam on the functional properties and structure of defatted wheat germ proteins. *Journal of Food Engineering,* **202(5)**, 9-17.
- Waszkowiak, K., Szymandera-Buszka, K. ve Hęś, M. (2014). Effect Of ethanolic flax (*Linum Usitatissimum* L.) extracts on lipid oxidation and changes ın nutritive value of frozen-stored meat products. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, **1(2)**, 135-144.
- Wu, Y., Qian, Y., Pan, Y., Li, P., Yang, J., Ye, X. ve Xu, G. (2015). Association Between Dietary Fiber İntake And Risk Of Coronary Heart Disease: A Meta-Analysis. *Clinical Nutrition*, **34(4)**, 603-11.

- Xu, B., Zhou, S.L., Miao, W.J., Gao, C., Cai, M.J. ve Dong, Y. (2013). Study on the stabilization effect of continuous microwave on wheat germ. *Journal of Food Engineering*, **117(1)**, 1-7.
- Yabancı, N. (2010). İnülin ve Oligofruktozların İnsan Sağlığı ve Beslenmesi Üzerine Etkileri. *Akademik Gıda,* **8(1)**, 49-54.
- Yaralı, E. (2017). *Tahıl Teknolojisi- I Ders Notları.* Erişim 02.06.2021. https://akademik.adu.edu.tr/myo/cine/webfolders/File/ders%20notlari/Tahil%20Teknolojisi%20I.pdf
- Yeğin, S. ve Büyükkilleci, A. O. (2015). Mikrobiyal Ksilanazlar ve Gıda Endüstrisinde Kullanım Alanları. *Akademik Gıda,* **13(4)**, 317-326.
- Yıbar, A. ve Çetin, E. (2014). Hayvan Refahının Et Kalitesi Üzerine Etkileri. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi,* **32(2),** 31-37.
- Yıldırım, Y. (1996). Et Endüstrisi. (4. Baskı). Ankara: Remzi Ofset.
- Yılmaz, İ. ve Dağlıoğlu, O. (2003). The effect of replacing fat with oat bran on fatty acid composition and physicochemical properties of meatballs. *Meat Science*, **65**, 819-823.
- Yılmaz, İ. (2005). Physicochemical and sensory characteristics of low fat meatballs with added wheat bran. *Journal of Food Engineering*, **69**, 369-373.
- Yılmaz, İ. ve Demirci, M. (2010). Effect of different packaging methods and storage temperature on microbiological and physicochemical quality characteristics of meatball. *Food Science and Technology International*, **16(3)**, 259-267.
- Yogesh, K., Langoo, B.A., Sharma, S.K. ve Yadav, D.N. (2015). Technological, physico-chemical and sensory properties of raw and cooked meat batter incorporated with various levels of cold milled flaxseed powder. *Journal of Food Science and Technology*, **52(3)**, 1610-1617.
- Yoo, S.S., Kook, S.H., Park, S.Y., Shim, J.H., Chin, K.B. (2007). Physicochemical characteristics, textural properties and volatile compounds in comminuted sausages as affected by various fat levels and fat replacers. *International Journal of Food Science and Technology*, **42(9),**1114-1122.

- Youssef, M.K., Barbut, S. ve Smith, A. (2011). Effects of pre-emulsifying fat⁄oil on meat batter stability, texture and microstructure. *International Journal of Food Science and Technology*, **46**, 1216-1224.
- Youssef, M.K., ve Barbut, S. (2009). Effects of protein level and fat/oil on emulsion stability, texture, microstructure and color of meat batters. *Meat Science*, **82**, 228-233.
- Yun, L., Li, D., Yang, L. ve Zhang, M. (2019). Hot water extraction and artificial simulated gastrointestinal digestion of wheat germ polysaccharide. *International Journal of Biological Macromolecules*, **15(123)**, 174-181.
- Yun, L., Wang, S., Wu, T., Li, Q. ve Zhang, M. (2018). Structural characterization of a novel glycoprotein in wheat germ and its physicochemical properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, **1(117)**, 1058-1065.
- Zhang, Y., Qin, L., Mao, Y., Hopkins, D.L., Han, G. ve Zhu, L. ve ark. (2018). Carbon monoxide packaging shows the same color improvement for dark cutting beef as high oxygen packaging. *Meat Science*, **137**, 153-159.
- Zheng, Y., Wiesenborn, D.P., Tostenson, K. ve Kangas, N. (2003). Screw pressing of whole and dehulled flaxseed for organic oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, **80(10),** 1039-1045.

Zou, Y., Gao, Y., He, H. ve Yang, T. (2018). Effect of roasting on physico-chemical properties, antioxidant capacity, and oxidative stability of wheat germ oil. *LWT - Food Science and Technology*, **90**, 246-253.

İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI