

**T.C.**  
**KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**



**KÖFTE ÜRETİMİNDE PORTAKAL LİFİ KULLANIMININ**  
**ÜRÜNÜN TEKSTÜREL VE DİĞER BAZI KALİTATİF**  
**ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**MERVE ÇELİK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DR. ÖĞR. ÜYESİ FATMA YAĞMUR HAZAR SUNCAK**

**TEMMUZ - 2023**

**KASTAMONU**

## TEZ ONAYI

**Merve ÇELİK** tarafından hazırlanan “**KÖFTE ÜRETİMİNDE PORTAKAL LİFİ KULLANIMININ ÜRÜNÜN TEKSTÜREL VE DİĞER BAZI KALİTATİF ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ** ” adlı tez çalışmasının savunma sınavı **10.07.2023** tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** Dr. Öğr. Üyesi Fatma Yağmur HAZAR SUNCAK  
Kastamonu Üniversitesi .....

**Jüri Üyesi** Prof. Dr. Güzin KABAN  
Atatürk Üniversitesi .....

**Jüri Üyesi** Doç. Dr. Nesrin İÇLİ  
Kastamonu Üniversitesi .....

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Enstitü Müdürü V.

Doç. Dr. Osman ÇİÇEK

.....

## TAAHHÜTNAME

*Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu; ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını, bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini bildirir ve taahhüt ederim.*

**Merve ÇELİK**

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### KÖFTE ÜRETİMİNDE PORTAKAL LİFİ KULLANIMININ ÜRÜNÜN TEKSTÜREL VE DİĞER BAZI KALİTATİF ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

MERVE ÇELİK

KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI  
DANIŞMAN:DR. ÖĞR. ÜYESİ FATMA YAĞMUR HAZAR SUNCAK

Araştırmada sığır etinden üretilen köftelerde portakal lifi kullanımı ve pişirme sıcaklıklarının tekstürel ve kalitatif özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla portakal lifi kullanımı (%0, %1, %3 ve %5) ve pişirme sıcaklıkları (175°C, 200°C ve 225°C) faktör olarak ele alınmıştır. Hazırlanan köfte örnekleri pişirme işleminden sonra pH, nem, kül, yağ, TBARS, mineral madde, tekstür profil ve duyu analizlere tabii tutulmuştur.

Köftelere yapılan analizler neticesinde lif oranının pH, nem, yağ, kül, Na, Mg, Ca, K, Fe, Zn, Al, Mn, pişirme verimi, çap azalımı, pişirme kaybı ile duyu parametrelerden tat, pişirme derecesi ve genel kabul edilebilirlik ve tekstür parametrelerinin tamamı üzerine çok önemli ( $P<0,01$ ) tespit edilmiştir. Bunun yanısıra lif oranının TBARS, Cu, Se ve duyu parametrelerden renk ve tekstür üzerine ise önemli ( $P<0,05$ ) düzeyinde etkisi belirlenmiştir. Duyusal görünüş ve koku değerleri ise portakal lifi faktöründen istatistiki olarak etkilenmemiştir ( $P>0,05$ ). Pişirme sıcaklığı değişkeni ise nem, TBARS, kül, Na, Mg, Ca, Mn, Cu, Se, pişirme verimi, çap azalımı, pişirme kaybı ile duyu parametrelerden renk ve genel kabul edilebilirlik, kohesivlik ve elastikiyet çok önemli; duyu parametrelerden görünüş ile sertlikte ise önemli değişime neden olmuştur. Bu iki faktörün interaksyonu ise pH, TBARS, Na, Ca, K, Al, çap azalımı, sertlik, elastikiyet, kohesivlik, çiğnenebilirlik, sakızimsılık ve esneklik üzerine önemli veya çok önemli seviyede etki göstermiştir. Özellikle duyu parametreler açısından panelistler %5 oranında lif kullanılan grupları beğenmezken diğer grupları beğenmiştir. Diğer taraftan genel olarak 200 ve 225°C'de pişirilen köfteler de panelistlerin beğenisini kazanmıştır. Portakal lifi kullanım oranının artışı ile pH, nem, yağ, kül, Na, K, Zn, çap azalımı ve pişirme kaybı parametrelerinde azalma gözlemlenmiştir. Tekstür değerleri ise lif kullanımı ile genellikle azalmıştır. Pişirme sıcaklığının 225°C olması ile sertlik değeri artmıştır. Diğer taraftan pişirme sıcaklığının 200 ve 225°C olması kohesivlik değerini düşürmüştür.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Portakal lifi, Diyet lifi, köfte, tekstür

Temmuz 2023, 86 Sayfa

## **ABSTRACT**

### **MSC THESIS**

#### **THE EFFECT OF USING ORANGE FIBER IN MEAT BALL PRODUCTION ON TEXTURE AND OTHER QUALITATIVE PROPERTIES OF PRODUCTS**

**MERVE ÇELİK**

**KASTAMONU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE**

**DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING**

**SUPERVISOR:ASSIST. PROF. DR. FATMA YAĞMUR HAZAR SUNCAK**

In this study, it is aimed at determining the effects of orange fiber use and cooking temperatures on the textural and qualitative properties of meatballs produced from beef. For this purpose, the use of orange fiber (0%, 1%, 3% and 5%) and cooking temperatures (175°C, 200°C and 225°C) have been considered as main factors. The prepared meatball samples were subjected to pH, moisture, ash, fat, TBARS, mineral matters, texture profile and sensory analyzes after cooking process.

Based on the analysis conducted on the meatballs, it has been determined that the fiber content had “very significant” effect ( $P<0,01$ ) on pH, moisture, fat, ash, Na, Mg, Ca, K, Fe, Zn, Al, Mn, cooking yield, diameter reduction, cooking loss, as well as taste, cooking degree and general acceptability of sensory parameters and all of the texture parameters. Moreover, it has been detected that fiber content had “significant” effect on TBARS, Cu and Se, as well as color and texture of sensory parameters ( $P<0,05$ ). However, sensory appearance and odor values were not statistically influenced by the orange fiber factor ( $P>0,05$ ). The variable of cooking temperature had very significant effect on moisture, TBARS, ash, Na, Mg, Ca, Mn, Cu, Se, cooking yield, diameter reduction, cooking loss, as well as color and general acceptability of sensory parameters, cohesiveness and springiness; furthermore it caused significant changes in appearance and hardness among the sensory parameters. The interaction of these two factors had an important or very important effect on pH, TBARS, Na, Ca, K, Al, diameter reduction, hardness, resilience, cohesiveness, springiness, chewiness and gumminess. Particularly in terms of sensory parameters, panelists did not prefer the groups with 5% fiber content while they liked the other groups. On the other hand, the meatballs cooked at 200 and 225°C were generally liked by panelists. An increase in the proportion of orange fiber use led to a decrease in pH, moisture, fat, ash, Na, K, Zn, diameter reduction, and cooking loss parameters. Texture values generally decreased with the use of fiber. The hardness value increased with a cooking temperature of 225°C. On the other hand, the cooking temperatures of 200 and 225°C reduced the cohesiveness value.

**KEYWORDS:**Orange fiber, dietary fiber, meatballs, texture

July 2023, 86 Sayfa

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez araştırma ve yazım aşamalarının tümünde tecrübeleriyle yol gösteren, eğitimim boyunca danıştığım her konuda beni her zaman güler yüzü ve sempatikliği ile karşılayıp, çalışmamın her aşamasını takip eden, laboratuvar aşamasının her bir sonucu tek tek değerlendirip öğreten, fikir ve görüşleriyle bilimsel bir bakış açısı aşılayan Danışman Hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Fatma Yağmur HAZAR SUNCAK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Kastamonu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (KÜBAP)'ne KÜ-BAP01/2021-63 Nolu Proje ile sağladıkları destekten dolayı teşekkür eder şükranlarımı sunarım.

Araştırmamın yürütülmesinde laboratuvarlarını kullandığım Kastamonu Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne ve çalışanlarına desteklerinden dolayı teşekkür ederim. Tekstür Profil Analizi sürecinde desteklerini esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE'ye teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim sürecinde laboratuvar çalışmalarım boyunca yardımlarıyla büyük katkıda bulunan kıymetli arkadaşlarım Tuğba GİDER, Melike AĞIRSAYGIN, Melike Şeyda ŞAHİN, Tuğba BASKINCI ve Serap ALTINDAŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak bana inançları, güvenleri, destekleri ve sevgileri ile bugünlere gelmemde maddi ve manevi emeklerini hiçbir zaman eksik etmeyen, beni her zaman cesaretlendiren ve dualarını her zaman hissettiğim aileme teşekkürlerimi sunarım.

Merve ÇELİK

Kastamonu, 2023

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>TEZ ONAYI</b> .....	<b>ii</b>
<b>TAAHHÜTNAME</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>vii</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETİ</b> .....	<b>9</b>
<b>3. MATERYAL VE METOT</b> .....	<b>16</b>
3.1 Materyal.....	16
3.2 Metot .....	16
3.2.1 Portakal Lifi Üretimi.....	17
3.2.2 Köfte Örneklerinin Pişirilmesi.....	18
3.3 Analizler .....	19
3.3.1 PH Değerinin Belirlenmesi .....	19
3.3.2 Nem Miktarının Belirlenmesi .....	19
3.3.3 Yağ Miktarının Belirlenmesi .....	19
3.3.4 TBARS Değerinin Belirlenmesi .....	19
3.3.5 Kuru Maddede Kül Miktarının Belirlenmesi.....	20
3.3.6 Mineral Madde Miktarının Belirlenmesi .....	20
3.3.7 Pişirme Özelliklerinin Belirlenmesi.....	21
3.3.7.1 Ağırlık kaybının belirlenmesi .....	21
3.3.7.2 Çap azalışının belirlenmesi .....	21
3.3.7.3 Pişirme veriminin belirlenmesi .....	22
3.3.8 Duyusal Analiz .....	22
3.3.9 Tekstür Profil Analizi (TPA) .....	23
3.3.10 İstatistik Analizi.....	23
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA</b> .....	<b>24</b>
4.1 pH Sonuçları.....	24
4.2 Nem Sonuçları.....	27
4.3 Yağ Sonuçları .....	30
4.4 TBARS (Tiyobarbitürik asit reaktif maddeler) Sonuçları .....	32
4.5 Kurumadde de Kül Sonuçları .....	36
4.6 Mineral Madde Analizi (ICP-OES).....	38
4.7 Pişirme Özellikleri Analiz Sonuçları.....	48
4.8 Duyusal Analiz Sonuçları.....	53
4.9 Tekstür Profil Analiz Sonuçları.....	60
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	<b>75</b>
<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	<b>78</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>86</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 3.1 Farklı oranlarda portakal lifi ilave edilen köfteler .....	17
Şekil 3.3 Portakal lifi eldesi .....	18
Şekil 3.4 Köfte örneklerinin pişirilmesi .....	18
Şekil 3.5 Duyusal Analiz Formu .....	23
Şekil 4.1 Lif oranı ve pişirme sıcaklığı interaksiyonunun köftenin pH değerleri üzerine etkisi .....	27
Şekil 4.2 Lif oranı ve pişirme sıcaklığı interaksiyonunun köftenin TBARS değerleri üzerine etkisi .....	36
Şekil 4.3 Lif oranı x pişirme sıcaklığı interaksiyonunun köftenin Na elementi üzerine etkisi .....	46
Şekil 4.4 Lif oranı x pişirme sıcaklığı interaksiyonunun köftenin Ca elementi üzerine etkisi .....	47
Şekil 4.5 Lif oranı x pişirme sıcaklığı interaksiyonunun köftenin K elementi üzerine etkisi .....	47
Şekil 4.6 Lif oranı x pişirme sıcaklığı interaksiyonunun köftenin Al elementi üzerine etkisi .....	48
Şekil 4.7 Lif oranı x pişirme sıcaklığı interaksiyonunun köftenin çap azalımı üzerine etkisi .....	53
Şekil 4.8 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı uygulanarak pişirilen köfteler .....	59
Şekil 4.9 Lif oranı x pişirme sıcaklığı interaksiyonunun köftenin sertlik (N) değeri üzerine etkisi .....	71
Şekil 4.10 Lif oranı x pişirme sıcaklığı interaksiyonunun köftenin esneklik değeri üzerine etkisi .....	72
Şekil 4.11 Lif oranı x pişirme sıcaklığı interaksiyonunun köftenin kohesivlik değeri üzerine etkisi .....	72
Şekil 4.12 Lif oranı x pişirme sıcaklığı interaksiyonunun köftenin elastikiyet (mm) değeri üzerine etkisi.....	73
Şekil 4.13 Lif oranı x pişirme sıcaklığı interaksiyonunun köftenin sakızimsılık (N) değeri üzerine etkisi.....	73
Şekil 4.14 Lif oranı x pişirme sıcaklığı interaksiyonunun köftenin çignenebilirlik (mJ) değeri üzerine etkisi.....	74

## TABLolar DİZİNİ

### Sayfa

Tablo 3.1 Köfte formülasyonunda farklı pişirme sıcaklıkları ve süreleri .....	16
Tablo 3.2 Köfte üretiminde kullanılan maddelerin miktarları (%) .....	17
Tablo 4.1 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin pH değerleri .....	24
Tablo 4.2 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	25
Tablo 4.3 Farklı miktarlarda portakal lifi kullanılan köftelerin pH değerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	26
Tablo 4.4 Farklı sıcaklıklarda pişirilen köftelerin pH değerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	26
Tablo 4.5 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin nem değerleri (%) .....	28
Tablo 4.6 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin nem değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	28
Tablo 4.7 Farklı miktarlarda portakal lifi kullanılan köftelerin nem değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	29
Tablo 4.8 Farklı pişirme sıcaklığında pişirilen köftelerin nem değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	30
Tablo 4.9 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin yağ değerleri (%) .....	30
Tablo 4.10 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin yağ değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	31
Tablo 4.11 Portakal lifi değişkenlerinin yağ değeri ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	32
Tablo 4.12 Pişirme sıcaklığı değişkenlerinin yağ değeri ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	32
Tablo 4.13 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin TBARS sonuçları (mg MDA/ kg).....	33
Tablo 4.14 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları (mg MDA/kg) .....	34
Tablo 4.15 Portakal lifi değişkeninin TBARS değeri ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (mg MDA / kg).....	34
Tablo 4.16 Pişirme sıcaklığı değişkeninin TBARS değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (mg MDA/kg) .....	35
Tablo 4.17 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin kuru maddede kül değerleri (%) .....	37
Tablo 4.18 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köfte örneklerinin kurumadde de kül değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	37
Tablo 4.19 Portakal lifi değişkeninin kurumadde de kül değeri ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	38
Tablo 4.20 Pişirme sıcaklığı değişkeninin kurumadde de kül değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	38

Tablo 4.21 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin mineral madde değerlerinin sonuçları .....	39
Tablo 4.22 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin mineral madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	44
Tablo 4.23 Farklı oranlarda portakal lifi kullanılan köftelerin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	45
Tablo 4.24 Farklı sıcaklıklarda pişirilen köftelerin mineral madde değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	45
Tablo 4.25 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin pişirme özellikleri analiz sonuçları.....	49
Tablo 4.26 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin pişirme verimi, ağırlık kaybı ve çap azalımı değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	50
Tablo 4.27 Farklı oranlarda portakal lifi kullanılan köftelerin pişirme verimi, ağırlık kaybı ve çap azalımı değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	51
Tablo 4.28 Farklı sıcaklıklarda pişirilen köftelerin pişirme verimi, çap azalımı ve pişme kaybı değerlerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	52
Tablo 4.29 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin duyusal analiz sonuçları.....	53
Tablo 4.30 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin duyusal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	57
Tablo 4.31 Farklı oranlarda portakal lifi kullanılarak üretilen köftelerin duyusal analiz değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	58
Tablo 4.32 Farklı pişirme sıcaklığı uygulanarak üretilen köftelerin duyusal analiz değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	59
Tablo 4.33 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin tekstür profil analiz sonuçları .....	61
Tablo 4.34 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin tekstür profil değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	68
Tablo 4.35 Farklı oranlarda portakal lifi kullanılan köftelerin tekstür profil analiz değerlerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	69
Tablo 4.36 Farklı pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin tekstür profil analiz değerlerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	70

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

%	: Yüzde
µmol	: Mikromol
Al	: Alüminyum
°C	: Santigrat derece
Ca	: Kalsiyum
Cu	: Bakır
dk	: Dakika
Fe	: Demir
g	: Gram
K	: Potasyum
kg	: Kilogram
MDA	: Malondialdehit
Mg	: Magnezyum
ml	: Mililitre
Mn	: Mangan
Na	: Sodyum
nm	: Nanometre
pH	: Power of Hydrogen
ppm	: Milyondabir
rpm	: Dakikada devir sayısı
s	: Saniye
Se	: Selenyum
Zn	: Çinko

### Kısaltmalar

TPA	: Tekstür Profil Analizi
ICP-OES	: İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi
TBARS	: Tiyobarbütirik asit reaktif madde
TBA	: Tiyobarbütirik asit

## 1. GİRİŞ

Günümüzde sağlıklı beslenmeye olan ilgi her geçen gün artış göstermektedir. Dolayısıyla tüketiciler besinsel alışkanlıklarında değişiklikler yaparak, yağ, tuz, kafein veya kolesterol gibi bileşikler az miktarda içeren ürünleri talep etmeye ve sağlıklarına katkıda bulunmaya yönelmektedir (Jimenez-Colmenero, 1996). Sağlıklı yaşam içinde değişen hazır yemek sektörü ve üretilen ürünün kalitesine özen gösterilmesi gerekmektedir (Jimenez-Colmenero vd., 2001). Beslenme şekli ve tercihi hastalıklardan korunmak için alınan tedbirlerin en önemlisi olup, özellikle diyetle fonksiyonel gıdalara yer vermek sağlığı korumak açısından büyük önem arz etmektedir. Böylelikle kanser, yüksek tansiyon, kalp damar hastalıkları, kolesterol, şeker, ülser ve ishal gibi hastalıkların ortaya çıkma riskini azaltmaktadır (Erbaş, 2006).

1980'lerden itibaren tüketicilerin isteklerine yönelik ilk Japonya ardından Avrupa ve ABD'de fonksiyonel gıda üretimi ve pazarlanması üzerine çalışmalar başlamıştır (Henry, 2010). Japonya, fonksiyonel gıdaları ayrı bir kategori olarak tanıyan tek ülke olmakla beraber fonksiyonel gıda pazarında dünyanın en gelişmiş ülkelerinden biridir. Fonksiyonel gıda bir pazarlama terimidir ve çeşitli tanımlar mevcuttur. Bir gıda ürünü beş yaklaşım kullanılarak fonksiyonel hale getirebileceği belirtilmiştir. Bunlar sırasıyla; (1) tüketildiğinde zararlı bir etkiye neden olduğu bilinen veya belirlenen bir bileşenin ortadan kaldırılması, (2) gıdada doğal olarak bulunan bir bileşenin konsantrasyonunun, öngörülen etkilere neden olacağı noktaya kadar artırılması, (3) çoğu gıdada normalde bulunmayan makro veya mikro besin olmayan ancak yararlı etkileri gösterilen bir bileşenin eklenmesi (örneğin, vitamin, antioksidan gibi), (4) alımı aşırı olan bir bileşenin, genellikle bir makro besin ögesinin (örneğin yağlar) yararlı etkiler gösteren bir bileşenle değiştirilmesi, (5) fonksiyonel etki gösterdiği veya gıdanın hastalık riskini azalttığı bilinen bir bileşenin biyoyararlanımını veya stabilitesini artırması olduğu bildirilmiştir (Henry, 2010). Günümüzde fonksiyonel gıdalar üzerinde çok sayıda araştırma yapılmaktadır. Bununla birlikte diyet lifleri fonksiyonel gıda bileşenleri olarak kategorize edilmektedir (Younis vd., 2022).

Diyet lifi ilk olarak 1953 yılında Hipsley tarafından gıdaların sindirilemeyen bileşenleri için bir kısaltma olarak önerilmiştir (Hipsley, 1953). Daha sonra Trowell bu terimi uygulamış ve 1972-1974 yıllarında özgün bir tanım yapmıştır. Son on yılda uluslararası kabul görmüş diyet lifi tanımı üzerinde çok fazla tartışma olmuştur. Codex Alimentarius Komisyonu 2009 yılında diyet lifini, insanların ince bağırsağında endojen enzimler tarafından hidrolizasyona dirençli, on veya daha fazla monomerik üniteye sahip yenilebilir karbonhidrat polimerleri olarak tanımlamıştır. Ancak sindirilemeyen karbonhidratlarda 3 ila 9 monomerik birim diyet lifleri kategorisi olarak dahil edilip edilmeyeceği ulusal yetkililere bırakılmıştır (Codex, 2009; Jones, 2014). Nişasta olmayan polisakkaritlerden selüloz, hemiselüloz, pektin; dirençli oligosakkaritlerden  $\alpha$ -galaktozitler, dirençli dekstrinler, polidekstroz; dirençli nişasta; karbonhidrat olmayan sınıftan lignin ve kitinler diyet lifi tanımlamasına girmektedir (Stephen, 2017).

Diyet lifi temel olarak, sudaki çözünürlüğüne göre çözünür ve çözünmeyen diyet lifi olarak sınıflandırılmaktadır. Çözünür diyet lifleri pektin, fruktanlar ve hemiselülozdan oluşurken, çözünmeyen diyet lifleri ise selüloz, hemiselülozun bir kısmı ve ligninden oluşmaktadır (Huang vd., 2022).

Çözünür ve çözünmeyen lifler kimyasal yapılarına göre birbirinden farklıdır. Benzer olarak fizyolojik sağlık etkileri de birbirinden farklılık göstermektedir (Perry ve Ying, 2016). Çözünür diyet lifi, çözünmeyen diyet lifi ile karşılaştırıldığında daha yüksek viskozite sergiler ve kan şekerini azaltır. Ek olarak çözünür diyet lifi daha yüksek jel oluşturma yeteneğine sahiptir ve emülgatör görevi görerek gıda endüstrisine kolayca entegre edilmesini sağlamaktadır. Bu nedenle çözünür diyet lifi, gıda katkı maddeleri, stabilizatör olarak fonksiyonel gıdalar, jelleştirici maddeler ve koyulaştırıcılar konusunda büyük bir pazar potansiyeline sahiptir (Dong vd., 2022). Ayrıca mide boşalmasını geciktirmekte, glikoz emilimini yavaşlatmakta, bağışıklık fonksiyonunu güçlendirmekte ve serum kolesterol seviyesini azaltmaktadır. Kolon kısmında büyük oranda hepatik kolesterol sentezini engelleyebilen kısa zincirli yağ asitlerini fermente edebilmektedir (Thebaudin vd., 1997; Wong vd., 2006). Çözünmez diyet lifleri ise çok güçlü bir şekilde higroskopik özellikleri vardır. Bunun dışında çözünmez diyet lifi ağırlığının 20 katına dek suyu tutma özelliğine sahiptir (Savaş, 2021; Serdaroğlu ve Yıldız Turp, 2004). Bununla birlikte, bağırsak geçiş süresini

kısaltırken dışkı hacmini artırmakta ve dışkıyı daha yumuşak hale getirmektedir. Diyet liflerinin her iki grubu da insan fizyolojisinde farklı etkiler göstermektedir. Çözünür lifler diğer bir adı ile viskoz lifler kalın bağırsakta hızlı fermente olurken, çözünmeyen lifler de yavaş veya kısmen fermente olabilmektedir (Thebaudin vd., 1997).

Çözünmeyen diyet lifi bileşenlerinden biri olan selüloz, bitki hücre duvarında miyofibriller halde  $\beta$ , 1-4 bağlarıyla bağlı olarak glukoz ünitelerinden oluşan doğrusal bir molekül yapısına sahiptir. Selüloz polimerlerinden lif demetleri meydana gelmektedir. Bu lif demetleri, selülozun polimer halde hücre iç ve dış kısımlarında olan hidrojen bağlarının kuvvetli biçimde etkileşim göstermesi sonucu oluşmaktadır. Aynı zamanda lif demetleri polisakkaritler ile çapraz şekilde bağlanmaktadır. (Dülger ve Şahan, 2011). Çözünür diyet lifi bileşeni olan pektin ise, kompleks bir polisakkarit olup, metille esterleşmiş galakturonik asit zincirinden oluşmaktadır. Pektin gıdalarda meyve ve sebzelerde yüksek oranlarda bulunurken tahıllarda düşük oranlarda bu bileşeni içermektedir (Dülger ve Şahan, 2011). Hemiselüloz ise bitkilerin hücre duvarlarından alkali ile ekstrakte edilen polisakkarittir (Harris ve Ferguson, 1999). Tam tahıllı tahıllar ve kepek hemiselüloz bakımından zengin ürünlerdir (Dreher, 2001). Lignin bitkilerde iz miktarda bulunmasına rağmen kalın bağırsakta kanser oluşumuna karşı koruyucu görevleri olduğundan önemli bir bileşendir (Dülger ve Şahan, 2011).

Nişasta olmayan bitki polisakkaritleri ise antioksidan özellik göstermekte ve yeni bir potansiyel antioksidan olarak kullanılabilir. Yüksek antioksidan aktive gösteren lifler, yağlı gıda bileşenlerini dengelemeye yönelik kullanımı sayesinde oksidatif stabilitesini artıracak ve raf ömrünü uzun tutmaya olanak sağlayacağı belirtilmiştir (Elleuch vd., 2011). Diyet lifi, hem çiğ hem de işlenmiş tahıllar, sebzeler, baklagiller ve meyveler gibi çok çeşitli gıda kaynakları aracılığıyla insan diyetinde yer almaktadır. Diyet lifinin bileşimi, bitki dokusunun türüne göre değişiklik göstermektedir. Bitkisel besinlerde bulunan farklı diyet lifi bileşenlerinin oranları bitkilerin olgunluğuyla ilişkilidir (Dreher, 2001).

Çözünmeyen lifler arasında başta buğday kepeği ve selüloz bileşenleri bağırsak hacmini artırmakta önemli bir etkiye sahiptir. Ayrıca bağırsak hareketlerinin

düzenlenmesinde etkin rol oynamaktadır. Çözünen diyet lifleri ise glukozun bağırsaklardaki sindirimini ve emilimini azaltmaktadır. Burkitt tarafından ilk defa 25 yıl önce diyet lifi ile kolon kanseri arasında ilişki olduğunu belirtilmektedir (Serdaroğlu ve Yıldız Turp, 2004). Gıdalarda meyve ve sebze bulunan diyet liflerinin kolonda fermente olabilme olasılığı daha yüksektir. Ayrıca tahıllarda bulunan diyet liflerine oranla meyve ve sebze bulunan lifler, iz miktarda fitik asit bulunması ve kalori değerinin daha düşük olmasından dolayı sindirim sistemi üzerindeki etkileri tahıllara göre yüksek olduğu belirtilmektedir (Grigeldo-Miguel vd., 1999; Serdaroğlu ve Yıldız Turp, 2004).

Diyet lifi ve mineral emilimi üzerinde çalışma gösterenler demir, çinko ve kalsiyum mineralleri üzerine yoğun ilgi göstermiştir. Diyet lifinin vücut içerisinde mineralleri bağlama özelliği vardır. Bu da fekal hücrenin bağırsaktan geçişini kısaltmakta ve de biyoyararlılığının düşmesine sebebiyet vermektedir. Ayrıca diyet liflerinin mineral biyoyararlılığına etkilerinde diyet lifleri içerisinde bulunan fitatın mineral emilimini engellemesinden oluşmaktadır (Serdaroğlu ve Yıldız Turp, 2004).

Diyet lifi tüketiminin sağlık üzerine olumlu birçok etkiye sahip olması, fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklere atfedilmektedir (Ma ve Mu, 2016). Bunun yanı sıra sağlık üzerindeki etkilerinin dışında bu özellikler diyet lifinin gıda endüstrisinde kullanılabilirliğini göstermektedir.

Diyet lifinin su tutma ve bağlama kapasitesi, yağ tutma kapasitesi, şişme, çözünürlük, parçacık boyutu, hidrasyon özelliği ve tekstürü iyileştirme gibi fonksiyonel özellikleri bulunmaktadır (Çayır, 2022; Thebaudin, 1997;). Diyet liflerinin hidrasyon özellikleri gıdalarda optimum kullanım seviyelerini belirlemektedir (Thebaudin, 1997). Su tutma kapasitesinde lifin hidrasyonu makromoleküllerin yüzeyine adsorpsiyon ve lifli veya jel matrisin boşlukları içinde tutulması ile gerçekleşmektedir (Kay, 1982). Çözünürlük ve şişme ise birbiriyle bağlantılıdır. Polisakkaritlerin çözünmesinde ilk adım şişme olarak belirtilmekte ve suyun katı yapıya geçerek makro moleküllerin tamamını dağılıncaya dek şişmelerini sağlamaktadır. Böylelikle moleküllerin çözünmesine neden olmaktadır (Thebaudin, 1997). Fonksiyonel özelliklerin bir diğeri olan yağ tutma kapasitesi, çözünmeyen liflerin ağırlıklarının beş katı kadar yağı tutma

kapasitesine sahiptir (Güven, 2010). Bunun yanı sıra lifin parçacık boyutu azaldıkça yağ tutma kapasitesi artmaktadır (Dhingra vd., 2012). Ayrıca diyet lifinin fonksiyonel özellikleri yanında tekstürel özellikleri bulunmakta ve bu özelliğin su bağlama özelliği ile ilişkili olduğu belirtilmekte, ksantan geçi boynuzu gamı ve karragenan pektin de örnek olarak verilebilmektedir (Güven, 2010; Thebaudin, 1997).

Diyet lifi sadece meyve, sebze, tahıllar ve baklagiller gibi bitkisel orjinli gıdalarda bulunmakta, hayvansal odaklı gıdalarda diyet lifi içeriği bulunmamaktadır (Aleson-Carbonell vd., 2005). Diyet lifinin miktarı ve niteliği tahıllar, meyveler ve sebzeler gibi besinlerde farklılık göstermektedir (Thebaudin vd., 1997). Diyet lifi kaynağı olan tahıllarda dış katman ve dokularında, endospermelerinde diyet lifi bulunmaktadır. Ayrıca diyet lifi, meyve ve sebzelerin kabuk, sap, çekirdek ve zar gibi bölümlerinde yer almaktadır (Karabıyık ve Donat, 2019).

Diyet kılavuzları, sağlıklı bir yaşam tarzı için meyve ve sebzelerden zengin bir diyet önermektedir. Meyve ve sebzelerin işleme ve hazırlama sırasında da atılabilmekte bu da bir atık yaratmaktadır. Dolayısıyla meyve veya sebzelerin maksimum besin potansiyelini de azaltmaktadır. Araştırmacılar, potansiyel katma değerli bileşenler olarak bu tür atıklar için yeni alternatif kullanımlar keşfetmektedir (O'Shea vd., 2012).

Üzüm, limon (kabuk ve küspe atıkları), mango (kabuk kısmı), muz(kabuğu), şeftali ve portakal (kabuk ve küspe atıkları), havuç, kırmızı pancar, patates(kabuk) gibi meyve ve sebzeler ve bunların atıkları antioksidan diyet lifi kaynakları için elde edilen yan ürünleri oluşturmaktadır. Antioksidan diyet lifi içerisinde yer alan diyet lifi matrisi yeni fonksiyonel gıda maddeleri olarak kullanılabilen ve de antioksidan polifenollerden ötürü lipid oksidasyonunu önleyebilmektedir. Antioksidan diyet lifi kaynakları gıdalar arasında tahıl ürünleri, kabuklu yemişler ve birçok meyve ve sebze de bulunmakta olup antioksidan diyet lifi kriterlerini karşılamaktadır (Das vd., 2020). Antioksidan özelliklere sahip olmasının yanı sıra, narenciye meyveleri biyoaktif bileşiklerin (flavonoidler ve C vitamini) varlığından dolayı diğer diyet lifi kaynaklarından daha iyi bir kaliteye sahiptir (Lario vd., 2004).

Narenciye meyvelerinden portakal, yıllık 122,5 milyon tonu aşan üretimiyle dünyanın en önemli ürünlerinden biridir. İşleme sırasında potansiyel bir diyet lifi kaynağı olabilecek çok sayıda portakal yan ürün üretmektedir (Liu vd., 2016). Narenciye meyvelerinin üçüncü kısmı, başta meyve suyu olmak üzere çeşitli ürünler elde etmek için işlenmektedir. Narenciyelerden elde edilen kalıntı miktarı, tüm meyvenin %50'sini oluşturmakta ve tüm meyve kütesinin neredeyse dörtte biri olan kabuklar (albedo ve flavedo), kalan tohumlar ve meyve özünü kapsamaktadır (Lario vd., 2004). Dolayısıyla narenciye kabukları, posaları ve tohumları gibi büyük miktarlarda atık ortaya çıkmakta (Su vd., 2019) ve bu atıklar günümüzde uçucu yağ, diyet lifi ve pigment üretmek veya fonksiyonel bileşenleri ve biyoaktif bileşiklerini geri kazanmak için kullanılabilir (Montero-Calderon vd., 2019). Narenciye meyvelerinin atıklarından yararlanmanın etkili yollarından biri, hidrokolloid özellikler sunabilen doğal fonksiyonel lif üretmektir (Su vd., 2020). Narenciye yan ürünlerinden (lif ve polifenoller) fonksiyonel bileşiklerin izolasyonu, gıdalardaki oksidatif değişiklikleri geciktirebildikleri ve böylece gıdanın kalitesini ve besin değerini iyileştirebildikleri için gıda endüstrisinin ilgisini çekmektedir (Fernández-López vd., 2008).

Diyet lifleri açısından zengin yan ürünler aynı zamanda gıda ürünlerine ucuz, kalorisiz, hacim arttırıcı maddeler, su ve yağ tutma kapasiteleri olarak ve emülsiyon veya oksidatif stabiliteyi iyileştirmek için dahil edilmektedir. Bir gıda ürününe eklenen lif miktarı sınırlı olmaktadır. Diğer taraftan lifler tazeliği uzatma, daha fazla su tutma ve böylece ekonomik kayıpları azaltmak için de gıda ürünlerine eklenebilmektedir (Pathania vd., 2022). Bu yan ürünlerin et ürünlerinde kullanılması, doğal kaynaklardan yeni içerikler geliştirmenin kapısını açmakta ve çevresel atıkları azaltmayı sağlamaktadır. Aynı zamanda et, son derece besleyici olmasına rağmen, diyet lifi açısından yetersizdir (Das vd., 2020). Dolayısıyla araştırmacılar ve gıda uzmanları sağlık açısından olumlu faydaları nedeniyle ve et ürünlerinde su, yağ bağlama ve jelleşme kapasitesi gibi fonksiyonellik kazandırmayı teşvik eden farklı formülasyonlarda diyet lifini ilave etmektedir. Böylelikle et ürünlerinde emülsiyon stabilitesi, viskozite, reolojik ve duyuşal özelliklerin iyileşmesini sağlamaktadır (Das vd., 2020). Diyet liflerinin teknolojik özellikleri açısından et ürünlerine bakıldığında genel olarak ürün özelliklerini iyileştirme, pişirme verimini yükseltme, tekstür gelişimine katkı sağlama, ürün formülasyonunun maliyetini azaltmak gibi amaçlardan

ötürü kullanılmaktadır (Salman, 2012). Teknolojik, beslenme ve fonksiyonel özellikleri bulunan diyet lifleri, sucuk, salam, sosis ve köfte gibi et ürünlerinde kendi lezzeti ve aromasını korumaya ve ürünün lezzetini artırmaya yönelik çalışmalar yapılmaktadır (Fernveez- Ginez, 2005; Thebaudin, 1997).

Et ve et ürünleri genellikle yüksek miktarlarda protein, esansiyel aminoasitler, yağ asitleri, vitaminler, mineraller (esas olarak yüksek biyoyararlanımı olan demir, çinko ve manganez) ve diğer biyoaktif bileşikler içerir (Olmedilla-Alonso vd., 2013). Dolayısıyla et ve et ürünlerinde insan diyetinde önemli bir yer tutmaktadır (İslam vd., 2017).

Et ürünleri, taze işlenmiş et ürünleri, fermente sosisler, emülsifiye et ürünleri, pişirilmiş et ürünleri, parça halinde işlenen çiğ veya pişirilmiş et ürünleri olarak altı gruba ayrılmaktadır. Farklı miktarlarda yağ içermekte olan kıyılmış veya parçalanmış olarak hazırlanan ürünler taze olarak işlenen et ürünleri grubunu oluşturmaktadır (Gökalp vd., 2004). Taze işlenmiş et ürünleri formülasyonuna tuz ve baharat karışımları girerken, nitrat veya nitrit dahil edilmemektedir. Bunların dışında bu tip et ürünlerinin lezzetini, hacmini ve bağlayıcılığını artırmak için farklı şekillerde katkı maddeleri de kullanılabilir. Ayrıca bu tip et ürünleri tüketilmeden önce farklı pişirme yöntemleri kullanılarak sıcak şekilde tüketime hazır edilmektedir. Döner, kebab ve köfte gibi et ürünleri de bu tip et ürünlerinin içerisine girmektedir (Gökalp vd., 2004; Katmer, 2019).

Ülkemizde yaygın şekilde tüketilen et ürünlerinden köftenin hammaddesini kıyım oluşturmakta ve beraberinde tuz, baharat, soğan vb. ilave edilip farklı formülasyonlarda hazırlanmaktadır. Farklı pişirme yöntemleri uygulanması ile de köfte pişirilmektedir (Katmer, 2019).

Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği'ne göre köfte; kıyılmış büyükbaş ve küçükbaş hayvan karkas etlerinin veya kanatlı hayvan karkas etlerinin bu tebliğe uygun olacak şekilde biri veya birkaçının karışımına, aynı ve/veya farklı tür hayvanların yağları, lezzet vericiler ile diğer gıda bileşenlerinden biri

veya birkaçı ilave edilerek çeşitli şekillerde hazırlanan pişirilmeye hazır kırmızı veya kanatlı et karışımını veya pişirilmiş et ürünü olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2019).

Köfte, Türk mutfağı yönünden önemli gıda maddeleri arasındadır. Farsça “küfte” kelimesinden gelmekte ve ana materyalini kıyma oluşturmaktadır. Çeşitli maddeler kullanılan ve farklı pişirme yöntemleri ile üretilen köfteler tüketilmektedir (Keçeci, 2018; Özabırcı, 2019). Hazır yemek endüstrisi ve ev tipi kullanılan köfte, ülkemizin farklı coğrafi bölgelerine göre yöresel ürünler arasında önemli yer tutmaktadır (Korkmaz, 2018; Özabırcı, 2019). Dolayısıyla et ürünlerinin fonksiyonel gıda olarak geliştirilmesi et endüstrisi için önemli bir parametre olup, et ürünlerindeki sağlıksız bileşenlerin miktarının düşürülmesi veya sağlık üzerine yararlı etkileri bulunan maddelerin eklenerek ürünün yeniden formüle edilmesi üzerine yapılan çalışmalar artmaktadır.

Literatürde farklı oranlarda diyet lifi kullanımına yönelik birçok çalışma bulunmaktadır (Kehlet vd., 2017; Mena vd., 2020; Niua vd., 2020; Pinero vd., 2008; Polizer-Rocha vd., 2020; Sanchez-Zapata vd., 2011; Zhao vd., 2021). Diğer taraftan bazı çalışmalarda portakalın sadece albedo tabakasının kullanımına yer verilmiştir (Baioumy vd., 2021; Mahmoud vd., 2017; Silva vd., 2020). Ancak portakalın posasının köfte üretimine dahil edildiği çalışmaya literatürde rastlanılmamıştır. Diğer taraftan diyet lifi kullanılarak üretilen köftelerin farklı sıcaklıklarda pişirilmesinin ürün özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmaya da rastlanılmamıştır. Portakal posası portakal suyu sanayinin bir atığı olup genellikle hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Bu ürünün köfte üretimine dahil edilmesi ile hem ürünün fonksiyonel özelliklerinin artırılması hem de atık değerlendirme açısından sanayiye katma değer sağlanması amaçlanmıştır. Mevcut bu çalışmada köfte üretiminde farklı oranlarda portakal lifi kullanımının (%0; %1; %3; %5) ve farklı pişirme sıcaklıklarının (175°C; 200°C; 225°C) ürünün pH, nem, yağ, kül ve mineral madde içeriği ile duyu ve tekstürel özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Ayrıca her pişirme sıcaklığı ve lif oranı için pişirme özellikleri de araştırılmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETİ

Tuffi vd. (2021) tarafından yapılan bir araştırmada antioksidan ve lif kaynağı olarak üzüm artığı (Üzüm çekirdeği, kırmızı üzüm posası ve sapları da dahil olmak üzere şarap endüstrisi yan ürünleri) ununun (%0; %3,5 ve %7) sığır köftelerine eklenmesinin fiziko-kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Araştırmada üzüm artığı ununun sığır köftelerine uygulanmasının ürününün besleyici özelliklerini zenginleştirdiği belirtilmiştir. Ayrıca köftelerin lipid oksidasyonunu kontrol örneğine kıyasla %50'ye yakın oranda azalttığı, duyuşal analize göre bazı köfte gruplarında görünüm ve lezzet farklılıklarının olduğu ve son olarak, üzüm artığı ununun katkı maddelerinin yerine lif ve antioksidan kaynağı olarak kullanılabilceği belirtilmiştir.

Mena vd. (2020) tarafından domuz yağı, farklı gıda katkı maddeleri (sodyum bikarbonat, sodyum tripolifosfat) ve %3 şeker kamışı lifi ilavesinin dana köftelerinin, fizikokimyasal ve besinsel özellikleri üzerine farklı pişirme yöntemlerinin (tavada kızartma, fırında pişirme, haşlama) etkisi araştırılmıştır. Kaynar suda pişirilen lif ilave edilen köftelerin tekstür profil analizine göre sertlik değerinin, fırında ve tavada kızartılana göre daha düşük olduğu, tetrasodyum pirofosfat ve sodyum tripolifosfat kullanımının pişmiş köftelerde kül içeriğini artırdığı, tavada kızartmanın köftelerde daha sert bir kabuk oluşumunu teşvik ettiği, fırında pişirme yönteminde pişirme sıcaklığını daha etkin kontrol etme, son üründe daha yüksek su tutma kapasitesi, daha az yağ içeriği ve daha yüksek mineral içeriği elde etmek için bir alternatif olduğu vurgulanmıştır.

Sarı çarkıfelek meyvesi yan ürününden elde edilen lifin iki farklı konsantrasyonda (%2,5 ve %5) domuz eti burger köftelerine ilave edilmesinin besin değerlerinde artışa yol açtığı, çiğ ve pişmiş burger köftesinde elastikiyet ve yapışkanlık dışında tüm tekstürel özelliklerin sarı çarkıfelek meyvesi lifinden etkilendiği, çarkıfelek meyvesinin domuz burger köftelerine eklenmesinin pişirme verimi, çap küçültmesi, kalınlık artışı, yağ ve nem tutma gibi pişirme özelliklerini iyileştirdiği ve diyet lif kaynağı olarak domuz eti burger köftesi üretimine %2,5 oranında çarkıfelek meyvesinin ilave edilebileceği belirtilmiştir (Lopez - Vargas vd., 2014).

Sığır eti kullanılarak üretilen köfte üzerine yapılan bir çalışmada farklı oranlarda (%0, %2,5; %5 ve %7,5) limon albedosu ilavesinin pişirme özellikleri, yağ oksidasyonu, pH ve, fiziksel parametreler gibi kalite özellikleri belirlenmiştir. Lipid oksidasyonu ve pH değeri limon albedo lifi ilavesinden çok az etkilenirken, ilave edilen bazı muamele malzemeleri tarafından, kontrol grupları ile karşılaştırıldığında köftelerde ortalama %5,5 – 11’lik artış görülmüş ve pişirme özellikleri önemli ölçüde iyileştirilmiştir. Bunun dışında tekstürel olarak sertlik, yapışkanlık, elastikiyet ve çiğneme özellikleri limon albedo lifi oranı arttıkça yükseldiği vurgulanmıştır. Ayrıca albedo kullanımı sığır burger köftelerinin daha iyi yağ ve su tutma kapasitesi gösterdiği ve, pişirme kayıplarını azalttığı belirtilmiştir (Aleson-Carbonell vd., 2005).

Enginar lifinin farklı oranlarda (%0,4 ve %2,4) ve farklı partikül boyutlarda (150 ve 450 µm) ilave edildiği köfteler üzerine yapılan bir çalışmada, enginar atıklarından elde edilen lifin %3,38 protein, %0,34 yağ, %90 toplam diyet lifi içerdiği ve 6,98 pH değerine sahip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca partikül boyutu küçüldükçe lifin, su ve yağ bağlama kapasitesinin de azaldığı vurgulanmış, köfte örneklerinin kontrol örneğine kıyasla ağırlık kaybının lifin partikül boyutuna göre değiştiği tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra köfte örneklerine az miktarda eklenen lifin ve düşük boyutlu partikül içeren grup hariç, kontrol örneğinin ağırlık kaybı, lif ilaveli köftelere göre daha fazla ağırlık kaybına neden olduğu belirtilmiştir. Tekstürel özelliklerden yapışkanlık parametresi pişmiş köfte örneklerinde her iki partikül boyutta lif oranının artışıyla azalma gözlemlenmiştir. Dolayısıyla enginar lif ilaveli pişmiş köftelerin duyu ve tekstürel özellikleri kontrol örneklerine kıyasla, önemli seviyede etkilendiği belirlenmiştir. Ayrıca köftelerdeki olumlu etkilerin ışığında, et ürünlerinde enginar lifinin kullanılabileceği vurgulanmıştır (Atasoy vd., 2019).

Bir başka çalışmada ise köftelere eklenen çavdar kepeği ve bezelye lifinin (%3 ve %6) duyu kalite ve öznel iştah duyuları üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bezelye lifi kullanılan köftelerde artan lif oranları ile ufalanmış, sıkı ve kumlu bir doku ortaya çıktığı, öznel iştah duyularının lif ilavesinden etkilenmediği vurgulanmıştır. Çavdar kepeği ve bezelye lifinin köfte örneklerinin bileşimini iyileştirdiği belirtilmiştir. Bu çalışma çavdar kepeği ve bezelye lifinin 6-100 gram’a kadar ilavesinin köfte örneklerinde duyu özellikleri etkilediği tespit edilmiştir (Kehlet vd., 2017).

Polizer-Rocha vd. (2020) tarafından bezelye lifi ilave edilen sığır eti burger köftelerinin fizikokimyasal ve teknolojik özellikleri araştırılmıştır. Çalışmada üç farklı formülasyon kullanılmıştır. Kontrol lif (%1) / daha az et (%5 sığır eti azaltma) ve %4 su, lif (%1) / daha az yağ (%7 yağ azaltma) ve %6 su ilavesi olmak üzere üç gruptan oluşan sığır eti burger köfteleri üretilmiş, et ve yağın kısmi ikamesi olarak bezelye lifi eklenmesinin köfte örnekleri üzerinde etkilerinin ortaya konması amaçlanmıştır. Üç farklı oranda hazırlanan burger köftelerin pH, renk, tekstür profil analizi, pişirme kaybı ve boyut küçültme açısından önemli bir etkisi olmadığı belirtilmiştir. Duyusal değerlendirme açısından ise formülasyonlar arasında farklılıklar tespit edilmediği ve et ve yağın bezelye lifi ile ikame edilmesinin sığır eti burger köftelerin de teknolojik özelliklerin birçoğunu etkilemediği vurgulanmıştır.

Az yağlı domuz köftelerine kivi posasından elde edilen çözünmeyen diyet lifinin ilave edilmesinin fizikokimyasal ve duyusal özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Köfte örneklerinde kontrol (%30 yağ), %0 (%20 yağ), %0,5 lif (%20 yağ), %1 lif (%20 yağ), %3 lif (%20 yağ), %5 lif (%20 yağ) ve %7 lif (%20 yağ) olmak üzere 7 farklı formülasyon kullanılmıştır. Araştırmada az yağlı köftelerin oksidasyon stabilitesinin kivi lifi ilavesiyle geliştirilebileceği vurgulanmıştır. Kivi lifi ilavesinin yağ içeriğini ve doymamış yağ asitlerinin içeriğini azaltmaya yardımcı olduğu, lipid oksidasyonunu azalttığı belirtilmiştir. Şişme, su, yağ ve yağ tutma kapasitelerinde artış gözlemlenmiştir. Kivi posasından elde edilen çözünmeyen lif, düşük yağlı et ürünlerinde potansiyel bir yağ ikame maddesi ve fonksiyonel bileşen olarak kullanılabilirliği vurgulanmıştır. Ayrıca duyusal analiz sonucuna göre %3 kivi posasından elde edilen çözünmeyen lif oranı ilaveli köftelerin tatmin edici olduğu belirtilmiştir (Zhao vd., 2021).

Sanchez-Zapata vd., (2010) tarafından kaplan somunu lifinin domuz burger köftelerinin kalite özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada kullanılan Horchata, kaplan somunu yumrularından elde edilen ve yüksek miktarda yan ürün veren serinletici bir içecek olduğu belirtilmiştir. Domuz eti burger köftelerinin %0; %5; %10 ve %15 oranlarında ilave edilen kaplan somunu lifinin, kontrol örneklerine kıyasla daha yüksek besin değerine ve daha yüksek pişirme verimine, yağ tutma ve nem tutma kapasitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çiğ burger köfteler de lif

ilavesine bağlı renk ve tekstür açısından olumsuz değişiklikler gözlemlenirken, pişmiş örneklerden bu olumsuzluk maskelendiği belirtilmiştir. Kaplan somunu lifi ilaveli burger köfteler, kontrol örneğine göre daha az yağlı, sulu, taneli ve daha az etli aromaya sahip olduğu vurgulanırken, pişirme işlemi ile bu olumsuzlukların maskelendiği not edilmiştir.

Garcia vd., (2002), yağı azaltılmış kuru fermente sosis üretiminde farklı oranlarda buğday, yulaf lifi ve meyve olarak şeftali, elma, portakal lifi kullanımının ürünün fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada kontrol grubuna kıyasla toplam kalori değerlerinin düşük olduğu, su aktivitesi, mikrobiyal gelişim ve pH değerleri bakımından kontrol grubu sosisler ile arasında önemli bir farklılık bulunmadığı belirtilmiştir. Yapılan tekstür analizlerine göre buğday ve yulaf liflerinin sertlik değerini artırdığı meyve liflerinin ise sertliği azalttığı sonucuna varılmıştır. % 10 yağ ve % 1,5 meyve lifi içeren fermente kuru sosislerin en iyi sonuç verdiği özellikle portakal lifinin ürünün duyuşal nitelikleri açısından olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir.

Fernandez – Lopez vd. (2008); %0; %1 ve % 2 konsantrasyonların da portakal lifi (meyve suyu endüstrisi yan ürünü) içeren İspanyol tipi kuru fermente sosisler ile yaptıkları çalışmada diyet lifi ilavesinin fermantasyon aşamasında kalıntı nitrit ile *Micrococcaceae* sayısını, kurutma aşamasında ise pH ve su aktivitesi değerlerini etkilediğini belirtmişlerdir. Araştırmada portakal lifi, kalıntı nitrit seviyelerini düşürür ve *Micrococcaceae* gelişimini desteklemektedir. Ayrıca % 1 portakal lifi ilavesinin duyuşal özellikleri açısından olumlu olduğu ve salchichon (İspanyol kuru fermente sosis) üretiminde portakal lifinin fermantasyon ve kurutma aşamalarında herhangi bir olumsuz etkisi görülmediği vurgulanmıştır.

Fernandez-Ginez ve arkadaşlarının (2004), Bologna tipi sosislere limon albedosu diyet lifi kaynağı olarak etkileri araştırılmış, bologna sosislere %0; %2,5; %5; %7,5 ve %10 konsantrasyonlar da çiğ ve pişmiş olarak eklenmiş ve ürünün kimyasal, fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri araştırılmıştır. Bologna tipi sosislerin besleyici özelliklerde iyileşmeye ve kalıntı nitrit seviyelerinde düşüşe neden olduğu aktif biyo bileşiklerden dolayı yararlı etkilere sahip olduğu belirtilmiştir. Geleneksel sosislere benzer duyuşal

özellikleri %2,5 ve %5 çiğ albedo ve %2,5; %5 ve % 7,5 pişmiş albedo ilavesinde görülmüştür.

Hamburger köftesinde yapılan çalışmada, farklı yağ formülasyonları (%10; %15; %20) ve farklı limon lifi oranlarında (%0; %2; %4 ve %6) hamburger köftesi hazırlanmıştır. Bu şekilde hazırlanan hamburger köftelerinin kimyasal içeriği, pişme özellikleri, pH ve renk değerleri (L, a, b), tekstürel ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Nem, yağ, protein, kül, tuz, kollajen ve kolesterol analizlere tabi tutularak kimyasal bileşimi belirlenmiştir. İncelemeler sonucunda farklı oranlarda yağ ve limon lifi kullanımında protein, kül, yağ ve tuz değerlerinde azalmalara sebep olduğu tespit edilirken nem seviyelerinde artışlar gözlemlenmiştir. Örneklerin pH değerleri ise limon lifi kullanımı sonucunda azalmıştır. Limon lifi kullanım seviyeleri arttıkça hamburger köftelerinin kollajen içeriği azalmıştır. Bunun dışında limon lifi oranı arttıkça kolesterol içeriği azalmıştır. Genel olarak değerlendirildiğinde katılan limon lifi oranları (%2; %4; %6) kabul edilir sonuçlar vermiştir. %2 ve %4 seviyelerinde limon lifi ilavesinin köftelerde teknolojik ve duyuşal açıdan en uygun formülasyon olarak bulunmuştur (Salman, 2012).

Bir başka çalışmada farklı yağ formülasyonların da (%10; %15; %20) ve farklı oranlarda havuç lifi ilavesi (%0; %2; %4 ve %6) ile hazırlanmış hamburger köftelerinin kalite özellikleri incelenmiştir. Havuç lifi kullanımı ile yapılan hamburger köftelerinde kül, tuz içeriklerinde azalma, pH değerlerinde düşmeler olduğu belirtilmiştir. Kollajen içeriklerinde havuç lifi kullanımının artmasıyla azalmalar görüldüğü, kolesterol içerikleri düştüğü ve %10 yağlı köftelerin kolesterol içeriklerinin en düşük bulunduğu vurgulanmıştır. Tekstür açısından havuç lifi kullanımı sertlik, dış yapışkanlık, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik gibi değerleri azalttığı; elastikiyet ve iç yapışkanlık değerlerini ise arttırdığı tespit edilmiştir. Duyusal analizler sonucunda ise %15 yağlı, lif katılmayan köftelerin beğenildiği, %20 yağlı %2 havuç lifi ilaveli köftelerin daha çok beğenildiği belirtilmiştir. Sonuç olarak ise %2 ve %4 havuç lifi ilaveli köfte örneklerinin teknolojik ve duyuşal açıdan en uygun oran ve yağ ikamesi olarak eklenebileceği belirtilmiştir (Güven, 2010).

Tekirdağ köftesi formülasyonuna bezelye proteini ve bezelye lifi (%2; %4 ve %6) ilavesinin çiğ ve pişmiş örneklerin üzerinde çeşitli kimyasal, fiziksel ve duyuşal özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada bezelye proteini ve lifinin çiğ Tekirdağ köftelerinin protein değerleri üzerine önemli etkileri görüldüğü ve ilave edilen bezelye protein değeri artışının köftelerdeki protein değerini doğru oranda arttırdığı belirtilmiştir. Çiğ ve pişmiş Tekirdağ köftelerinin yağ değerlerinin önemli olmadığı, karbonhidrat değerlerinin ise önemli olduğu, bezelye proteini ve bezelye lifi ilaveli pişmiş köftelerin pH değerinde önemli seviyelerde düşüşler görüldüğü ve köftenin temeli değiştirilmeden insan sağlığı için faydalı olacağı vurgulanmıştır (Özabracı, 2019).

Bir başka çalışmada hamburger köftesine farklı oranlarda (%0,5; %1; %1,5 ve %2) buğday, portakal ve selüloz lifi ilave edilen, çiğ ve pişmiş köftelerin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Çalışmada çiğ köfte örneklerinde lif oranı arttıkça su oranının azaldığı, çiğ ve pişmiş köfte örneklerinde lif oranı arttıkça yağ oranında düşüşler olduğu ve bu azalma liflerin yağın yerini almasından kaynaklandığı belirtilmiştir. Duyusal değerlendirmelere göre %1,5 selüloz lifi ilave edilen hamburger köftelerinin daha fazla beğenildiğı vurgulanmıştır (Gündüz, 2010).

Yulaf lifi kaynağı olarak  $\beta$ -glukan ilave edilen bir çalışmada farklı yağ oranlarına sahip sığır köftelerinin kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri araştırılmıştır. Az yağlı köfte örneklerinin pişme veriminde önemli gelişmeler tespit edilirken, yağ ve nem tutulmasının  $\beta$ -glukanın su bağlama kapasitesinden kaynaklandığı ayrıca çiğ ve pişmiş az yağlı köftelerin nem değerlerinin kontrol grubuna göre daha yüksek bulunduğu, kolesterol değerlerinin ise formülasyonlar arasında benzer sonuçlar verdiği, bunun yanı sıra kontrol örneklerine kıyasla az yağlı köftelerin duyuşal tat parametresinin düşük bulunduğu ve görünüş, hassasiyet ve renk değerlerinin yulaf lifi eklenmesinden etkilenmediğı belirtilmiştir (Pintero vd., 2008).

Khalid vd. (2020), buğday tohumu yağı ve buğday kepeğı lifinin yağ ikame maddesi olarak az yağlı dana köftelerinin kalite parametreleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Kontrol, buğday kepeğı lifi (%3), buğday tohumu yağı (%1,5) + buğday kepeğı lifi (%3), buğday tohumu yağı (%3) + buğday kepeğı lifi (%3) ve buğday tohumu yağı

(%4,5) + buğday kepeği lifi (%3) kullanılarak toplam beş farklı formülasyonda köfte hazırlanmış ve çiğ ve pişmiş dana köfteleri 21 günlük depolama süresine kadar incelenmiştir. Çiğ ve pişmiş kontrol grubu köftelerinde daha yüksek TBARS, peroksit ve kolesterol değerleri verdiği, bu değerlerin buğday tohumu yağı (%4,5) + buğday kepeği lifi (%3) ile hazırlanan köftelerde minimum değerler gösterdiği ve buğday tohumu yağı (%4,5) + buğday kepeği lifi (%3) kullanılan grupta tüm duyusal özelliklerin düşük olduğu vurgulanmıştır.

Anderson ve Berry (2000), yaptıkları çalışmada farklı oranlarda yağ (%10; %14; %18) içeren sığır kıymasından yapılan köftelere %48 lif, %44 nişasta ve %7 protein içeren bezelye lifi ilave etmişlerdir. Çalışma sonucunda pişirme verimi ve gevrekliğin arttığı, sululuk ve lezzet açısından hiçbir olumsuz etki göstermediği belirtilmiştir. Fakat yağ, bezelye lifi tarafından yüksek miktarda tutulduğu için köftelerin orta nokta sıcaklığının 71°C'ye ulaşma süresini uzadığı ifade edilmiştir.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1 Materyal

Araştırmada kullanılan sığır kıyması ve yağı Kastamonu piyasasından temin edilmiştir. Ayrıca köfte üretiminde kullanılan portakal meyvesi, galeta unu ve tuz materyalleri Kastamonu piyasasından satın alınmıştır. Köfte üretimi, Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Öğrenci Uygulama Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

#### 3.2 Metot

Araştırmada köfte üretiminde portakal lifi kullanımı (%0; %1; %3; %5) ve pişirme sıcaklığının (175°C, 200°C, 225°C) ürünün tekstürel ve duyusal özellikleri ile diğer bazı kalite kriterlerine (pH, nem, yağ, TBARS, kül, mineral, pişirme özellikleri (ağırlık kaybı, çap azalışı ve pişirme verimi), duyusal ve tekstür profil analizleri) etkisi incelenmiştir. Köfte hamurunun hazırlanmasında sığır eti, %20 et yağı, galeta unu, tuz ve portakal lifi kullanılmıştır. Köfte hamurları iyice yoğurulduktan sonra her bir köftenin ağırlığı 40 g olacak şekilde yuvarlak toplar haline getirilmiştir. Metal kalıp (6,5 cm çap ve 1cm kalınlık) yardımı ile şekil verilmiştir. Kontrol grubu köfteler ve portakal lifi ilaveli köftelere farklı pişirme süresi ve pişirme sıcaklığı uygulanmıştır (Tablo 3.1). Hammaddeden kaynaklanan farklılıkları bertaraf etmek için çalışma 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Bu kapsamda 3 farklı orta yaşlı sığırdan elde edilen yağsız but eti kullanılmış ve aynı işlemler 3 kez tekrarlanmıştır.

Tablo 3.1 Köfte formülasyonunda farklı pişirme sıcaklıkları ve süreleri

Lif (%)	Köfte gramaj(g)	Pişirme Sıcaklıkları (°C)	Pişirme Süreleri (dk)
0 - Kontrol	40	175	3
	40	200	2,5
	40	225	2
1	40	175	3
	40	200	2,5
	40	225	2
3	40	175	3
	40	200	2,5

Tablo 3.1'in devamı

	40	225	2
	40	175	3
5	40	200	2,5
	40	225	2

Tablo 3.2 Köfte üretiminde kullanılan maddelerin miktarları (%)

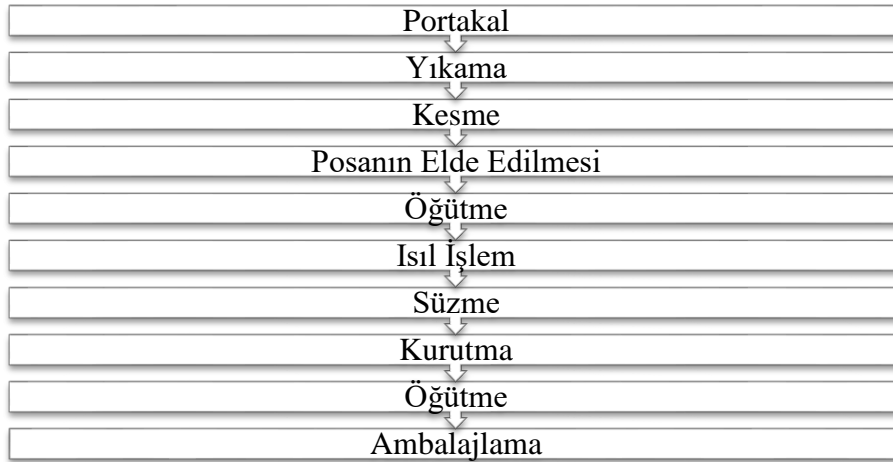
Gruplar	Sığır eti kıyması	Sığır eti yağı	Portakal lifi	Galeta unu	Tuz
Kontrol	74	20	-	5	1
1.grup	74	20	1	5	1
2.grup	74	20	3	5	1
3.grup	74	20	5	5	1



a) Kontrol örneği; b)%1 portakal lifi içeren köfte örneği; c) %3 portakal lifi içeren köfte örneği; d) %5 portakal lifi köfte örneği

Şekil 3.1 Farklı oranlarda portakal lifi ilave edilen köfteler

### 3.2.1 Portakal Lifi Üretimi



Şekil 3.2 Portakal lifi üretimi

Piyasadan temin edilen portakallar yıkanarak meyve suyu sıkacağından geçirilmek için hazır hale getirilmiştir. Meyve suyu sıkma cihazından (Kiwi Kj 1902, Avustralya) geçirilen ürünün posası aynı zamanda cihazın parçalama bölümünü oluşturan atık

kısmında toplanmıştır. Atık kısmında toplanan portakal yan ürünü sürekli karıştırılarak bir su banyosuna koyulmuş, 30 dakika boyunca 90°C de ısıtılmasına tabi tutulmuştur. Yıkama ve ısıtılma aşaması sonunda, kurutmadan hemen önce yıkanan üründen suyu çıkarmak amacıyla pres kullanılarak preslenmiştir. Preslenen ürün, kurutma tepsiğine yayılmış ve ardından kurutma dolabına yerleştirilmiş, 70°C’de 36 saat boyunca kurutulmuştur. Daha sonra küçük partikül boyutuna sahip bir toz elde etmek için bir öğütücü de (Kiwi 4812, Türkiye) öğütülmüştür. Elde edilen lif, kullanılıncaya kadar -18 °C’de muhafaza edilmiştir (Fernandez-Gines vd., 2003).



Şekil 3.2 Portakal lifi eldesi

### 3.2.2 Köfte Örneklerinin Pişirilmesi

Köfte örnekleri 175°C, 200°C ve 225°C pişirme sıcaklıklarında ısıtıcı plak (hot plate) üzerinde (Elektromag M4060, Türkiye) ile sıra ile pişirilmiştir.



Şekil 3.3 Köfte örneklerinin pişirilmesi

### 3.3 Analizler

#### 3.3.1 PH Değerinin Belirlenmesi

Köfte örneklerinde pH değerini belirlemek için 10 g örnek tartılmış, üzerine 100 ml saf su ilave edilmiş ve Ultra-Turrax (OV5-Velp, İtalya) homojenizatör kullanılarak 1 dak. homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örneklerde pH değeri, pH metre (WTW, Almanya) kullanılarak ölçülmüştür. Analizden önce, pH metre uygun tampon çözeltileri (pH 4,00 ve pH 7,00) ile kalibre edilmiştir (Gökalp vd., 2004).

#### 3.3.2 Nem Miktarının Belirlenmesi

Köfte örneklerinin nem miktarını saptamak için, 105°C’de kurutulduktan sonra darası alınmış kuru madde kaplarına yaklaşık 5 g örnek tartılarak 105°C’deki etüvde (Mettler UN110, Almanya) sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuştur. Tartım farkından örnekteki % nem miktarı belirlenmiştir (Gökalp vd., 2004).

#### 3.3.3 Yağ Miktarının Belirlenmesi

Köfte örneklerinin yağ oranının belirlenmesi amacıyla, Soxhlet metodu kullanılmıştır. Yağ miktarı belirlenirken 10 g örnek tartılmış ve kurutulmuştur. Kurutulmuş köfte örnekleri ekstraksiyon kartuşuna yerleştirilmiştir. Ekstraksiyon kartuşuna yerleştirilen kartuşlar 8 saat süre ile hegzan kullanılarak ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Ardından hegzan uzaklaştırılmış ve yağın toplandığı balon 105°C’ de 1 saate yakın bekletilmiş ve bu şekilde balonda kalan hegzan uçurulmuştur. Balon desikatörde soğutulduktan sonra tartılmış ve örnekteki % yağ miktarı aşığıdaki formüle göre hesaplanmıştır (AOAC 2000).

$$\%Yağ = \frac{(\text{Son Tartım} - \text{Balon Dara})}{\text{Örnek Miktarı}} \times 100 \quad (3.1)$$

#### 3.3.4 TBARS Değerinin Belirlenmesi

Homojen hale getirilmiş köfte örneklerinden 2 gram tartılmış, üzerine 12’şer ml TCA çözeltilisi (%7,5 TCA, %0,1 EDTA, %0,1 Propil gallat) aktarılmıştır. TCA ilave edilen

örnekler 15-20 s süreyle ultraturax (OV5-Velp, İtalya) homojenizatörde homojenize edildikten sonra Whatman 1 filtre kâğıdından süzölmüştür. Süzöntüden 3 ml alınıp deney tüpüne aktarılmış ve üzerine 3 ml TBA (0,02M) çözeltilisi aktarılıp iyice karıştırılmıştır. Deney tüpleri 40 dak kaynayan su banyosunda bekletildikten sonra 5 dak soğutulmuş, ardından santrifüj (Nüve 1200R, Türkiye) işlemleri (2000 g'de 5 dak) uygulanmış ve 530 nm'de spektrofotometre de (PhotoLab7600 WTW, Almanya) absorbansı ölçölmüştür. Elde edilen değerler ile aşığıdaki formöl kullanılarak TBARS değerleri hesaplanmıştır. Standart değer TEP (1,1,3,3, tetraetoksipropan) kullanılarak oluşturulan standart kurveden elde edilmiştir. Sonuç mg malondialdehit/kg olarak verilmiştir (Lemon, 1975).

$$\frac{mgMDA}{kg} = \frac{\left(\frac{absorbans}{standart} \times 2\right) \times 6,8}{\text{Örnek Ağırlığı}} \quad (3.2)$$

### 3.3.5 Kuru Maddede Kül Miktarının Belirlenmesi

105°C'deki etüvde kurutularak darası alınmış kül krozelerine 3 g civarında örnek tartılmış, kül fırınına koyulmuş, sıcaklık kademeli olarak artırılarak 525°C'ye getirilmiş kül krozelerinde ki örnek gri-beyaz bir renk alıncaya kadar yakma işlemine devam edilmiştir. Daha sonra fırından alınan örnekler, desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır (Gökalp vd., 2001). Sonuçlar kuru madde üzerinden % kül şeklinde hesaplanmıştır.

$$\%Kül = \frac{ilk\ Tartım - Son\ Tartım}{\text{Örnek miktarı}} \times 100 \quad (3.3)$$

### 3.3.6 Mineral Madde Miktarının Belirlenmesi

Köfte örnekleri ilk olarak 105°C'de kurutma işlemi yapılmıştır. Daha sonra kurutulmuş köfte örneklerinden Mikrodalga Yakma Sistemi (CEM MARS 6) kullanılarak teflon beherlere 0,1 mg hassasiyette 0,25 g örnek tartılmıştır. Ön yakma işlemi için üzerine 10 ml HNO<sub>3</sub> (67% v/v) eklenmiştir. Gerekli güvenlik önlemleri alınarak, mikrodalgada organik içerik yakılmıştır. Mikrodalga yakma programı için Run-Food metodu kullanılarak 30 dk sürede 210°C sıcaklığa çıkana kadar yakma işlemi yapılmıştır. İşlem sonunda çözeltilerin oda sıcaklığına soğuması beklenmiştir.

Daha sonra çözelti haline gelen numunelerin üzeri ultra saf su ile 25 ml tamamlanmıştır. Seyreltme faktörü hesaplanarak ölçüm sonunda hesaba katılmıştır. Örnekler daha sonra içinde partikül kalmayacak şekilde mikrofiltrelerden süzölmüş ve direk işleme alınmıştır. ICP-OES cihazında metallerin konsantrasyonları ölçölmürken cihaz kendiliğinden üç ölçüm yapmaktadır. ICP-OES için temin edilen multielement standart stok çözeltisi (Merck, Germany) kalibrasyon standartlarının hazırlanmasında kullanılmıştır. Standart stok çözeltisi istenilen elementlere göre farklılık göstermektedir. Analize uygun standart çözelti seçilmiş ve hazırlanan örnekler ve kalibrasyon çözeltileri Spectro Blue marka ICP-OES cihazında analiz edilmiştir. Analize hazırlanan örneklerin, ICP-OES cihazında her element için belirtilen dalga boyunda köre karşı okuması yapılmıştır. Cihaza çözelti halinde verilen örnekler bu cihazda argon gazı eşliğinde gaz fazına geçirilmiş ve bir süre sonra da yaydıkları rezonans ışınları tespit edilerek ölçömleri gerçekleştirilmiştir.

### **3.3.7 Pişirme Özelliklerinin Belirlenmesi**

#### **3.3.7.1 Ağırlık kaybının belirlenmesi**

Tüm köfte örnekleri pişirme işlemi öncesinde tartılmıştır. Pişirme işlemi bittikten sonra tekrar ağırlıkları alınarak aşağıdaki formöl ile % ağırlık kaybı bulunmuştur (Polizer-Rocha vd., 2020).

$$AK = \frac{B-A}{B} \times 100 \quad (3.4)$$

$AK$  = Ağırlık Kaybı (%)

$A$  = Pişirilmiş köfte ağırlığı (g)

$B$  = Çiğ köfte ağırlığı (g)

#### **3.3.7.2 Çap azalışının belirlenmesi**

Tüm köfte örneklerinin pişirme işlemi öncesinde çapları ölçölmüştür. Pişirme işlemi bittikten sonra tekrar çap ölçümü alınarak aşağıdaki formöl ile % çap azalması bulunmuştur (Pintero vd., 2008).

$$\text{ÇA} = \frac{A-B}{A} \times 100 \quad (3.5)$$

$\text{ÇA}$  = Köfte çapında azalma oranı (%)

$A$  = Çiğ köfte çapı (mm)

$B$  = Pişirilmiş köfte çapı (mm)

### 3.3.7.3 Pişirme veriminin belirlenmesi

Tüm köfte örnekleri pişirme işlemi öncesinde ve sonrasında tartılmıştır ve pişirme verimi tespit edilmiştir (Pintero vd., 2008).

$$PV = \frac{A}{B} \times 100 \quad (3.6)$$

$PV$  = Pişirme verimi (%)

$A$  = Pişirilmiş köfte ağırlığı (g)

$B$  = Çiğ Köfte ağırlığı (g)

### 3.3.8 Duyusal Analiz

Pişmiş köfte örneklerinin duyusal analizinde hedonik tip skala (1-9) kullanılmıştır. Duyusal analizler, Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesinden seçilen 10 yarı eğitimli panelist tarafından Gıda Mühendisliği Bölümü Öğrenci Uygulama Laboratuvarında yapılmıştır. Yarı eğitimli panelistlerden köfte örneklerini renk, görünüş, koku, tekstür, tat, pişme derecesi ve genel kabul edilebilirlik açısından 1-9 puan arasında değerlendirmeleri istenmiştir (Şekil 5). 1 puan “arzu edilmeyen” ve 9 puan “tipik arzu edilen” olarak değerlendirilmiştir.

Köfte Panel Formu									
Örnek No:									
Renk	Tipik Köfte Rengi				Orta			Kötü	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Görünüş	Çok İyi				Orta			Çok Kötü	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Koku	Tipik Arzu Edilen (Güzel)				Orta			Arzu Edilmeyen	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Tekstür	Çok İyi				Orta			Çok Kötü	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Tat	Tipik Arzu Edilen				Orta			Arzu Edilmeyen	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Pişme Derecesi	Tipik Arzu Edilen				Arzu Edilen			Arzu Edilmeyen	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Genel Kabul Edilebilirlik	Çok İyi				Orta			Çok Kötü	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Belirtmek İstedığınız Hususlar:									

Şekil 3.4 Duyusal Analiz Formu

### 3.3.9 Tekstür Profil Analizi (TPA)

TPA, tekstür analiz cihazı (CT3, Brookfield Engineering Laboratories, USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Köfte örneklerinden çıkarılan 2 cm çapında ve 1 cm kalınlığındaki silindirik boyutlu örnekler 50mm'lik silindirik prob (TA 25/1000, Brookfield Engineering Laboratories, USA) kullanılarak ardarda iki sıkıştırma çevrimi ile oda sıcaklığında analize tabi tutulmuştur. Analizde ön test hızı 2,00 mm/s, test ve test sonrası hızı 1 mm/s, sıkıştırma arası 3 s ve sıkıştırma oranı %50 olarak ayarlanmıştır. Analiz sonunda elde edilen kuvvet-zaman eğrilerinden tekstürel parametreler olan sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik, sakızimsılık ve esneklik değerleri hesaplanmıştır (Bourne 1978).

### 3.3.10 İstatistik Analizi

Araştırmada portakal lifi oranı (%0; %1; %3; %5) ve pişirme sıcaklığı (175°C, 200°C, 225°C) faktör olarak seçilmiştir. Denemeler şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre üç tekerrürlü olarak kurulmuş ve yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlar IBM SPSS Statistics 2 programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarına ait veriler Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1 pH Sonuçları

Et pH değeri, renk ve su tutma kapasitesi gibi fiziksel özellikler üzerinde etkin bir faktördür. Bunun yanı sıra mikrobiyolojik özellikler yönünden de önemli parametre üzerinde de etkilidir (İnce, 2019). Farklı oranlarda diyet lifi kullanılarak farklı sıcaklıklarda pişirilen köftelerin pH değerleri Tablo 4.1’de verilmiştir. Köftelerin pH değerleri 5,25 - 6,14 arasında değişim göstermiştir. Gündüz (2010) tarafından köfte üzerinde yürütülen çalışmada da en düşük pH değeri 6,25 ile %0,5 portakal içeren grupta, en yüksek pH değeri ise %2 selüloz kullanılarak üretilen grupta bulunmuştur. Diğer bir çalışmada köfteye kivi posasından elde edilen çözünmeyen diyet lifi ilave edilmiş olup pH değerleri 5,54 ile 6,54 arasında değişmiştir (Zhao vd., 2021). Atasoy vd., (2019) tarafından yapılan çalışmada ise enginar lifi eklenmesinin köftelerin pH değerinde artışa sebep olduğu ve en yüksek pH %6,40 diyet lifi ile hazırlanan köftelerde gözlemlendiği belirtilmiştir.

Tablo 4.1 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin pH değerleri

Lif Oranı (%)	Blok	Pişirme Sıcaklığı (°C)		
		175°C	200°C	225°C
0-Kontrol	1	6,07	6,01	6,14
		6,02	5,99	6,05
	2	5,98	5,97	6,06
		6,02	5,99	6,10
	3	5,90	5,89	5,92
		5,91	5,94	5,94
1	1	5,98	5,99	5,98
		5,96	6,03	6,02
	2	6,04	5,86	6,00
		6,02	5,88	5,97
	3	5,88	5,87	5,92
		5,89	6,00	5,94

Tablo 4.1'in devamı

3	1	5,86	5,68	5,81
		5,89	5,65	5,86
	2	5,75	5,80	5,74
		5,77	5,78	5,76
	3	5,63	5,59	5,59
		5,65	5,64	5,51
5	1	5,63	5,68	5,57
		5,59	5,62	5,54
	2	5,51	5,60	5,56
		5,49	5,57	5,49
	3	5,47	5,50	5,31
		5,44	5,52	5,25

Etin pH değeri fonksiyonellik ve kalite üzerinde etkili olmaktadır. Et kökenli olmayan bileşenlerin eklenmesi, bitkisel materyalin kaynağına bağlı olarak et ürünlerinin pH değerini değiştirmektedir. Köftelerin pH değeri üzerine portakal lifi ve portakal lifi x pişirme sıcaklığı interaksiyonunun çok önemli seviyede ( $P<0,01$ ) etkisi olmuştur. Diğer taraftan pişirme sıcaklığı köftelerin pH değerinde istatistiki olarak herhangi bir değişime sebep olmamıştır ( $P>0,05$ ) (Tablo 4.2).

Tablo 4.2 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Portakal lifi( PL)	3	0,888	293,584**
Pişirme Sıcaklığı (PS)	2	0,01	0,443
Blok	2	0,139	46,011**
PL*PS	0,013	4,452	0,001**
Hata	58	0,003	-
Total	71	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, \*\*:  $P<0,01$

Farklı miktarlarda portakal lifi kullanılarak üretilen köftelerin pH değerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre en yüksek pH değeri kontrol grubunda tespit edilmiştir. Kullanılan lif oranı arttıkça pH değeri de düşmüştür (Tablo 4.3). Polizer-Rocha vd., (2020) tarafından yürütülen diğer bir çalışmada ise bezelye lifi kullanılarak sığır eti burgerlerinin pH değeri 5,43 ile 5,55 arasında değişim göstermiştir ve bu değerler istatistiki olarak birbirinden farklı bulunmamıştır ( $P>0,05$ ) Benzer şekilde köfte üzerinde yürütülen bir çalışmada ise limon lifi kullanımı köftenin pH değerinde düşüşe sebep olmuştur. Bu düşüşün sebebinin limon lifinin içerdiği organik asitler olduğu belirtilmiştir (Salman, 2012). Başka bir çalışmada da kivi

posasından elde edilen diyet lifi ilaveli köftelerin pH değerleri kontrol grubuna göre daha düşük çıkmıştır ve bu sonucun diyet lifinin kimyasal yapısında bulunan karboksil ve hidroksil gibi daha fazla yan zincir radikalının ultra-ince toz haline getirme ile açığa çıkması ve homoplastik olarak asidik bir katyon değişim ortamına yol açmasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Zhao vd., 2021). Farklı pişirme sıcaklıkları kullanılarak üretilen köftelerin pH değerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları dikkate alındığında istatistiki olarak birbirinden farklı bulunmamıştır (Tablo 4.4). Farklı pişirme sıcaklıklarında pişirilen köftelerin pH değerlerinin istatistiksel olarak birbirinden farklı olmadığı ve değerlerin 5,88 ile 5,90 arasında değiştiği belirtilmiştir (Korkmaz ve Öz, 2019). Benzer bir sonuç, Elbir vd., (2023) tarafından farklı oranlarda chia tohumu kullanılan köftelere farklı pişirme sıcaklıkları (150°C, 200°C ve 250°C) uygulanmış ve bu pişirme sıcaklığının pH değerleri üzerinde önemli bir etkisi olmadığı belirtilmiştir ( $P > 0.05$ ). Öte yandan başka bir çalışmada fesleğen katılarak hazırlanan köftelerin pişirme sıcaklığının pH değerini önemli ölçüde artırdığı ( $p < 0,05$ ) bildirilmiştir (Uzun ve Öz, 2021).

Tablo 4.3 Farklı miktarlarda portakal lifi kullanılan köftelerin pH değerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Portakal lifi (%)	pH
0	5,99±0,071a
1	5,96±0,060b
3	5,72±0,11c
5	5,52±0,11d

Aynı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ( $P > 0,05$ )

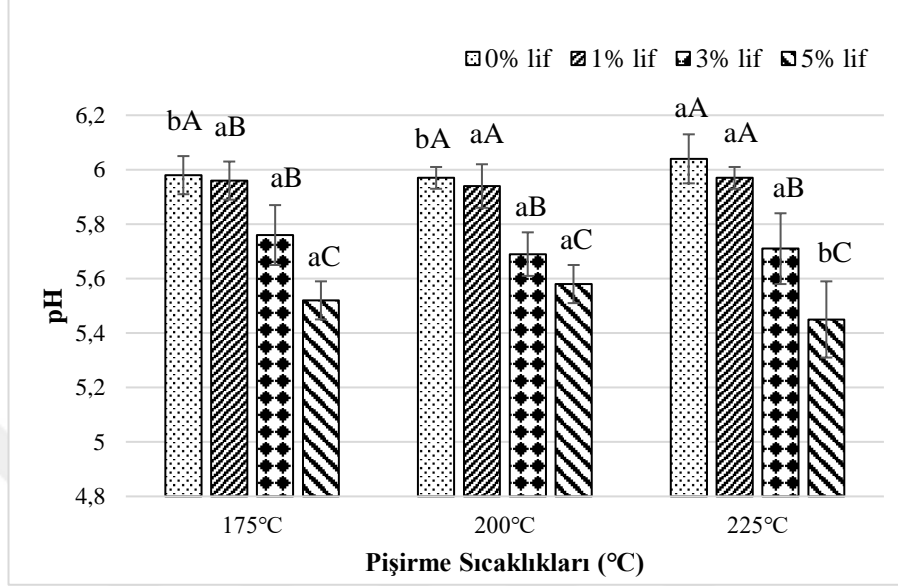
Tablo 4.4 Farklı sıcaklıklarda pişirilen köftelerin pH değerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Pişirme Sıcaklığı (°C)	pH
175°C	5,81±0,20a
200°C	5,79±0,18a
225°C	5,79±0,26a

Aynı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ( $P > 0,05$ )

Lif oranı x pişirme sıcaklığı interaksiyonunun pH değeri üzerine etkisi Şekil 4.1’de sunulmuştur. Sıcaklık artışı sadece %0-kontrol ve %5 lif içeren grupların pH değerini etkilemiştir. Kontrol grubunda sıcaklık artışı ile orantılı olarak pH değeri artarken, % 5 lif içeren grupta ise sıcaklık artışı ile pH değerinde azalma tespit edilmiştir. 175°C

ve 200°C 'de pişirilen köftelerin pH değeri lif artışından etkilenmemiş sadece kontrol grupları lif artışına bağlı olarak en düşük bulunmuştur. 225°C'de pişirilen köftelerde ise en düşük değer %5 lif içeren grupta tespit edilmiştir.



a-b: Küçük harfle ifade edilen değerler belli bir lif oranındaki sıcaklık farkı ile meydana gelen değişikliği ifade etmektedir. A-C: Büyük harfle ifade edilen değerler belli bir sıcaklıktaki lif oranı ile meydana gelen değişikliği ifade etmektedir

Şekil 4.1 Lif oranı ve piştirme sıcaklığı interaksiyonunun köftenin pH değerleri üzerine etkisi

## 4.2 Nem Sonuçları

Etin içeriğinde bulunan su, görünüş, tat ve aroma, gevreklik, farklı ürünlere işlenmesi, depolama, dondurma, amabalajlama, mikrobiyal kalite ve raf ömrü süresi bakımından önemli bir parametreyi oluşturmaktadır. Ayrıca etteki su, birçok faktörden etkilenmektedir. Bu faktörler; hayvanın türü, yaşı, semirtilme durumu, rasyonun tipi, kas farklılığı, pH değeri, kesimden sonra uygulanan işlemleri kapsamaktadır (Katmer, 2019). Farklı miktarlarda portakal lifi ve piştirme sıcaklığı uygulanarak pişirilen köftelerin nem değerleri Tablo 4.5'de verilmiştir. Mevcut bu araştırmada örneklerin nem değerleri %50,18 - %59,87 arasında değişim göstermiştir. Özabracı (2009) tarafından yapılan bir çalışmada ise üretiminde bezelye lifi kullanılan Tekirdağ köftelerinin nem değerleri %53,37 - %50,47 arasında olduğu belirtilmiştir.

Tablo 4.5 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin nem değerleri (%)

Lif Oranı(%)	Blok	Pişirme Sıcaklığı (°C)		
		175°C	200°C	225°C
Kontrol	1	59,37	58,99	58,08
		58,61	59,36	58,84
	2	59,79	59,41	59,75
		59,87	59,18	58,97
	3	58,78	58,45	57,70
		58,17	57,93	57,60
1	1	59,56	58,85	57,09
		59,59	58,54	55,37
	2	59,76	58,55	57,43
		59,28	58,98	57,73
	3	58,86	57,22	56,71
		59,19	58,06	56,73
3	1	59,19	54,94	56,32
		58,71	55,51	55,88
	2	58,90	57,89	55,64
		58,47	56,84	56,01
	3	58,06	57,50	56,45
		57,70	56,91	57,25
5	1	55,28	50,90	50,18
		55,04	51,31	50,57
	2	57,16	56,86	54,74
		57,23	56,24	54,26
	3	56,39	56,43	56,65
		55,01	56,50	57,67

Farklı oranlarda diyet lifi ve pişirme sıcaklıkları kullanılarak üretilen köftelerin nem değerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.6’da verilmiştir. Köftenin nem oranı üzerine bütün ana varyasyon kaynaklarının çok önemli etkisi belirlenirken ( $P < 0,01$ ), portakal lifi x pişirme sıcaklığı interaksyonu istatistiki açıdan önemli bir etki göstermemiştir ( $P > 0,05$ ).

Tablo 4.6 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin nem değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Portakal Lifli ( PL)	3	53,124	33,459**
Pişirme Sıcaklığı(PS)	2	20,749	13,068**
Blok	2	11,660	7,344**
PL*PS	6	1,527	0,962
Hata	72	-	-
Total	71	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, \*\*:  $P < 0,01$

Farklı oranlarda portakal lifi ilavesi ile üretilen köfte örneklerinin nem değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 4.7’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre farklı oranlarda portakal lifi katılan köftelerden istatistiki olarak en yüksek nem değeri kontrol örneğinde tespit edilmiştir. Kontrol grubu ile %1 lif içeren köfte örnekleri arasında istatistiki olarak bir farklılık söz konusu değildir. Tablodan da görüldüğü üzere lif oranı arttıkça nem değerinde de azalmalar belirlenmiştir. Benzer bir şekilde yapılan başka bir çalışmada köfte örneklerine şeftali hurması yan ürünü kullanılmış, bu yan ürün ilave oranı arttıkça nem değerlerinde de azalma olduğu belirtilmiştir (Echeverria vd., 2020). Lopez-Vargas vd., (2014), sarı çarkıfelek meyvesinden elde edilen albedo lifinin domuz burgerlerine ilave edilmesinin çiğ ve pişmiş burgerde lif ilavesiyle nem içeriğini düşürdüğü belirtilmiştir. Hurma lifinin galeta unu yerine et dolgu maddesi olarak sığır burgerlerine ilave edilmesinin kuru maddedeki artış nedeniyle hurma lifi içeriğiyle orantılı olarak önemli bir düşüşle nem üzerinde etki gösterdiği vurgulanmıştır (Alqahtan vd., 2022). Gedikoğlu vd., (2019) tarafından yapılan bir çalışmada nem değerlerinde lif oranına bağlı azalmalar tespit edilmiştir. Pinero vd., (2008) tarafından yulaftaki çözünür lif ile formüle edilen çiğ ve pişmiş sığır köfteleri, kontrole göre daha yüksek nem değerleri verirken, toplam kuru maddede daha düşük değerler gösterdiği tespit edilmiştir.

Tablo 4.7 Farklı miktarlarda portakal lifi kullanılan köftelerin nem değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Portakal lifi (%)	Nem
0	58,82±0,71a
1	58,20±1,22a
3	57,12±1,27b
5	54,91±2,48c

Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

Farklı sıcaklıklarda pişirilen köfte örneklerinin nem değerlerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 4.8’de sunulmuştur. Bu sonuçlara göre pişirme sıcaklığı köftelerin nem değerlerinde değişime sebep olmuştur. Köfte örneklerinin pişirme sıcaklığı arttıkça istatistiki olarak nem değerinde azalma tespit edilmiştir.

Tablo 4.8 Farklı pişirme sıcaklığında pişirilen köftelerin nem değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Pişirme Sıcaklığı (°C)	Nem
175°C	58,25±1,50a
200°C	57,14±2,23b
225°C	56,40±2,26c

Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

### 4.3 Yağ Sonuçları

Farklı oranlarda portakal lifi ilave edilen ve farklı pişirme sıcaklıklarında pişirilen köfte örneklerinin yağ sonuçları Tablo 4.9’da belirtilmiştir. Tablodan yola çıkarak en yüksek yağ oranı %20,64 iken en düşük yağ oranı %11,25 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4.9 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin yağ değerleri (%)

Lif Oranı(%)	Blok	Pişirme Sıcaklığı (°C)			
		175°C	200°C	225°C	
Kontrol	1	22,40	20,08	19,78	
		22,11	20,22	20,05	
	2	20,64	19,88	19,70	
		20,10	19,56	19,99	
	3	19,58	20,09	20,90	
		19,73	19,76	20,65	
	1	1	18,13	16,06	16,12
			16,07	16,08	18,75
		2	15,88	16,95	16,83
16,35			18,12	16,15	
3		16,45	17,28	17,62	
		15,98	17,49	17,67	
3	1	13,60	14,10	13,75	
		15,02	13,73	14,55	
	2	13,45	14,11	15,01	
		15,18	14,61	13,85	
	3	16,05	13,61	14,48	
		14,02	13,48	14,29	
5	1	13,16	13,73	11,51	
		13,51	12,79	12,56	
	2	13,20	14,58	14,09	
		14,14	14,21	13,64	
	3	13,12	12,74	11,25	
		13,33	13,15	12,16	

Farklı oranlarda diyet lifi ve pişirme sıcaklıkları kullanılarak üretilen köftelerin yağ değerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.10’da verilmiştir. Yağ miktarı üzerine

ana varyasyon kaynaklarından yalnızca lif oranı  $P < 0,01$  düzeyinde etkili olmuştur. Diğer ana varyasyon kaynağının ve bu kaynakların interaksiyonunun yağ oranı üzerine herhangi bir istatistiki etkisi belirlenmemiştir ( $P > 0,05$ ).

Tablo 4.10 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin yağ değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
<b>Portakal lifi ( PL)</b>	3	180,954	278,517**
<b>Piştirme Sıcaklığı (PS)</b>	2	0,401	0,617
<b>Blok</b>	2	0,299	0,460
<b>PL*PS</b>	6	1,287	1,981
<b>Hata</b>	58		
<b>Total</b>	72		

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, \*\*:  $P < 0,01$

Tablo 4.11’de portakal lifi ilave edilen köftelerin yağ değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları verilmiştir. Tablodan görüldüğü üzere farklı oranlarda portakal lifi ilavesi köftenin yağ değerlerinde istatistiki olarak azalmaya sebep olmuştur ( $P < 0,05$ ). Yağ değerlerindeki bu azalmanın nedeni olarak piştirme kaybının lif oranı arttıkça artmasıyla yağın tutmasından dolayı azaldığı düşünülmektedir. Salman (2012) tarafından yapılan başka bir çalışmada da lif ilavesi artıkça yağ içeriğinde azalmalar tespit edilmiştir. Kivi posasından elde edilen diyet lifinin domuz köftelerine katılması ile ilgili yapılan bir araştırmada da köftelerin yağ içeriği, kontrol örneklerine kıyasla önemli ölçüde ( $P < 0,05$ ) azalmıştır (Zhao vd., 2021). Farklı konsantrasyonlarda hurma lifi (galeta unu yerine) ilave edilen dana burgerlerin kontrol örneğinden daha düşük yağ değerlerine sahip olduğu belirtilmiştir (Alqahtan vd., 2022). Diğer bir çalışmada da yulaf lifi kullanılan sığır köftelerinin kontrole kıyasla önemli düzeyde daha düşük yağ içerdiği görülmüştür (Pintero vd., 2008). Bu sonuçların aksine limon albedo ilaveli katılan sığır eti hamburgerlerinin yağ içeriğinde herhangi bir değişim tespit edilmemiştir (Aleson-Carbonell vd., 2005).

Tablo 4.11 Portakal lifi değişkenlerinin yağ değeri ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Portakal lifi (%)	Yağ
0	20,30±0,81a
1	16,89±0,89b
3	14,28±0,70c
5	13,16±0,90d

Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

Farklı sıcaklıklarda pişirilen köfte örneklerinin yağ değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 4.12’de sunulmuştur. Pişirme sıcaklığı değişkeninin yağ değeri ortalamalarına istatistiki olarak herhangi bir etkisi olmamıştır (P>0,05).

Tablo 4.12 Pişirme sıcaklığı değişkenlerinin yağ değeri ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Pişirme Sıcaklığı (°C)	Yağ
175°C	16,30±2,99a
200°C	16,11±2,70a
225°C	16,06±3,07a

Aynı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (P>0,05)

#### 4.4 TBARS (Tiyobarbitürik asit reaktif maddeler) Sonuçları

Et ve et ürünlerinde kimyasal bozulmaların başında gelen lipid oksidasyonu, üründe renk ve lezzet değişikliğine, toksik bileşiklerin meydana gelmesine, raf ömrü süresinin azalmasına ve besin değerlerinde kayıplara yol açmaktadır (Palmieri ve Sblendorio 2007; Turp vd., 2018). Oksijen, sıcaklık, ışık ve metal iyonları gibi birçok faktör oksidasyona etki etmektedir. Ayrıca et ve ürünlerindeki oksidasyonun temel nedeninin pişirme işlemi olduğu, pişirme işleminin oksimiyoglobin molekülünden oksijeni açığa çıkaran enzimleri inaktif hale getirdiği gibi hücresel yapıyı bozduğu da belirtilmektedir (Rico vd., 2009). Et ve ürünlerinde lipit oksidasyonu yaygın olarak TBARS analizi ile belirlenmektedir. Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklıkları ile pişirilen köftelerin TBARS değerleri 0,70 – 1,81 mg MDA/kg arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.13).

Tablo 4.13 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin TBARS sonuçları (mg MDA/ kg)

Lif Oranı(%)	Blok	Pişirme Sıcaklığı (°C)			
		175°C	200°C	225°C	
Kontrol	1	1,08	1,55	1,30	
		1,11	1,48	1,47	
		1,24	1,75	1,34	
	2	0,86	1,35	1,26	
		0,93	1,19	0,80	
		0,93	1,30	0,83	
	3	0,83	0,88	1,32	
		0,97	1,10	1,07	
		1,18	0,79	1,21	
	1	1	1,16	1,19	0,90
			1,35	1,12	1,22
			1,20	1,38	1,42
2		1,03	1,03	0,77	
		1,03	1,39	1,01	
		0,97	1,25	1,00	
3		0,98	1,27	1,05	
		0,89	1,18	1,06	
		0,97	0,94	1,01	
3		1	1,14	1,32	0,91
			1,56	1,81	0,83
			1,68	1,66	0,98
	2	1,38	1,18	0,70	
		1,18	1,31	0,88	
		1,38	1,32	1,05	
	3	0,86	1,18	1,06	
		0,96	1,16	0,94	
		1,11	1,17	1,08	
	5	1	1,80	1,24	1,33
			1,81	1,64	1,30
			1,78	1,16	0,99
2		1,21	1,00	0,97	
		1,01	1,00	1,21	
		1,16	1,15	1,14	
3		1,37	1,17	1,27	
		0,96	1,18	1,39	
		1,20	1,21	1,42	

Tablo 4.14’de farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılarak pişirilen köftelerin TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçlarını göstermektedir. TBARS değeri üzerine portakal lifi önemli ( $P<0,05$ ) seviyede etki gösterirken, diğer varyasyon kaynakları ve bunların interaksyonu çok önemli ( $P<0,01$ ) seviyede etki göstermiştir.

Tablo 4.14 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları (mg MDA/kg)

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Portakal lifi ( PL)	3	0,120	3,629*
Piştirme Sıcaklığı (PS)	2	0,211	6,398**
Blok	2	0,738	22,393**
PL*PS	6	0,160	4,863**
Hata	94	0,033	
Total	108		

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, \*\*: P<0,01, \*: P<0,05

Köfte örneklerinde portakal lifi değişkeninin TBARS değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 4.15’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre en yüksek TBARS değeri %5 lif içeren köfte örneklerinde belirlenmiştir. Bunun aksine en düşük TBARS değeri ise %0-kontrol ve %1 lif içeren köfte örneklerinde görülmektedir. Lopez-Vargas vd., (2014) tarafından sarı çarkıfelek meyvesi yan ürünlerinden elde edilen albedo lifi ilaveli (%0; %2,5 ve %5) domuz burgerinin en düşük TBA değeri %5 lif ilaveli çiğ burgerler de görülürken, pişmiş burgerler daha yüksek TBA değeri göstermiştir. Bu sonucun et ürünlerinin piştirme işlemi esnasında oksidatif reaksiyonları artırmasından ileri geldiği vurgulanmıştır. Bir başka çalışma da antioksidan üzüm diyet lifinin çiğ ve pişmiş tavuk hamburgerlerinde 0; 3; 6 ve 13 günlük depolama süresinde lipid oksidasyonuna direndiği ve depolama sırasında benzer TBARS değerleri gösterdiği görülmüştür (Sayago-Ayerdi vd., 2009). Antioksidan ve lif kaynağı olarak üzüm artığı unu kullanılan köftelerde lipid oksidasyonunu kontrol örneğine kıyasla %50’ye yakın azaltabildiği belirtilmiştir. Ayrıca oksidasyon değerlerinin depolama süresi boyunca arttığı vurgulanmıştır. Et ürünlerinde tuzun varlığı ile birlikte piştirme işlemi ve ışığın insidansı, lipidik karbon zincirinin oksidasyonunu önemli ölçüde artırdığı belirtilmiştir (Tuffi vd., 2021).

Tablo 4.15 Portakal lifi değişkeninin TBARS değeri ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (mg MDA / kg)

Portakal lifi (%)	TBARS (mg MDA/kg)
0	1,15±0,25b
1	1,10±0,17b
3	1,18±0,28ab
5	1,26±0,25a

Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

Piştirme işlemi, et ve et ürünlerinde bir hayli önemli bir yer tutmaktadır. Piştirme işleminin etlerde tat ve aroma üzerine geliştirici etkisi, mikroorganizmaları inhibe etmesi, raf ömrü süresini uzatması ve sindirimi kolaylaştırması gibi birçok olumlu etkisi bulunmaktadır (Broncano vd., 2009; Şimşek, 2020). Bunun yanı sıra piştirme işlemi beraberinde besin kayıpları, PAH (polisiklik aromatik hidrokarbon) bileşiklerin meydana gelmesi ve yağlarda oksidasyon reaksiyonlarının hızlanması gibi olumsuz etkileri de beraberinde getirmektedir (Rodriguez-Ekstrada vd., 1997; Şimşek, 2020).

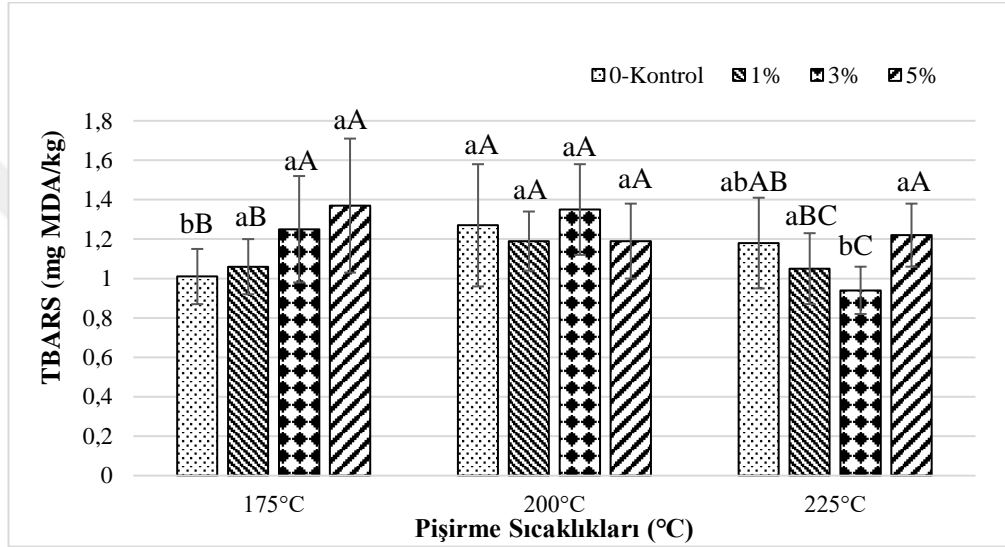
Tablo 4.16’da piştirme sıcaklığı değişkeninin TBARS değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına yer verilmiştir. Piştirme sıcaklığı değişkeni TBARS değerlerinde değişime sebep olmuştur ve en yüksek değer 200°C’de piştirilen örneklerde belirlenmiştir. Bu çalışmada farklı sıcaklıklar uygulanırken köfteler farklı sürelerde piştirilmiştir (Tablo 3.1). 225°C’de en düşük piştirme süresi kullanıldığı için bu örneklerin en düşük TBARS değerini verdiği düşünülmektedir. 175°C’de ise en fazla piştirme süresi uygulanmıştır ancak buna rağmen bu sıcaklıkta piştirilen köfteler istatistiki olarak 225°C’de piştirilen köftelerden herhangi bir farklılık göstermemiştir (Tablo 4.15). Korkmaz ve Öz (2019) tarafından yapılan bir çalışmada kuru galeta unu eklenen köftelerin TBARS değerleri, piştirme sıcaklığı (150°C, 200°C ve 250°C) arttıkça artış gösterdiği vurgulanmıştır. Piştirme işleminin TBARS değerine etkisinin piştirme yöntemine göre değiştiğini belirtmişlerdir. Farklı bir çalışmada zerdeçal ilave edilen tavuk köftelerinde piştirme sıcaklığı (150°C, 200°C ve 250°C) uygulamasının TBARS değerini etkilemediği belirtilmiştir (Kilic vd., 2021). Bunun yanı sıra piştirme işleminde uygulanan piştirme sıcaklıklarının köfte örneklerinin TBARS değerleri üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı birçok çalışma mevcuttur (Bulan ve Öz, 2022; Öz vd 2016; Uzun ve Öz, 2021).

Tablo 4.16 Piştirme sıcaklığı değişkeninin TBARS değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (mg MDA/kg)

Piştirme Sıcaklığı(°C)	TBARS (mg MDA/kg)
175°C	1,17±0,27ab
200°C	1,25±0,23a
225°C	1,10±0,21b

Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,01)

Şekil 4.2’de lif oranı x pişirme sıcaklığı interaksiyonunun TBARS değeri üzerine etkisi gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre sıcaklık artışına sadece kontrol ve %3 lif içeren grupların TBARS değerini etkilemiştir. Kontrol grubunda sıcaklık artışıyla doğru orantılı olarak TBARS değerinde artış tespit edilirken, %3 lif içeren grupta ise sıcaklık artışı ile TBARS değeri azalmıştır. 175°C’de pişirilen köftelerin TBARS değeri lif oranı artışı ile artarken, 200°C’de lif oranı etkili olmamıştır. 225°C’de ise en yüksek değeri %5 lif içeren grupta tespit edilmiştir.



a-b: Küçük harfle ifade edilen değerler belli bir lif oranındaki sıcaklık farkı ile meydana gelen değişikliği ifade etmektedir A-C: Büyük harfle ifade edilen değerler belli bir sıcaklıkta lif oranı ile meydana gelen değişikliği ifade etmektedir

Şekil 4.2 Lif oranı ve pişirme sıcaklığı interaksiyonunun köftenin TBARS değerleri üzerine etkisi

#### 4.5 Kurumadde de Kül Sonuçları

Tablo 4.17’de farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılarak üretilen köfte örneklerinin kuru maddede kül miktarı veri sonuçları bulunmaktadır. Tablodan görüldüğü üzere en yüksek kuru maddede kül değeri %6,33 iken, en düşük kuru maddede kül değeri %4,68 olarak belirtilmiştir.

Tablo 4.17 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin kuru maddede kül değerleri (%)

Lif (%)	Blok	Pişirme Sıcaklığı (°C)		
		175°C	200°C	225°C
Kontrol	1	5,36	5,81	5,62
		5,68	5,79	5,52
	2	5,33	5,59	5,67
		5,56	5,83	5,90
	3	5,31	5,37	5,12
		5,42	5,43	5,55
1	1	5,42	5,67	5,62
		6,28	6,09	5,36
	2	5,80	6,33	5,59
		5,92	6,32	5,63
	3	5,63	5,27	5,27
		5,85	5,45	5,45
3	1	5,89	5,42	5,28
		5,90	5,81	5,05
	2	5,67	5,49	5,40
		5,62	5,66	5,48
	3	5,38	5,63	5,26
		5,28	5,54	5,22
5	1	4,92	5,26	4,74
		5,05	5,12	4,68
	2	5,03	5,39	5,01
		5,25	5,12	4,86
	3	5,32	4,71	5,06
		5,26	4,94	5,09

Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılarak üretilen köfte örneklerine kuru maddede kül değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.18’de verilmiştir. Köftelerin kuru maddede kül değeri üzerine portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kaynaklarının çok önemli düzeyde ( $P<0,01$ ) etkisi bulunurken, portakal lifi x pişirme sıcaklığı interaksiyonunun istatistiki olarak herhangi bir etkisi bulunmamaktadır ( $P>0,05$ ).

Tablo 4.18 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köfte örneklerinin kurumadde de kül değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Portakal lifi ( PL)	3	1,473	32,651**
Pişirme Sıcaklığı(PS)	2	0,384	8,501**
Blok	2	0,343	7,609**
PL*PS	6	0,077	1,716
Hata	58		
Total	72		

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması \*: $P<0,05$ , \*\*: $P<0,01$

Portakal lifi ve pişirme sıcaklığı değişkenlerine ait kuru maddede kül değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları sırasıyla Tablo 4.19 ve Tablo 4.20’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre örneklerin kül içerikleri birbirine oldukça yakın bulunmasına rağmen sonuçlar istatistiki olarak birbirinden farklılık göstermiş ve %1 lif içeren örneklerin kül içeriği diğerlerine göre daha yüksek bulunmuştur (Tablo 4.19). Az yağlı dana burgere %3 ve %6 oranlarında inülin, fruktooligosakkarit, yulaf lifi ve buğday lifi ilave edilen bir çalışmada işlemlerin tümünde kül içerikleri benzer olduğu belirtilmiştir (Bis-Souza vd., 2018). Diğer taraftan 175°C ve 200°C’lik pişirme sıcaklıkları kuru madde de kül değerlerinde bir artışa sebep olmuştur (Tablo 4.20).

Tablo 4.19 Portakal lifi değişkeninin kurumadde de kül değeri ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Portakal lifi (%)	Kül
0	5,55±0,21b
1	5,72±0,35a
3	5,50±0,24b
5	5,05±0,21c

Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

Tablo 4.20 Pişirme sıcaklığı değişkeninin kurumadde de kül değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Pişirme Sıcaklığı (°C)	Kül
175°C	5,51±0,33a
200°C	5,54±0,39a
225°C	5,31±0,31b

Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

#### 4.6 Mineral Madde Analizi (ICP-OES)

Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklıkları kullanılarak üretilen köftelerin mineral madde analiz sonuçları Tablo 4.21’de verilmiştir. Köfteler Na, Mg, Ca, K, Fe, Zn, Al, Mn, Cu ve Se elementleri bakımından analiz edilmiştir.

Tablo 4.21 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin mineral madde değerlerinin sonuçları

<b>Na (ppm)</b>												
<b>Blok</b>	<b>Kontrol</b>			<b>%1</b>			<b>%3</b>			<b>%5</b>		
	<b>175°C</b>	<b>200°C</b>	<b>225°C</b>	<b>175°C</b>	<b>200°C</b>	<b>225°C</b>	<b>175°C</b>	<b>200°C</b>	<b>225°C</b>	<b>175°C</b>	<b>200°C</b>	<b>225°C</b>
<b>1</b>	10868,4	11391,3	10964,9	9711,2	10414,5	11270,6	9916,3	9291,6	9504,2	8633	9607,5	8711,7
	10952,9	11280,9	11135,5	9653,4	10258,1	11131,2	9949,9	9090,5	9315,7	8557	9712,5	8775,1
	11037,2	11390,4	11126,4	9674,5	10322,9	11315,8	9965,1	9161,6	9519,7	8808,1	9719,6	8748,3
<b>2</b>	10583,2	11000,0	11827,8	10730	10794,7	10197,4	9658,6	10372,7	9648,2	8968,6	8664,1	8518,8
	10529,8	11014,5	11768,7	10657,6	10963	10087,2	9717,7	10274,5	9608,4	9060,8	8621,9	8700,8
	10560,0	11040,8	11995,0	10579,6	10845,6	10156,9	9613,3	10223,3	9580,3	9188,2	8629,9	8501,1
<b>3</b>	8638,8	9393,9	10075,3	9995,0	8819,8	11042,3	8782,6	8694,8	8994,1	9078,7	7968,5	9310,5
	8700,5	9396,4	10043,8	9938,7	9057,2	10937,8	8849,9	8742,2	9001,1	9022,9	7998,4	9450,9
	8588,2	9397,7	10199,8	9812,8	9073,3	11028,8	8942,1	8759	8985,5	8981,4	7985	9282,3
<b>Mg (ppm)</b>												
<b>1</b>	343,3	451,1	10964,9	348,2	486	446,7	405	465,2	465,4	396,50	472,2	431,8
	349,7	452,3	11135,5	354,5	476,7	441,2	412,5	460,7	459,1	393	471,5	427,4
	353,0	445,9	11126,4	356,5	482,7	444,7	407,8	460,1	456,8	393,8	465,8	428,9
<b>2</b>	413,8	460,2	11827,8	419,4	460,2	410,4	439,2	496,4	483	467,6	451,1	460,2
	414,0	458,4	11768,7	423,1	458,4	407,8	435,3	454,1	486,1	464,8	460,2	456
	416,2	458,2	11995,0	426,4	458,2	412,6	440,6	460	493,4	467,1	459,2	461,9
<b>3</b>	423,3	413,6	10075,3	481,3	414,9	479,1	464,7	485,9	471,9	485,3	473,4	521,3
	417,6	412,1	10043,8	470,7	417,8	476,8	469,7	482,7	466,9	482,9	469,8	522,1
	418,5	406,1	10199,8	481,3	412,8	481,4	458,4	485,6	476,4	483,5	467,3	516,1
<b>Ca (ppm)</b>												
<b>1</b>	214,4	408,7	246,4	481,6	563,8	470,7	1104,7	941	1048	1188,9	1282,2	1412,7
	215,6	403,3	251,6	476,5	562,8	461,6	1123,8	930	1032,4	1188,4	1270,1	1385,9
	218,5	405,6	251,5	473,8	564	475,2	1099,2	920,5	1057,8	1202,2	1276,1	1409
<b>2</b>	339,5	295,9	263,6	562,2	456,5	497,9	991,3	924,5	927,5	1162,9	1211	1286

Tablo 4.21'in devamı

	336,8	297,0	261,2	565,9	456,2	494	985,1	907,7	935,8	1148,8	1196,7	1301,8
	338,8	297,4	267,1	563,4	453	497,8	970,3	934	929,1	1158,2	1223,8	1291,9
<b>3</b>	266,8	199,1	201,7	504,8	394,6	474,5	866,1	812,2	904,6	1448,6	1135,4	1373,3
	268,6	198,9	200,7	509,8	405,2	470,5	884,4	816,7	902	1462,3	1149,5	1350,8
	264,8	198,5	204,6	509,8	400,3	471,1	871,6	804,9	891,3	1457,2	1139,4	1387,7
<b>K (ppm)</b>												
<b>1</b>	6192,0	6316,4	6516,3	5770,2	5863,3	6430,4	5637,1	5757,4	5698,3	5468,6	5938,9	5066,8
	6290,3	6267,4	6539,7	5828,7	5867,2	6473,0	5670,1	5706,0	5700,8	5475,3	5957,2	5050,5
	6220,5	6366,4	6521,6	5776,7	5837,9	6463,3	5651,9	5765,4	5692,4	5502,1	5921,0	5060,3
<b>2</b>	6267,7	6555,0	7069,6	6490,4	6642,6	5973,5	6275,8	6260,3	6133,4	6003,3	5857,1	5593,0
	6231,8	6529,6	7050,8	6402,3	6773,3	5990,6	6348,4	6210,5	6147,7	6065,3	5877,5	5631,6
	6258,3	6567,6	6996,0	6414,2	6711,8	6004,1	6186,0	6208,5	6078,0	6002,7	5884,1	5662,2
<b>3</b>	5991,2	6089,4	6364,9	6567,9	5490,0	6592,8	5965,5	5823,2	6157,9	6301,3	5655,3	6339,3
	5986,1	6088,2	6326,2	6500,0	5517,1	6580,0	5966,1	5857,8	6114,4	6241,9	5679,1	6326,1
	6008,3	6083,9	6465,2	6571,1	5622,7	6591,3	5939,8	5862,6	6113,1	6188,6	5658,1	6322,6
<b>Fe (ppm)</b>												
<b>1</b>	46,20	48,00	60,10	61,30	48,10	47,50	43,5	45,30	41,30	32,8	46,80	35,70
	46,40	48,30	60,40	61,60	48,10	47,30	43,20	45,10	41,00	32,40	47,10	35,40
	47,10	47,70	60,30	61,40	48,10	47,60	43,30	45,10	40,60	32,20	47,10	35,30
<b>2</b>	46,80	49,40	40,50	40,70	46,80	41,00	48,40	42,00	32,60	38,60	31,60	29,70
	46,80	49,50	40,80	40,80	47,20	41,00	47,80	39,60	32,60	39,20	31,90	29,60
	46,70	49,00	41,00	41,10	47,20	41,10	47,60	39,80	33,00	39,30	32,20	29,80
<b>3</b>	37,00	35,10	36,90	29,60	31,50	45,10	38,40	36,80	85,00	24,50	24,80	36,00
	37,10	35,20	37,00	29,30	31,10	45,20	38,30	36,80	85,40	24,50	24,60	36,10
	36,70	35,00	37,00	29,90	31,00	44,80	38,00	36,70	86,50	24,40	25,20	35,6
<b>Zn (ppm)</b>												
<b>1</b>	77,20	68,60	82,90	65,30	76,70	84,40	63,1	57,20	77,40	57,1	63,10	60,50

Tablo 4.21'in devamı

	78,70	68,90	83,10	65,40	76,80	84,00	62,70	57,20	76,80	56,50	63,40	60,20
	80,40	68,20	83,00	65,50	76,40	84,40	62,60	57,00	76,10	56,20	63,20	60,30
	97,20	90,70	80,80	76,20	77,70	57,70	68,70	69,80	67,10	67,20	65,00	49,70
<b>2</b>	97,20	91,00	81,10	76,20	78,20	58,00	68,40	65,70	67,40	68,10	65,90	49,70
	96,50	90,20	81,90	76,50	78,30	57,90	67,90	66,10	67,90	68,30	66,10	50,00
	30,20	30,80	31,20	35,30	33,90	32,40	30,00	30,10	23,50	24,30	27,00	24,00
<b>3</b>	30,10	30,90	31,20	34,80	33,80	32,20	29,80	30,00	23,60	24,30	26,90	24,00
	29,70	30,80	31,20	35,80	33,70	32,10	29,70	30,00	23,90	24,20	27,40	23,6
<b>Al (ppm)</b>												
	2,89	3,53	5,32	3,86	3,59	3,26	3,64	7,19	4,07	4,54	2,57	3,35
<b>1</b>	2,86	3,53	5,29	3,83	3,57	3,23	3,60	7,20	4,09	4,34	2,59	3,36
	2,88	3,51	5,28	3,86	3,58	3,24	3,63	7,19	4,09	4,38	2,60	3,29
	4,54	4,52	1,94	3,30	2,48	2,87	4,09	3,18	2,36	2,78	2,77	3,53
<b>2</b>	4,34	4,53	1,93	3,30	2,47	2,86	4,09	2,95	2,35	2,79	2,84	3,48
	4,38	4,50	1,96	3,32	2,47	2,86	4,08	2,92	2,35	2,81	2,84	3,51
	4,15	5,39	6,03	2,62	2,91	3,73	3,69	4,34	2,96	4,16	3,18	3,70
<b>3</b>	4,08	5,36	6,05	2,53	2,92	3,73	3,67	4,34	2,99	4,17	3,14	3,68
	4,07	5,32	6,09	2,60	2,91	3,79	3,63	4,34	3,02	4,12	3,14	3,68
<b>Mn (ppm)</b>												
	1,61	1,78	1,97	1,71	2,07	1,76	1,79	1,92	1,85	1,61	1,61	1,82
<b>1</b>	1,63	1,79	1,97	1,70	2,07	1,75	1,79	1,91	1,86	1,60	1,61	1,83
	1,66	1,78	1,97	1,70	2,07	1,75	1,80	1,92	1,84	1,59	1,61	1,83
	1,95	2,16	1,82	2,23	1,78	1,64	1,87	1,92	1,82	1,65	1,57	1,60
<b>2</b>	1,95	2,16	1,81	2,23	1,79	1,64	1,84	1,81	1,81	1,67	1,61	1,59
	1,95	2,15	1,85	2,24	1,80	1,64	1,85	1,79	1,81	1,67	1,60	1,60
	1,69	1,35	1,52	1,91	1,36	1,65	2,21	1,45	1,95	1,70	1,40	1,64
<b>3</b>	1,68	1,34	1,52	1,87	1,36	1,65	2,19	1,46	1,96	1,71	1,40	1,63
	1,67	1,34	1,53	1,90	1,36	1,65	2,17	1,46	1,97	1,71	1,40	1,63

Tablo 4.21'in devamı

		Cu (ppm)											
1		1,21	1,45	2,05	1,38	1,65	2,03	1,28	1,45	2,00	1,39	1,16	1,69
		1,26	1,53	2,06	1,24	1,65	1,93	1,33	1,48	1,92	1,41	1,16	1,62
		1,37	1,47	2,05	1,35	1,70	1,99	1,24	1,43	1,95	1,41	1,26	1,69
2		1,78	2,27	1,26	1,46	1,39	0,99	1,46	0,91	0,96	1,64	0,67	1,10
		1,70	2,30	1,19	1,57	1,63	0,98	1,44	0,86	1,12	1,51	0,77	1,06
		1,57	2,22	1,30	1,58	1,61	1,10	1,46	0,98	0,98	1,49	0,86	1,06
3		1,86	0	0,71	1,29	0,52	0,68	1,08	0,62	0,90	1,11	0,51	0,89
		2,01	0,35	0,50	1,38	0,39	0,68	1,30	0,53	0,75	1,16	0,48	0,87
		2,05	0	0,69	1,30	0,38	0,63	1,14	0,65	0,82	1,24	0,38	0,92
		Se (ppm)											
1		0	0	0,73	0	0	1,17	0	0,53	0,67	0	0,68	1,19
		0	0	0,69	0	0	0,96	0	0	0,82	0	0,67	1,25
		0	0	0,68	0	0	1,11	0	0	0,93	0	0,73	1,27
2		0,78	0	0	0	0	0	0	0,54	0	0,78	0	0
		0,85	0	0	0,46	0,43	0	0	0	0	0,85	0	0
		0,83	0	0	0,61	0,44	0	0	0	0	0,83	0	0
3		0,74	0	0	0,82	0	0	0,69	0	0	0,74	0	0,49
		0,75	0	0	0,79	0	0	0,74	0	0	0,75	0	0
		0,74	0	0	0,60	0	0	0,66	0	0	0,74	0	0,49

Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklıkları kullanılarak üretilen köftelerin mineral madde (Na, Mg, Ca, K, Fe, Zn, Al, Mn, Cu ve Se) değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.22’de yer verilmiştir. Köftelerin mineral madde içeriği (Cu ve Se hariç) portakal lifi varyasyon kaynağından çok önemli düzeyde ( $P<0,01$ ), Cu ve Se elementleri ise önemli düzeyde ( $P<0,05$ ) etkilenmiştir. Diğer taraftan pişirme sıcaklığı Na, Mg, Ca, Mn, Cu ve Se elementlerine çok önemli seviyede ( $P<0,01$ ) etkisi bulunurken, K, Fe, Zn ve Al elementleri üzerine istatistiki olarak herhangi bir etkisi olmamıştır. Portakal lifi x pişirme sıcaklığı interaksiyonu ise mineral maddeler içerisinde Na, Ca, K ve Al elementlerinin çok önemli seviyede ( $P<0,01$ ) değişime neden olurken, diğer elementler üzerine herhangi bir istatistiki etkisi bulunmamıştır.

Portakal lifi değişkeninin mineral madde içeriklerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 4.23’de verilmiştir. Köfte örneklerinin Mg, Ca ve Se içerikleri portakal lif oranı arttıkça istatistiki olarak artış göstermiştir. Diğer taraftan portakal lif oranı arttıkça Na, K, Fe, Zn ve Al içeriklerinde azalmalar belirlenmiştir (Tablo 4.23). Köftede baskın olan Na elementi en yüksek değeri kontrol grubunda verirken bu oran portakal lifi kullanımı arttıkça azalmıştır. Et içeriğinde Na bulunur ancak miktar 100 gram başına 100 mg Na’dan azdır. Et ürünlerindeki sodyum kaynağı, işleme sırasında eklenen sodyum klorürdür. Sodyum klorür %39,3 sodyum içermektedir (Ruusunen ve Puolanne, 2005).

Tablo 4.22 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin mineral madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Mineral madde içeriği	Portakal Lifli (PL)			Pişirme sıcaklığı (PS)			Blok			PL*PS		
	SD	KO	F	SD	KO	F	SD	KO	F	SD	KO	F
Na	3	167,61352,01	59,407**	2	1448236,643	5,133**	2	7769242,572	27,537**	6	77,6895,114	2,754**
Mg	3	6833,549	9,802**	2	14532,236	20,844**	2	10458,106	15,000**	6	818,344	1,174
Ca	3	5524690,175	1194,162**	2	21548,353	4,658**	2	34407,267	7,437**	6	21556,171	4,659**
K	3	1756862,586	22,270**	2	163737,656	2,076	2	1202553,664	15,244**	6	255392,499	3,237**
Fe	3	861,606	9,283**	2	174,116	1,876	2	606,814	6,538**	6	85,240	0,918
Zn	3	1471,509	30,380**	2	30,653	0,633	2	20766,643	428,740**	6	86,950	1,795
Al	3	6,403	8,970**	2	0,366	0,513	2	6,917	9,690**	6	3,309	4,636**
Mn	3	0,249	7,943**	2	0,159	5,068**	2	0,324	10,335**	6	0,059	1,890
Cu	3	0,415	3,011*	2	1,132	8,211**	2	4,719	34,246**	6	0,117	0,851
Se	3	0,396	3,157*	2	0,610	4,869**	2	0,579	4,625**	6	0,016	0,125

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması \*:P<0,05, \*\*:P<0,01

Tablo 4.23 Farklı oranlarda portakal lifi kullanılan köftelerin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Mineral madde içeriği (ppm)	Portakal lif oranı (%)			
	Kontrol	1	3	5
Na	10551,930±974,375a	10313,700±692,559a	9413,441±501,907b	8859,467±476,883c
Mg	429,963±35,291b	438,141±40,866b	460,848±24,477a	461,137±33,424a
Ca	270,985±65,219d	489,537±49,840c	945,055±86,693b	1277,807±108,406a
K	6376,311±297,696a	6212,830±404,745b	5960,311±228,294c	5804,807±380,378d
Fe	44,519±7,671a	43,533±9,186a	45,693±15,042a	33,422±6,768b
Zn	65,693±26,317a	59,985±20,265b	53,693±19,360c	48,748±17,801d
Al	4,232±1,246a	3,174±0,477b	3,929±1,327a	3,383±0,603b
Mn	1,764±0,240a	1,788±0,246a	1,853±0,185a	1,625±0,109b
Cu	1,415±0,672a	1,278±0,479ab	1,187±0,394b	1,131±0,373b
Se	0,142±0,273b	0,274±0,398ab	0,206±0,332b	0,424±0,453a

Aynı satırda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

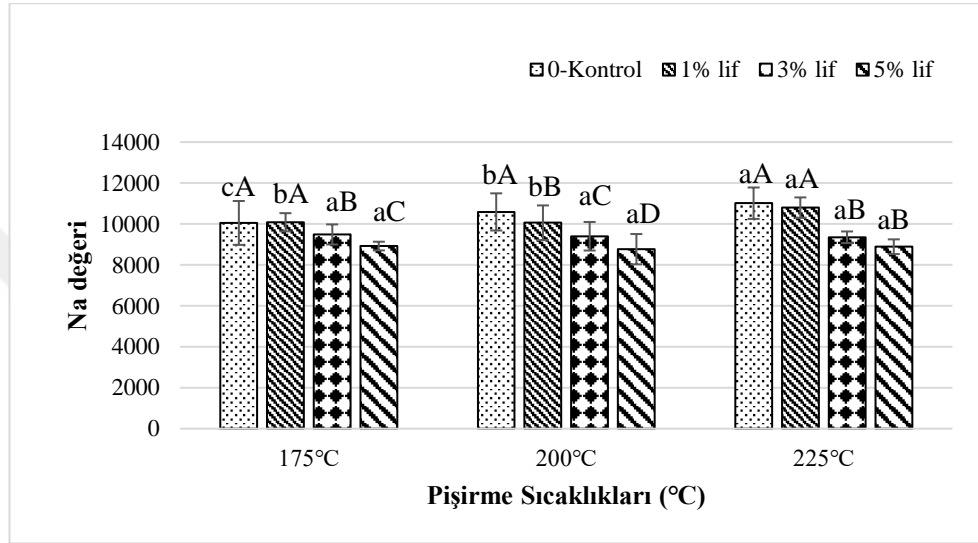
Tablo 4.24’de farklı sıcaklıklarda pişirilen köftelerin Na, Mg, Ca, K, Fe, Zn, Al, Mn, Cu ve Se değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları görülmektedir. Farklı sıcaklıklarda pişirilen köftelerde en yüksek Na miktarı 225°C’de pişirilen köftelerde bulunmuştur. En düşük selenyum minerali ise 200°C’de pişirilen köftelerde görülmüştür. Tablodan görüldüğü üzere 225°C’de pişirilen köftelerin mineral içerikleri genellikle daha yüksek miktarda bulunmuştur (Tablo 4.24).

Tablo 4.24 Farklı sıcaklıklarda pişirilen köftelerin mineral madde değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Mineral madde içeriği	Pişirme Sıcaklığı (°C)		
	175°C	200°C	225°C
Na	9636,278±778,131b	9704,794±1035,486b	10012,831±1045,878a
Mg	424,403±43,573b	457,411±23,254a	460,753±27,509a
Ca	761,822±404,911a	717,681±366,570b	758,036±439,664a
K	6073,820±310,073a	6029,717±348,424a	6162,158±507,360a
Fe	40,636±9,435a	40,411±8,007a	44,328±14,808a
Zn	57,703±22,298a	57,408±21,027a	55,978±22,769a
Al	3,656±0,619a	3,790±1,339a	3,592±1,119a
Mn	1,825±0,205a	1,693±0,269b	1,754±0,141ab
Cu	1,429±0,233a	1,075±0,616c	1,254±0,513b
Se	0,328±0,360a	0,117±0,236b	0,345±0,470a

Aynı satırda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

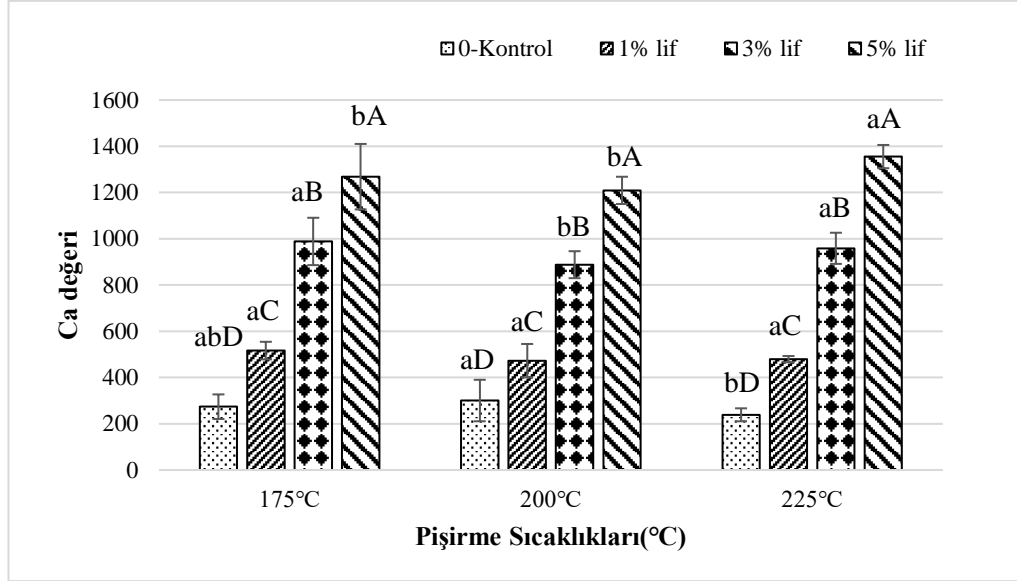
Lif oranı ve pişirme sıcaklığı interaksiyonuna ait Na değerinin etkisi Şekil 4.3’de verilmiştir. Sıcaklık artışı sadece %0-kontrol ve %1 lif içeren grupların Na değerini etkilemiştir. Kontrol grubunda sıcaklık artışı ile orantılı olarak Na değeri artmıştır. %1 lif içeren grupta ise sıcaklık artışıyla artış tespit edilmiştir. Farklı sıcaklıklarda pişirilen köftelerde lif ilavesiyle miktardan bağımsız olarak Na değerinde azalmaya sebep olmuştur.



a-b: Küçük harfle ifade edilen değerler belli bir lif oranındaki sıcaklık farkı ile meydana gelen değişikliği ifade etmektedir. A-C: Büyük harfle ifade edilen değerler belli bir sıcaklıktaki lif oranı ile meydana gelen değişikliği ifade etmektedir

Şekil 4.3 Lif oranı x pişirme sıcaklığı interaksiyonunun köftenin Na elementi üzerine etkisi

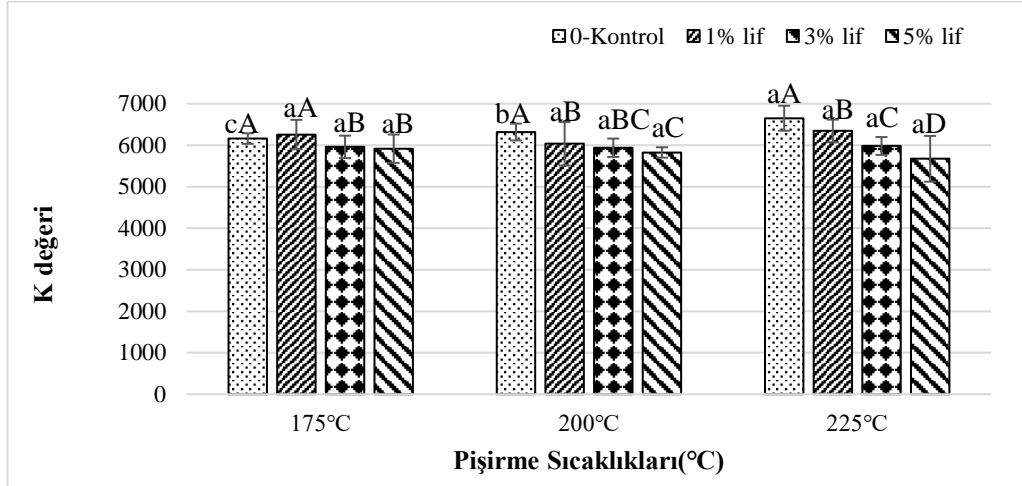
Şekil 4.4’de verilen lif oranı x pişirme sıcaklığı interaksiyonunun Ca değeri üzerine etkisi Şekil 4.4’de sunulmuştur. Üç farklı pişirme sıcaklıklarında üretilen köftelerde lif ilavesi ile orantılı olarak Ca değerinde artışa sebep olmuştur.



a-b: Küçük harfle ifade edilen değerler belli bir lif oranındaki sıcaklık farkı ile meydana gelen değişikliği ifade etmektedir. A-D: Büyük harfle ifade edilen değerler belli bir sıcaklıktaki lif oranı ile meydana gelen değişikliği ifade etmektedir

Şekil 4.4 Lif oranı x pişirme sıcaklığı interaksiyonunun köftenin Ca elementi üzerine etkisi

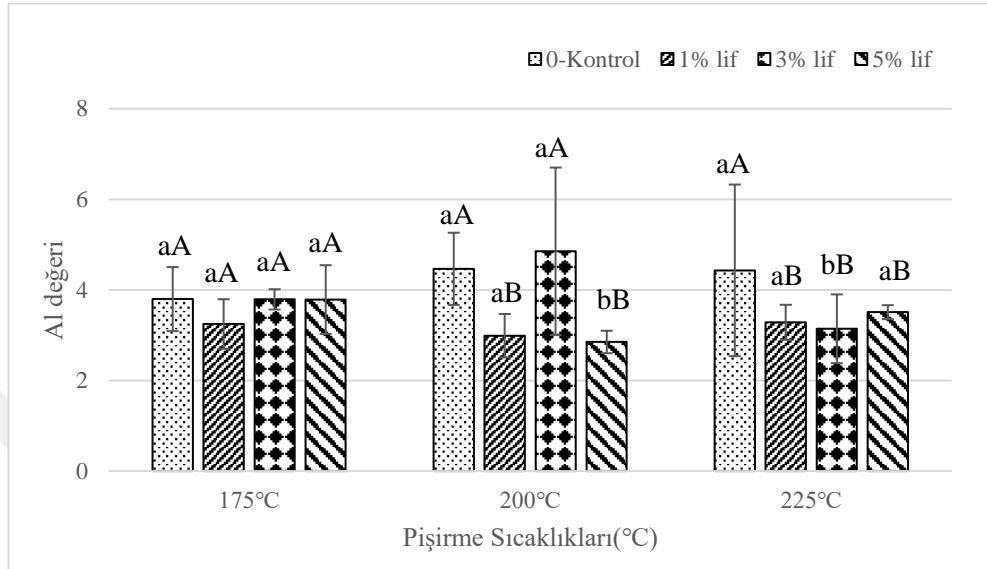
Şekil 4.5’de lif oranı ve pişirme sıcaklığı interaksiyonunun K değeri üzerine etkisi dikkate alındığında sıcaklık artışı sadece %0-kontrol grubunun K değerini etkilemiştir. Kontrol grubunda sıcaklık artışıyla beraber K değeri de artmıştır. 200°C ve 225°C’de pişirilen köftelerde lif ilavesi ile K değerinde azalma meydana gelmiştir.



a-c: Küçük harfle ifade edilen değerler belli bir lif oranındaki sıcaklık farkı ile meydana gelen değişikliği ifade etmektedir. A-D: Büyük harfle ifade edilen değerler belli bir sıcaklıktaki lif oranı ile meydana gelen değişikliği ifade etmektedir

Şekil 4.5 Lif oranı x pişirme sıcaklığı interaksiyonunun köftenin K elementi üzerine etkisi

Lif oranı ve pişirme sıcaklığı interaksiyonunun Al değeri üzerine etkisi Şekil 4.6’da verilmiştir. Bu sonuçlar dikkate alındığında 200°C ve 225°C’de pişirilen köftelerde lif ilavesi Al değerini etkilemiştir.



a-b: Küçük harfle ifade edilen değerler belli bir lif oranındaki sıcaklık farkı ile meydana gelen değişikliği ifade etmektedir. A-C: Büyük harfle ifade edilen değerler belli bir sıcaklıktaki lif oranı ile meydana gelen değişikliği ifade etmektedir

Şekil 4.6 Lif oranı x pişirme sıcaklığı interaksiyonunun köftenin Al elementi üzerine etkisi

#### 4.7 Pişirme Özellikleri Analiz Sonuçları

Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklıkları kullanılarak pişirilen köftelerin pişirme özellikleri (pişirme verimi, çap azalışı ve pişirme kaybı) sonuçları Tablo 4.26’de verilmiştir. Pişirme verimi, et ürünlerinin su tutma özelliği endeksini yansıtmaktadır. Su tutma özelliği, et ürünlerinin dokusu, hassasiyeti ve pıhtılaşması üzerine büyük etkisi olan et kalitesini değerlendirmek için önemli indekslerden biridir (Zhao vd., 2021).

Tablo 4.25 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin pişirme özellikleri analiz sonuçları

		Pişirme verimi (%)										
Blok	Kontrol			%1			%3			%5		
	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C
1	73,12	68,78	72,21	78,77	71,18	74,96	80,81	77,91	77,40	84,55	75,56	78,94
	72,92	70,19	71,37	76,25	70,34	71,17	81,41	79,23	79,18	83,64	79,78	81,25
	72,68	68,03	70,02	77,02	72,55	74,76	78,07	77,53	78,10	81,17	80,24	79,08
	73,57	67,38	71,75	76,56	72,47	74,40	82,22	77,12	80,56	83,88	81,96	80,29
	69,78	74,44	71,04	76,64	71,40	74,95	80,06	77,08	75,48	83,98	79,10	81,25
	67,92	69,69	71,47	79,23	71,91	74,92	81,02	77,32	78,19	87,08	81,00	83,96
2	69,58	61,89	73,05	75,55	71,73	79,56	88,37	82,07	82,41	94,48	94,09	89,85
	61,59	67,40	72,06	80,44	70,57	76,06	85,70	78,09	81,49	92,54	92,02	88,42
	68,57	69,43	66,33	76,97	74,88	79,96	83,99	80,32	81,53	91,28	90,64	88,28
	70,16	64,60	71,60	74,08	72,82	75,92	79,50	80,36	78,19	93,39	88,56	89,79
	73,55	74,20	69,87	74,35	74,93	79,00	85,71	77,17	78,71	90,92	84,80	84,86
	73,34	77,80	74,81	75,30	75,95	78,66	83,29	80,29	79,44	90,16	84,80	84,48
3	75,45	77,71	74,21	77,03	80,33	86,13	80,16	83,07	89,00	86,12	86,79	90,49
	75,49	77,21	77,15	76,01	79,61	86,10	76,83	81,20	85,62	90,10	88,81	90,26
	73,94	76,14	76,84	77,12	79,52	86,45	78,66	83,06	83,29	84,08	88,10	88,37
	75,67	76,86	76,71	75,12	78,67	86,13	83,75	81,28	81,15	84,96	85,12	88,98
	75,66	76,96	76,63	76,66	80,62	82,56	75,28	83,98	86,47	86,78	86,41	93,07
	75,91	75,82	76,35	75,89	79,36	83,50	85,70	84,17	87,79	85,57	86,92	90,16
		Çap azalımı (%)										
1	73,12	68,78	72,21	78,77	71,18	74,96	80,81	77,91	77,40	84,55	75,56	78,94
	72,92	70,19	71,37	76,25	70,34	71,17	81,41	79,23	79,18	83,64	79,78	81,25
	72,68	68,03	70,02	77,02	72,55	74,76	78,07	77,53	78,10	81,17	80,24	79,08
	73,57	67,38	71,75	76,56	72,47	74,40	82,22	77,12	80,56	83,88	81,96	80,29
	69,78	74,44	71,04	76,64	71,40	74,95	80,06	77,08	75,48	83,98	79,10	81,25
	67,92	69,69	71,47	79,23	71,91	74,92	81,02	77,32	78,19	87,08	81,00	83,96
2	69,58	61,89	73,05	75,55	71,73	79,56	88,37	82,07	82,41	94,48	94,09	89,85
	61,59	67,40	72,06	80,44	70,57	76,06	85,70	78,09	81,49	92,54	92,02	88,42
	68,57	69,43	66,33	76,97	74,88	79,96	83,99	80,32	81,53	91,28	90,64	88,28
	70,16	64,60	71,60	74,08	72,82	75,92	79,50	80,36	78,19	93,39	88,56	89,79
	73,55	74,20	69,87	74,35	74,93	79,00	85,71	77,17	78,71	90,92	84,80	84,86
	73,34	77,80	74,81	75,30	75,95	78,66	83,29	80,29	79,44	90,16	84,80	84,48
3	75,45	77,71	74,21	77,03	80,33	86,13	80,16	83,07	89,00	86,12	86,79	90,49
	75,49	77,21	77,15	76,01	79,61	86,10	76,83	81,20	85,62	90,10	88,81	90,26
	73,94	76,14	76,84	77,12	79,52	86,45	78,66	83,06	83,29	84,08	88,10	88,37
	75,67	76,86	76,71	75,12	78,67	86,13	83,75	81,28	81,15	84,96	85,12	88,98
	75,66	76,96	76,63	76,66	80,62	82,56	75,28	83,98	86,47	86,78	86,41	93,07
	75,91	75,82	76,35	75,89	79,36	83,50	85,70	84,17	87,79	85,57	86,92	90,16
		Pişirme kaybı (%)										
1	73,12	68,78	72,21	78,77	71,18	74,96	80,81	77,91	77,40	84,55	75,56	78,94
	72,92	70,19	71,37	76,25	70,34	71,17	81,41	79,23	79,18	83,64	79,78	81,25
	72,68	68,03	70,02	77,02	72,55	74,76	78,07	77,53	78,10	81,17	80,24	79,08
	73,57	67,38	71,75	76,56	72,47	74,40	82,22	77,12	80,56	83,88	81,96	80,29
	69,78	74,44	71,04	76,64	71,40	74,95	80,06	77,08	75,48	83,98	79,10	81,25

Tablo 4.25'in devamı

	67,92	69,69	71,47	79,23	71,91	74,92	81,02	77,32	78,19	87,08	81,00	83,96
	69,58	61,89	73,05	75,55	71,73	79,56	88,37	82,07	82,41	94,48	94,09	89,85
	61,59	67,40	72,06	80,44	70,57	76,06	85,70	78,09	81,49	92,54	92,02	88,42
2	68,57	69,43	66,33	76,97	74,88	79,96	83,99	80,32	81,53	91,28	90,64	88,28
	70,16	64,60	71,60	74,08	72,82	75,92	79,50	80,36	78,19	93,39	88,56	89,79
	73,55	74,20	69,87	74,35	74,93	79,00	85,71	77,17	78,71	90,92	84,80	84,86
	73,34	77,80	74,81	75,30	75,95	78,66	83,29	80,29	79,44	90,16	84,80	84,48
	75,45	77,71	74,21	77,03	80,33	86,13	80,16	83,07	89,00	86,12	86,79	90,49
	75,49	77,21	77,15	76,01	79,61	86,10	76,83	81,20	85,62	90,10	88,81	90,26
3	73,94	76,14	76,84	77,12	79,52	86,45	78,66	83,06	83,29	84,08	88,10	88,37
	75,67	76,86	76,71	75,12	78,67	86,13	83,75	81,28	81,15	84,96	85,12	88,98
	75,66	76,96	76,63	76,66	80,62	82,56	75,28	83,98	86,47	86,78	86,41	93,07
	75,91	75,82	76,35	75,89	79,36	83,50	85,70	84,17	87,79	85,57	86,92	90,16

Tablo 4.26 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin pişirme verimi, ağırlık kaybı ve çap azalımı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Pişirme verimi			Çap azalımı			Pişirme kaybı		
	SD	KO	F	SD	KO	F	SD	KO	F
Portakal lifi (PL)	3	1911,192	190,731**	3	796,101	185,012**	3	1911,421	190,730**
Pişirme Sıcaklığı(PS)	2	69,508	6,937**	2	44,373	10,312**	2	69,477	6,933**
Blok	2	522,879	52,182**	2	230,166	53,490**	2	522,844	52,172*
PL*PS	6	17,862	1,783	6	12,077	2,807**	6	17,878	1,784
Hata	202	10,020	-	202	4,303	-	202	10,022	-
Total	216	-	-	216	-	-	216	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, \*\*: P<0,01

Köfte örneklerinin pişirme verimi, çap azalımı ve pişirme kaybı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.26'de verilmiştir. Tablodan da görüldüğü üzere köftelerin pişirme verimi, pişirme kaybı ve çap azalımı parametreleri ana varyasyon kaynaklarından istatistiki olarak çok önemli seviyede (P<0,01) etkilendiği tespit edilmiştir. Diğer taraftan portakal lifi x pişirme sıcaklığı interaksiyonunun köfte örneklerinin çap azalımı üzerine istatistiki olarak çok önemli seviyede (P<0,01) etkisi belirlenirken, pişirme verimi ve pişirme kaybı parametreleri üzerine istatistiki olarak etkisi bulunmamıştır (P>0,05) (Tablo 4.25). Atasoy vd., (2019) enginar lifi ilave ettikleri köfte örneklerinde pişirme sırasında açığa çıkan suyun lif tarafından absorbe edilmesiyle ağırlık kaybının daha az olduğunu ve eklenen lif miktarı arttıkça daha az ağırlık kaybı oluştuğunu belirtmişlerdir. Tüm bu sonuçlar dikkate alındığında diyet lifi kullanımının yüksek su ve yağ bağlama kapasitesi nedeniyle köfte örneklerinin pişirme özelliklerini iyileştirebildiği sonucuna varılmaktadır.

Tablo 4.27’de farklı oranlarda portakal lifi kullanılarak üretilen köftelerde pişirme verimi, çap azalımı ve ağırlık kaybı değerlerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları verilmiştir. Farklı oranlarda diyet lifi ilavesinin köftelerin pişirme verimini arttırdığı tespit edilmiştir. Kontrol örneğinin pişirme verimi en düşük seviyede belirlenirken, çap azalımı ve pişirme kaybı açısından ise en yüksek değerleri vermiştir (Tablo 4.26). Aleson-Carbonell vd. (2005) tarafından limon albedo liflerinin dana burger formülasyonuna dahil edilmesi üzerine yapılan çalışmada farklı tüm burger örneklerinde pişirme verimi kontrol örneklerinden daha yüksek bulunduğu belirtilmiştir. Ayrıca bir başka çalışmada da dana burger köftelere hurma lifi konsantresi ilavesinin pişirme veriminde bir artışa neden olduğu belirtilmiştir (Besbes vd., 2010). Kontrol grubu köfteler, portakal lifi ilaveli köfte örneklerine kıyasla pişirme esnasında daha fazla çap azalması göstermiştir. Dolayısıyla kontrol grubu köfteler en yüksek pişirme kaybı göstermiştir. Bu sonucun, pişirme sırasında yüksek nem ve yağ kaybından kaynaklandığı düşünülmektedir. Diyet lifleri, matriste nem ve yağ tutma konusundaki yüksek yetenekleri nedeniyle köftelerin pişirme kaybını azaltmıştır. İlaveten çaptaki azalma, portakal lifi kullanım oranı arttıkça azalmıştır ve en düşük değer % 5 portakal lifi kullanılarak üretilen köftelede belirlenmiştir. Bu sonuçlar Sanchez-Zapata vd. (2010) tarafından yapılan sığır burgerlerindeki çap azalma değerleri ile benzer sonuç göstermiştir. Çap azalması üzerindeki bu etki, farklı lif konsantreleri için başka çalışmalarda da bildirilmiştir (Alesson – Carbonell vd. 2005; Alqahtan vd. 2022; Besbes vd. 2008; Pietrasik vd. 2020). Çaptaki azalma, su ve yağ kaybıyla et proteinlerinin denatürasyonunun sonucudur (Besbes vd, 2008; Sanchez - Zapata vd., 2010).

Tablo 4.27 Farklı oranlarda portakal lifi kullanılan köftelerin pişirme verimi, ağırlık kaybı ve çap azalımı değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Portakal lifi (%)	Pişirme verimi	Çap azalımı	Pişirme kaybı
0	72,35±3,93d	19,18±2,83a	27,65±3,93a
1	76,91±4,03c	16,21±2,76b	23,10±4,03b
3	81,03±3,31b	14,74±2,53c	18,97±3,31c
5	86,32±4,47a	9,98±2,47d	13,68±4,47d

Aynı satırda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

Et ve et ürünlerinin yapısında bulunan su, pişirme işlemi esnasında yüksek miktarda kayba sebebiyet verir ve böylelikle etlerin gevreklik ve lezzetinde azalmalar oluşur. Et

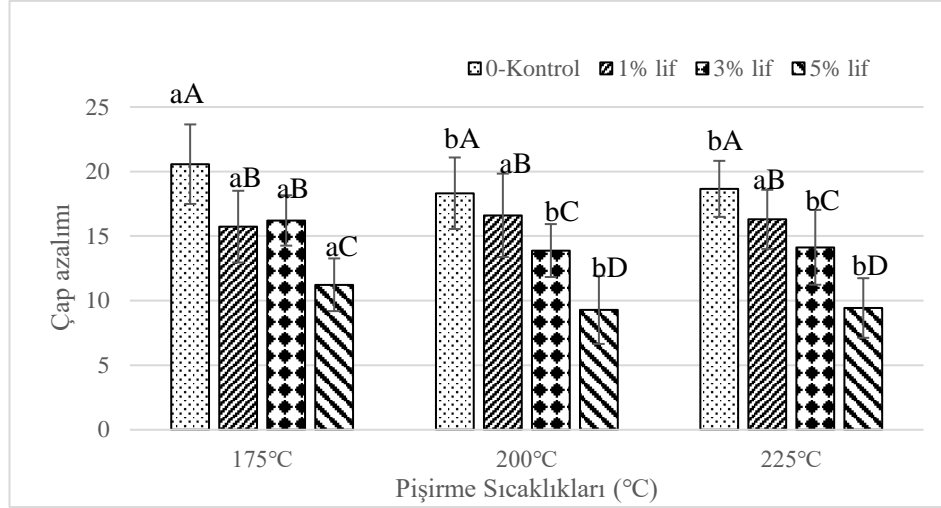
ve et ürünlerinde pişirme kaybını hayvanın yaşı, cinsiyeti, kas yapısının yanı sıra etin, pişirilme şekli ve süresi gibi birçok faktör etkilemektedir (Şireli, 2018). Mevcut bu araştırmada farklı sıcaklıklarda pişirilen köfte örneklerinin pişirme verimi, ağırlık kaybı ve çap azalımı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 4.28’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre pişirme verimi 175°C ve 225°C’de istatistiki olarak en yüksek değeride ve birbirinden farklı bulunmamıştır. Ancak pişme kaybında 175°C ve 225°C’de istatistiki olarak azalmalar belirlenmiştir. Öte yandan Kilic vd. (2021) tarafından zerdeçal ilave edilen tavuk köftesi çalışmasında farklı pişirme sıcaklıklarının (150°C, 200°C ve 250°C) istatistiki olarak pişme kaybı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir. Alqahtan vd. (2022) tarafından galeta unu yerine farklı konsantrasyonlarda hurma lifi ilave edilen dana burgerlerinin pişirme verimini önemli ölçüde azaltırken, pişme kaybı ve çekme yüzdesini artırdığı belirtilmiştir.

Tablo 4.28 Farklı sıcaklıklarda pişirilen köftelerin pişirme verimi, çap azalımı ve pişme kaybı değerlerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

<b>Piştirme Sıcaklığı (°C)</b>	<b>Piştirme verimi</b>	<b>Çap azalımı</b>	<b>Pişme kaybı</b>
175°C	79,49±6,60a	15,93±4,14a	20,51±6,60b
200°C	78,05±6,54b	14,52±4,34b	21,95±6,54a
225°C	79,92±6,25a	14,63±4,17b	20,08±6,25b

Aynı satırda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

Lif oranı ve pişirme sıcaklığı interaksiyonunun çap azalımı üzerine etkisi Şekil 4.7’de verilmiştir. Bu sonuçlar dikkate alındığında sıcaklık artışı %0-kontrol, %3 ve %5 lif içeren grupların çap azalımı değerini etkilemiştir.



a-b: Küçük harfle ifade edilen değerler belli bir lif oranındaki sıcaklık farkı ile meydana gelen değişikliği ifade etmektedir A-C: Büyük harfle ifade edilen değerler belli bir sıcaklıktaki lif oranı ile meydana gelen değişikliği ifade etmektedir

Şekil 4.7 Lif oranı x pişirme sıcaklığı interaksiyonunun köftenin çap azalımı üzerine etkisi

#### 4.8 Duyusal Analiz Sonuçları

Et ürünlerinin lezzeti, aroma ve lezzet, renk, görünüm, yumuşaklık ve sululuk gibi niteliklere bağlıdır. Et ve et ürünlerinin tüketiciler tarafından kabulü üzerine yapılan araştırmalar, tekstür ve yumuşaklığın, yeme kalitesinin tüm özellikleri arasında çok önemli olduğunu göstermiştir (Talukder, 2015). Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklıkları kullanılarak üretilen köftelerin duyusal analiz sonuçları Tablo 4.29'da verilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarının belirlenmesi için hedonik tip skala (1-9) kullanılmıştır. 1 en düşük 9 ise en yüksek puan olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 4.29 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin duyusal analiz sonuçları

Blo k	Renk											
	Kontrol			%1			%3			%5		
	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C
1	9	8	8	9	7	8	9	9	8	6	7	7
	9	9	9	9	8	7	9	9	9	7	8	7
	8	9	6	6	7	9	8	8	8	5	7	9
	7	8	9	6	9	7	9	5	8	7	7	7
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	6	6	7	8	8	4	7	6	7	8	6	3
	6	8	7	5	9	8	8	9	8	7	8	9
	8	9	6	9	9	8	9	9	8	9	9	5
	5	7	5	5	8	8	3	8	7	8	7	7
	7	7	7	6	7	6	8	7	8	6	6	6

Tablo 4.29'un devamı

	5	7	5	6	7	9	5	7	9	5	6	6
	7	8	8	8	8	7	8	8	8	8	7	9
	8	7	7	8	7	7	7	6	5	7	7	5
	8	6	7	7	7	6	6	6	8	6	7	4
2	5	4	8	6	8	7	4	8	6	3	4	3
	6	9	7	8	8	9	7	8	8	6	7	7
	5	4	4	6	5	8	3	6	7	3	3	7
	7	8	8	8	8	6	6	8	6	6	5	7
	8	9	7	7	7	9	9	9	9	7	9	9
	7	8	8	8	8	7	8	8	8	7	9	8
	7	7	7	7	8	7	6	7	6	6	6	7
	8	9	9	8	9	9	7	9	6	7	7	9
	4	7	6	6	3	6	4	5	5	3	3	3
	5	6	8	7	7	6	6	8	7	7	6	8
3	8	7	7	8	7	8	7	7	6	7	7	7
	5	6	8	6	7	7	6	8	9	7	7	9
	8	7	8	6	7	7	6	8	8	7	7	7
	6	5	8	6	5	7	5	7	8	7	6	8
	4	6	7	6	7	6	6	8	8	5	7	8
	6	5	8	7	6	8	7	9	9	7	8	8

## Görünüş

	9	8	7	9	7	7	9	9	8	7	6	7
	9	9	9	9	7	8	9	9	9	9	8	7
	8	9	4	7	7	9	7	8	8	2	7	8
	7	8	9	4	8	7	9	5	8	5	7	7
1	9	9	8	9	8	9	8	8	9	9	9	8
	6	5	5	9	7	4	8	5	6	9	6	4
	6	7	7	6	9	7	8	8	7	8	7	7
	8	9	7	9	9	8	9	9	8	9	9	5
	6	6	7	5	8	8	3	8	7	8	8	7
	6	8	7	7	8	6	6	8	7	4	7	5
	5	5	6	6	6	9	7	7	9	6	6	6
	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	8
	7	8	7	7	7	8	6	6	5	6	7	6
	8	7	6	7	7	6	6	7	7	7	7	5
2	4	4	8	6	6	7	4	6	6	3	4	3
	6	8	7	7	9	9	7	8	8	6	7	8
	5	4	5	7	5	7	4	6	7	3	3	7
	8	7	9	9	8	6	5	9	5	6	6	7
	8	8	7	7	7	9	9	9	9	7	9	9
	6	8	8	8	6	6	8	8	8	7	8	8
	7	7	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	8	9	9	8	9	9	7	9	6	7	8	9
	4	7	7	6	3	6	3	5	6	3	3	3
	5	6	8	7	7	6	6	8	7	8	6	8
3	8	7	7	8	8	8	8	6	6	8	6	6
	6	7	8	6	6	8	7	8	9	7	6	9
	8	6	8	6	6	8	7	8	8	7	7	7
	6	7	8	6	6	7	6	7	8	8	8	8
	4	6	8	7	6	8	6	8	8	5	6	8
	6	6	8	7	6	7	7	9	9	8	8	9

## Koku

	8	7	6	9	6	6	8	8	9	7	7	8
	9	7	8	9	9	8	9	8	9	8	9	6
	8	9	5	5	6	8	7	6	2	3	6	7
	7	8	8	8	8	7	8	6	8	8	8	8
1	8	7	8	9	7	7	7	7	8	8	9	8
	4	5	5	8	7	5	8	5	5	6	5	3
	4	6	4	6	5	8	5	8	7	8	7	7
	6	5	4	7	5	8	7	7	3	8	7	5
	4	2	8	4	6	7	3	8	6	8	7	8
	7	8	8	8	6	6	8	7	7	4	8	5

Tablo 4.29'un devamı

	6	7	7	6	7	9	7	7	8	6	8	7
	6	8	8	7	7	8	6	7	5	5	6	9
	7	7	8	7	8	8	6	7	7	7	8	6
	7	6	7	6	6	6	5	6	7	4	5	5
2	6	7	8	6	6	6	3	6	7	3	4	6
	6	7	7	6	7	7	7	7	7	6	7	7
	5	6	6	7	4	7	5	5	7	5	6	7
	7	7	8	7	7	7	7	7	6	6	5	8
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7
	5	7	8	6	7	7	8	6	6	6	7	6
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	7	7	7	7	4	7	5	5	5	3	3	3
	7	7	7	8	7	7	5	8	7	7	5	8
3	6	6	6	6	7	6	6	7	6	6	6	7
	8	8	9	7	7	7	7	8	8	7	7	8
	7	5	7	5	6	6	7	6	6	5	5	5
	7	8	9	8	8	7	7	8	8	8	8	8
	6	8	7	7	6	8	6	8	8	5	6	8
	7	7	8	7	6	7	7	7	8	7	7	7

**Tekstür**

	8	8	7	9	7	7	8	8	7	6	7	6
	9	9	7	9	4	8	5	6	6	5	5	3
	8	9	3	6	4	8	7	7	4	2	4	7
	6	6	7	6	8	7	8	5	6	6	7	6
1	7	7	6	9	6	7	7	8	8	6	8	7
	4	5	6	9	4	6	8	6	5	7	5	3
	6	5	5	9	9	8	5	8	8	8	8	9
	2	7	3	8	7	5	7	9	4	7	4	4
	4	1	1	4	7	8	3	8	3	8	7	8
	7	7	6	5	5	5	8	8	9	4	8	7
	6	6	7	6	6	6	7	7	9	6	8	6
	7	7	8	8	9	7	6	7	6	5	8	8
	5	8	7	6	7	8	6	7	6	6	8	7
	7	6	8	5	6	6	7	7	7	5	5	5
2	5	5	7	4	7	6	3	7	8	3	5	6
	7	5	7	5	8	7	8	7	7	8	8	7
	6	5	8	5	6	8	8	7	5	3	3	6
	7	8	9	8	8	7	6	8	6	5	6	7
	9	7	7	9	6	7	6	4	6	4	4	4
	6	5	8	7	5	7	7	7	7	7	8	8
	6	6	9	7	7	6	7	6	6	6	6	6
	9	9	8	5	8	9	6	9	4	4	5	7
	7	8	8	8	6	7	5	6	7	2	3	3
	5	5	6	6	5	7	5	7	7	7	8	6
3	8	6	8	7	8	8	7	7	7	6	6	6
	8	7	9	5	8	9	8	8	9	6	9	9
	8	7	8	6	7	7	6	6	8	4	6	6
	5	5	8	7	5	5	6	7	8	8	8	6
	5	5	8	8	6	8	6	7	7	5	6	7
	6	7	7	7	5	7	6	9	9	8	8	8

**Tat**

	8	8	9	8	7	7	9	7	7	7	6	7
	9	9	8	9	7	9	9	8	8	9	8	6
	8	8	3	6	4	8	6	8	3	2	5	5
	5	6	8	6	8	8	7	5	6	8	5	6
1	6	8	6	8	6	8	6	7	6	7	8	8
	6	4	6	9	4	7	7	6	6	7	5	4
	7	4	8	8	9	8	7	8	7	7	5	8
	3	5	2	7	4	6	7	8	3	8	5	4
	4	1	2	4	7	8	2	9	5	8	7	7
	6	6	6	8	6	6	8	6	9	4	8	3

Tablo 4.29'un devamı

	5	5	5	5	6	5	6	6	6	5	6	5
	8	8	8	8	8	7	8	7	6	6	7	8
	7	8	8	7	8	8	7	6	7	7	7	7
	8	8	8	4	5	7	4	8	6	4	6	4
2	6	5	7	4	5	6	3	7	7	3	3	3
	7	7	7	6	7	8	7	8	7	5	6	6
	5	5	7	7	6	8	5	5	5	2	3	4
	9	7	8	9	8	8	6	8	5	5	5	8
	9	9	9	9	8	7	7	6	7	5	6	7
	7	6	7	6	7	8	8	7	8	6	8	5
	6	8	9	8	8	7	7	6	5	4	5	6
	9	9	9	8	9	9	9	9	7	6	7	8
	7	8	8	8	4	7	5	6	7	2	4	3
	5	5	6	7	5	7	5	7	8	7	6	6
3	8	7	8	7	7	8	8	7	7	7	7	7
	8	7	8	3	8	8	9	9	7	4	7	8
	7	7	8	6	6	8	7	7	6	6	5	7
	5	7	8	7	5	7	4	6	5	7	7	6
	4	5	7	7	6	8	4	7	8	5	5	7
	8	6	8	8	7	9	8	8	9	6	8	8

## Pişirme Derecesi

	7	9	7	7	7	7	8	8	9	6	7	7
	9	9	9	9	7	8	9	7	8	9	8	8
	8	8	2	5	4	8	8	8	6	4	7	6
	4	6	6	4	8	8	7	5	7	7	7	7
1	6	8	6	7	8	8	6	8	9	9	9	8
	5	5	6	8	5	5	8	5	7	8	6	4
	5	3	5	4	9	8	5	8	7	7	6	8
	2	2	1	8	4	4	7	7	3	8	6	4
	5	8	2	3	7	8	1	8	6	8	7	4
	7	7	8	6	4	4	7	7	9	6	7	7
	4	5	3	5	6	4	6	8	7	6	7	7
	6	7	7	7	7	8	7	7	8	8	8	8
	7	6	6	6	7	8	7	7	5	7	7	6
2	8	7	8	6	5	7	5	6	6	6	7	6
	4	2	7	6	8	5	6	8	8	5	6	8
	6	6	6	6	8	8	7	7	8	7	7	7
	4	4	6	5	5	7	5	6	5	3	4	5
	9	7	9	8	8	6	6	8	6	6	5	7
	8	8	9	8	9	8	8	8	9	7	8	7
	6	8	8	8	8	5	8	8	8	7	8	8
	8	7	7	7	8	7	7	7	5	6	5	6
	8	8	8	9	9	9	9	9	5	8	8	9
	2	4	8	8	2	5	3	5	7	7	4	2
	4	4	6	6	5	6	5	7	7	7	7	7
3	8	7	7	7	8	8	7	6	6	7	6	6
	8	6	8	5	7	8	9	9	9	7	7	9
	6	6	8	5	7	6	6	8	8	6	8	8
	4	5	8	8	5	6	5	8	8	7	8	7
	4	5	8	8	4	7	5	7	7	6	7	7
	6	4	9	6	5	7	7	9	9	9	9	9

## Genel kabul edilebilirlik

	8	9	8	9	7	7	8	8	8	6	6	6
	9	9	9	9	7	8	8	7	8	7	7	6
	9	8	3	6	4	9	6	8	4	2	6	5
	6	7	8	5	8	7	7	5	7	7	6	7
1	7	8	7	8	7	8	7	8	8	7	8	8
	6	6	6	8	5	6	8	6	6	8	6	4
	6	5	6	6	8	8	6	8	7	8	6	8
	2	5	2	7	4	5	7	7	3	8	5	4
	4	4	3	4	7	8	2	8	6	8	7	7
	7	7	7	6	6	6	8	7	9	4	7	4

Tablo 4.29'un devamı

	5	6	6	6	6	7	7	7	8	6	7	6
	7	7	8	8	8	7	7	6	6	6	7	8
	7	7	7	7	8	8	7	7	6	7	7	7
	8	7	8	5	6	7	5	7	7	4	6	5
2	5	4	7	4	6	6	3	7	7	3	4	3
	6	7	7	6	7	8	7	8	7	6	7	7
	5	5	6	7	5	8	4	6	6	3	3	5
	8	8	9	8	8	7	6	8	6	6	6	7
	9	8	9	9	7	7	7	6	7	5	6	6
	6	6	8	7	7	7	8	7	8	6	8	6
	6	7	8	7	8	7	7	7	6	5	6	6
	9	9	9	8	9	9	7	9	5	7	7	8
	4	7	8	7	4	6	4	5	7	3	3	3
	5	5	6	7	5	6	5	7	7	7	6	7
3	8	7	7	7	8	8	7	7	7	7	6	7
	8	7	8	5	7	8	8	8	8	5	7	9
	7	6	8	6	6	7	7	7	7	6	6	7
	5	6	8	7	5	6	5	7	7	7	7	7
	5	6	7	7	6	8	6	7	8	5	6	7
	8	5	8	7	6	8	7	8	9	7	8	8

Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklıkları kullanılarak pişirilen köftelerin duyu analizi değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.30'da verilmiştir. Bu sonuçlara göre tat, pişme derecesi ve genel kabul edilebilirlik parametreleri lif oranından  $P < 0,01$  düzeyinde etkilenirken, renk ve tekstür parametreleri portakal lifi oranından  $P < 0,05$  düzeyinde etkilenmiştir. Görünüş ve koku parametreleri ise lif oranından istatistik olarak etkilenmemiştir ( $P > 0,05$ ). Ana varyasyon kaynaklarından pişirme sıcaklığı ise renk ve genel kabul edilebilirlik parametreleri üzerinde çok önemli seviyede ( $P < 0,01$ ) etkisi gözlemlenirken, görünüş parametresinin ise önemli seviyede ( $P < 0,05$ ) etkisi görülmüştür. Koku, tekstür, tat ve pişme derecesi parametreleri ise pişirme sıcaklığı uygulamasından istatistik olarak etkilenmemiştir ( $P > 0,05$ ) (Tablo 4.30).

Tablo 4.30 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin duyu analizi değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Duyusal Özellik	Portakal lifi (PL)			Pişirme Sıcaklığı (PS)			Blok			PL*PS		
	SD	KO	F	SD	KO	F	SD	KO	F	SD	KO	F
Renk	3	6,514	3,330*	2	10,753	5,498**	2	21,644	11,066**	6	0,697	0,356
Görünüş	3	4,862	2,347	2	6,811	3,289*	2	10,436	5,039**	6	1,048	0,506
Koku	3	2,314	1,117	2	3,508	1,694	2	0,933	0,451	6	1,253	0,605
Tekstür	3	8,963	3,727*	2	5,253	2,184	2	4,236	1,761	6	2,960	1,231
Tat	3	19,830	7,865**	2	3,325	1,319	2	4,575	1,815	6	3,799	1,507
Pişme derecesi	3	9,752	3,556**	2	4,169	1,520	2	1,603	0,584	6	2,066	0,753
Genel Kabul Edilebilirlik	3	9,677	4,800**	2	6,533	3,241**	2	1,425	0,707	6	1,874	0,930

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması \*:  $P < 0,05$ , \*\*:  $P < 0,01$

Portakal lifi ve pişirme sıcaklığı değişkenlerine ait duyu analizi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları sırasıyla Tablo 4.31 ve Tablo 4.32’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre örneklerin duyu özellikleri birbirine oldukça yakın bulunmasına rağmen sonuçlar istatistiksel olarak birbirinden farklılık göstermiştir (Tablo 4.31 ve Tablo 4.32). Genel olarak %1 ve %3 portakal lifi içeren grupların duyu analizi değerleri kontrol grubuna yakın bulunmuştur. Ancak %5 lif içeren gruplar renk, tekstür, tat ve genel kabul edilebilirlik parametreleri açısından daha düşük değerler almıştır (Tablo 4.31). Pluschke vd. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada şeker kamışı lifinin sığır eti köfte formülasyonlarına (%0, %1, %2, %3, %4, %5) ilave edilmesinin duyu özellikleri açısından %1 lifli köftelerin en yüksek genel kabul edilebilirliğe sahip olduğu, %2 lif içeriğine kadar hiçbir duyu parametrelerinde olumsuz etki göstermediği belirtilmişken %4 ve %5 şeker kamışı lifi ilaveli köftelerin pişirildikten sonra kuru bir görünüme sahip olduğu ve dolayısıyla sululuk ve tekstür için düşük puanlarla ilgili olduğu sonucu çıkarılmıştır. Alqahtan vd. (2022) tarafından galeta unu yerine farklı konsantrasyonlarda (%0, 25, 50, 75 ve 100) hurma lifi ilave edilen dana burgerlerinin kontrol örneğine kıyasla tat, koku, tekstür, renk, görünüm ve genel kalite açısından önemsiz farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada dondurularak kurutulmuş elma posası (%4 ve %8) sığır burgerlerine ilave edilmiş ve et tüketmeyi tercih ettiklerini beyan etmiş panelistler tarafından değerlendirilenlere göre köftelerin daha homojen, daha az tuzlu, daha az asidik, az acı ve daha çiğnenebilir olduğuna varılmıştır. Farklı sıcaklıklarda pişirilen köftelerde tüm duyu parametreleri açısından en yüksek değerler 225°C’de pişirilen köftelerde tespit edilmiştir. Koku, tekstür, tat ve pişirme derecesi ise pişirme sıcaklığı faktöründen istatistiksel olarak etkilenmemiştir ( $P>0,05$ ) (Tablo 4.32).

Tablo 4.31 Farklı oranlarda portakal lifi kullanılarak üretilen köftelerin duyu analizi değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Duyu Özellik	Portakal lif oranı (%)			
	0-kontrol	1	3	5
<b>Renk</b>	7,04±1,41ab	7,23±1,25a	7,30±1,46a	6,70±1,64b
<b>Görünüş</b>	7,03±1,39a	7,19±1,27a	7,26±1,43a	6,73±1,70a
<b>Koku</b>	6,96±1,41a	6,99±1,21a	6,86±1,46a	6,63±1,63a
<b>Tekstür</b>	6,56±1,71a	6,76±1,39a	6,71±1,39a	6,07±1,72b
<b>Tat</b>	6,74±1,78a	6,97±1,43a	6,67±1,51a	5,89±1,66b
<b>Pişme derecesi</b>	6,19±2,02b	6,58±1,61ab	6,94±1,52a	6,80±1,41a
<b>Genel Kabul Edilebilirlik</b>	6,71±1,63a	6,83±1,26a	6,77±1,31a	6,12±1,48b

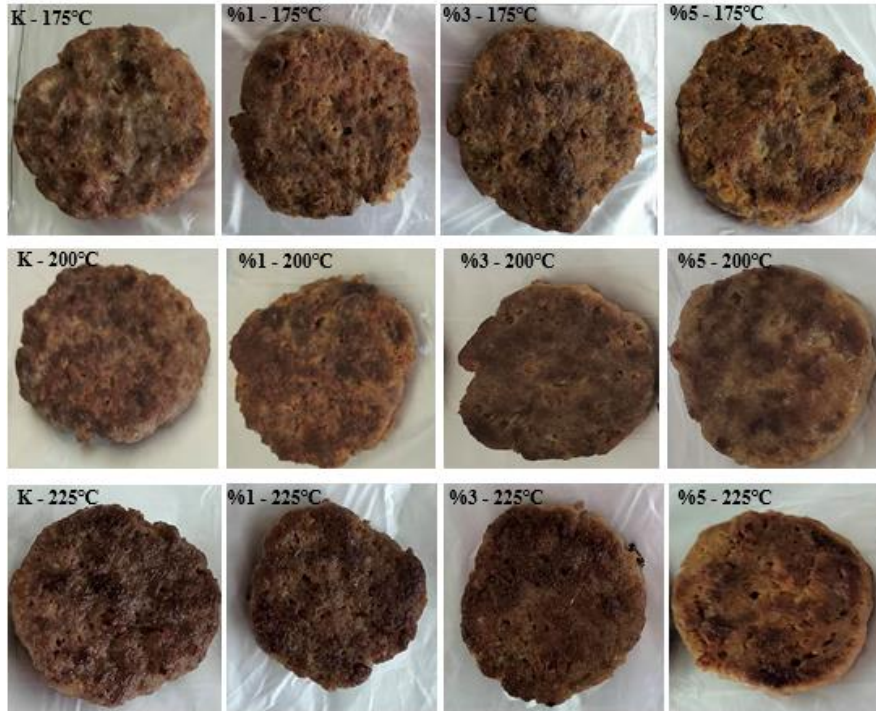
Aynı satırda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P<0,05$ )

Tablo 4.32 Farklı pişirme sıcaklığı uygulanarak üretilen köftelerin duyu analizi değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Duyusal Özellik	Pişirme Sıcaklığı (°C)		
	175°C	200°C	225°C
<b>Renk</b>	6,73±1,51b	7,22±1,42a	7,27±1,40a
<b>Görünüş</b>	6,79±1,62b	7,11±1,40ab	7,26±1,34a
<b>Koku</b>	6,69±1,52a	6,85±1,35a	7,03±1,43a
<b>Tekstür</b>	6,29±1,64a	6,58±1,52a	6,70±1,56a
<b>Tat</b>	6,43±1,79a	6,53±1,51a	6,75±1,61a
<b>Pişme derecesi</b>	6,43±1,68a	6,67±1,63a	6,79±1,70a
<b>Genel Kabul Edilebilirlik</b>	6,38±1,59b	6,61±1,26ab	6,84±1,46a

Aynı satırda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

Et ürünlerinin pişirilmesi sırasında Maillard reaksiyonu, protein denatürasyonu, yağ ve su kaybı gibi çeşitli reaksiyonlar meydana gelmekte ve bu reaksiyonlar pişmiş ürünlerin renk ve tat gelişiminden sorumludur (Sanchez-Zapata vd., 2010). Farklı bileşime sahip gıda ürünleri, ısıtma sırasında farklı davranışlar sergileyebilmektedir. Ayrıca, pişirme işleminin neden olduğu renk değişiklikleri, formülasyonun neden olduğu bazı istenmeyen renk değişikliklerini maskeleyebilmektedir (Şekil 4.8). Bu nedenle, pişirme işleminin köftelerin rengi üzerindeki etkisini değerlendirmek önemlidir.



Şekil 4.8 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı uygulanarak pişirilen köfteler

#### 4.9 Tekstür Profil Analiz Sonuçları

Portakal lifi ilave edilen ve farklı sıcaklıklarda pişirilen köfte örneklerinin hardness (sertlik), adhesiveness (yapışkanlık), resilience (esneklik), cohesiveness (kohesivlik), springiness (elastikiyet), gumminess (sakızımsılık) ve chewiness (çiğnenebilirlik) değerleri ölçülmüş ve bu değerlere ait analiz sonuçları incelenmiştir.

Tekstür, et ürünlerinin tüketici tercihlerini doğrudan etkileyen en önemli özelliklerinden biridir. Et ve et ürünlerinin tekstürel özellikleri tekstür profil analiz (TPA) cihazıyla enstrümental yöntemle belirlenmiştir. Bu yöntem ürünün çiğnenme işlemi boyunca maruz kaldığı koşulları taklit etmeye dayanmaktadır. TPA ile elde edilen sıkıştırma parametreleri, gıdaların tekstürel analizi için kullanılan en yaygın yöntemdir (Herrero vd., 2007). Genellikle et ve et ürünlerinin tekstürel özellikleri miyofibriler proteinler ve bağ dokusu proteini, kollajen, yağ, lif oranı, et ve pişirme türlerine bağlı olarak değişim göstermektedir (Öğütçü vd., 2018). Pişirme işlemi süresince köftede meydana gelen sızma problemi yüksek nem içeriğine sahip et ürünlerinde belirgin bir değişiklik olup, ekonomik kayıplar, çözünür vitaminlerin ve amino asitlerin salınması nedeniyle ürünün besin değerindeki değişiklikleri temsil etmekte ve böylelikle tekstür ve sululuk üzerine olumsuz etki göstermektedir (Sanchez-Zapata vd., 2010). Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklıkları kullanılarak pişirilen köfte örneklerinin tekstür profil analiz sonuçları Tablo 4.33'de verilmiştir.

Tablo 4.33 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin tekstür profil analiz sonuçları

Blok	Sertlik (N)											
	Kontrol			%1			%3			%5		
	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C
1	59,18	50,41	57,12	58,25	46,83	51,34	54,77	33,15	55,31	38,34	61,19	48,94
	76,64	57,57	54,97	38,69	49,28	63,30	53,89	40,84	56,83	63,84	69,33	61,49
	70,90	46,24	50,85	45,50	54,03	59,77	61,00	49,57	63,15	57,91	55,8	55,90
	58,4	48,49	57,52	68,01	46,58	53,40	58,74	38,98	48,54	60,21	48,25	59,67
	59,53	55,46	53,89	50,11	60,61	53,69	60,90	50,21	63,20	46,92	64,72	54,82
	63,89	48,59	55,21	49,67	58,89	53,40	65,61	56,93	52,71	41,78	61,19	63,50
	73,26	55,21	51,34	47,71	50,16	54,87	52,37	47,66	67,62	46,34	57,03	72,77
	78,65	53,35	56,78	58,59	49,57	51,88	59,38	53,99	54,72	42,32	58,74	70,90
	74,14	60,51	43,35	43,69	46,63	45,11	56,88	58,50	52,56	47,07	61,34	73,21
	58,45	55,21	51,19	50,41	49,18	52,86	45,26	55,8	56,09	45,11	59,28	62,66
	55,31	59,92	53,1	52,66	42,56	64,38	46,58	62,13	51,73	52,02	66,64	64,33
	81,49	58,84	61,83	68,16	54,08	51,14	54,28	64,63	61,78	58,84	70,75	66,98
	64,38	59,87	53,59	49,77	59,53	50,60	59,23	63,15	72,42	44,28	70,22	63,74
	54,23	66,24	60,36	55,65	64,63	41,34	54,87	63,6	53,25	58,69	69,04	68,84
70,07	60,75	57,32	62,57	62,81	67,96	45,36	64,92	55,51	51,63	73,01	63,50	
64,87	58,1	57,61	40,5	59,58	46,97	55,11	61,44	61,10	56,98	64,82	63,55	
58,89	65,26	40,84	68,01	54,82	54,23	60,07	59,67	57,07	47,17	62,47	75,02	
66,69	63,4	56,39	50,41	53,74	56,54	61,39	58,89	60,61	62,13	69,68	62,81	
81,05	69,97	73,30	68,16	78,31	61,34	70,12	78,55	73,60	73,16	72,81	90,47	
81,30	88,06	83,36	61,59	84,48	63,45	56,54	59,18	75,17	70,90	78,80	87,48	
93,75	69,23	98,90	56,73	87,23	67,22	68,99	99,78	89,78	76,49	93,65	78,75	
88,60	87,67	92,72	73,30	86,54	75,02	66,73	83,41	71,98	67,81	81,93	86,74	
85,42	92,92	89,73	69,63	76,59	62,37	63,06	73,26	82,23	71,25	70,22	90,37	
91,74	95,08	94,68	71,25	91,10	70,75	65,85	73,75	76,00	73,80	72,91	78,50	
90,17	87,13	86,35	75,90	63,89	74,68	61,19	95,86	81,40	73,11	80,56	76,98	
92,13	85,61	76,84	70,56	84,09	70,41	66,19	86,89	87,13	74,73	81,40	81,10	
103,95	70,22	88,36	68,65	77,72	67,52	71,29	80,41	71,83	72,42	75,81	89,29	
Blok	Yapışkanlık (mj)											
	Kontrol			%1			%3			%5		
	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C
1	0,10	0,00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,30	0,30	0,60	0,30	0,70	0,20
	0,10	0,00	0,00	0,20	0,10	0,20	0,00	0,30	0,00	1,50	0,10	0,00
	0,40	0,20	0,10	0,20	0,70	0,10	0,30	0,20	0,10	0,50	0,10	0,50
	0,20	0,10	0,00	0,20	0,30	0,20	0,20	0,10	0,40	0,00	1,10	0,00
	0,10	0,00	0,00	0,20	0,10	0,10	0,10	0,80	0,00	0,00	0,50	0,60
	0,10	0,30	0,60	0,00	0,20	0,40	0,30	0,10	0,10	0,10	0,40	0,20

Tablo 4.33'ün devamı

Blok	Kontrol			%1			%3			%5			
	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	
2	0,00	0,00	0,50	-0,10	0,60	0,10	0,20	-0,10	0,30	0,00	0,20	0,10	
	0,00	0,60	0,20	0,00	0,90	0,30	0,10	0,10	0,20	1,10	0,00	0,10	
	0,10	0,00	0,20	0,10	0,00	0,20	0,20	0,10	0,00	0,30	0,50	0,10	
	0,10	0,00	0,40	1,00	0,40	0,30	0,20	0,10	0,20	0,20	0,50	0,40	
	0,20	0,50	0,20	0,00	0,30	0,40	0,10	0,30	0,10	0,40	0,30	0,10	
	0,10	0,00	0,10	0,00	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10	0,00	0,00	0,20	
	0,90	0,10	0,20	0,50	0,00	0,70	0,20	0,10	0,10	0,20	0,00	0,30	
	0,30	1,00	0,10	0,20	0,00	0,30	0,40	0,00	0,60	0,10	0,30	0,00	
	0,00	0,40	0,20	0,00	0,40	0,60	0,20	0,10	0,00	0,10	0,40	1,10	
	0,70	0,20	0,00	0,10	0,50	0,80	0,10	0,20	-0,10	0,00	0,30	0,70	
	0,10	0,30	0,30	1,00	0,80	0,30	0,00	0,50	0,00	0,20	0,00	0,30	
	0,10	0,30	0,00	0,00	0,00	0,20	0,30	0,00	0,40	1,00	0,20	0,40	
	0,20	0,30	0,10	0,00	0,10	0,00	0,10	0,10	0,20	1,00	0,10	0,40	
	0,50	0,00	0,20	0,30	0,10	0,60	0,10	0,70	0,10	0,00	1,00	0,30	
	3	0,10	0,20	0,00	0,10	0,00	0,70	0,00	0,50	0,00	0,10	0,30	0,50
0,10		0,00	0,10	0,10	0,00	0,60	0,40	0,10	0,20	0,00	0,30	0,20	
0,00		0,20	0,10	0,60	0,60	0,20	0,00	0,10	0,30	0,10	0,00	0,20	
0,30		0,00	0,20	0,10	0,40	0,40	-0,10	0,10	0,20	0,10	0,20	0,00	
0,10		0,20	0,40	0,40	0,10	0,60	0,10	0,00	0,10	0,00	0,00	0,20	
0,50		0,00	0,40	0,30	0,10	0,20	0,20	0,60	0,10	0,50	0,00	0,30	
0,40		0,00	0,00	0,10	0,00	0,20	0,00	0,20	0,00	0,30	0,00	-0,10	
<b>Esneklik</b>													
Blok		Kontrol			%1			%3			%5		
		175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C
1	0,14	0,14	0,13	0,16	0,10	0,11	0,10	0,09	0,09	0,07	0,07	0,10	
	0,19	0,13	0,13	0,16	0,10	0,08	0,09	0,08	0,10	0,09	0,09	0,08	
	0,15	0,13	0,16	0,14	0,11	0,12	0,10	0,07	0,09	0,09	0,07	0,06	
	0,15	0,13	0,12	0,14	0,09	0,12	0,09	0,08	0,09	0,08	0,08	0,07	
	0,16	0,15	0,13	0,17	0,09	0,11	0,09	0,08	0,11	0,08	0,07	0,09	
	0,15	0,12	0,12	0,16	0,08	0,10	0,09	0,10	0,10	0,08	0,06	0,08	
	0,14	0,11	0,13	0,09	0,10	0,09	0,11	0,07	0,10	0,09	0,07	0,06	
	0,16	0,10	0,13	0,12	0,09	0,11	0,09	0,08	0,10	0,09	0,07	0,08	
	0,15	0,12	0,14	0,11	0,10	0,14	0,08	0,09	0,10	0,07	0,06	0,08	
	0,13	0,12	0,13	0,11	0,08	0,10	0,10	0,07	0,09	0,08	0,08	0,08	
2	0,14	0,10	0,12	0,10	0,09	0,12	0,09	0,09	0,10	0,08	0,07	0,08	
	0,13	0,14	0,10	0,14	0,09	0,12	0,12	0,09	0,08	0,07	0,07	0,07	
	0,12	0,12	0,15	0,08	0,10	0,12	0,09	0,08	0,09	0,07	0,07	0,06	
	0,14	0,12	0,12	0,11	0,09	0,12	0,09	0,08	0,09	0,07	0,08	0,08	
	0,14	0,12	0,12	0,11	0,09	0,12	0,09	0,08	0,09	0,07	0,08	0,08	

Tablo 4.33'ün devamı

Blok	Kontrol			%1			%3			%5		
	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C
3	0,12	0,11	0,14	0,09	0,08	0,11	0,09	0,08	0,10	0,07	0,07	0,07
	0,12	0,12	0,14	0,11	0,09	0,12	0,08	0,07	0,09	0,10	0,08	0,07
	0,13	0,11	0,14	0,09	0,08	0,12	0,08	0,09	0,09	0,07	0,07	0,09
	0,12	0,12	0,10	0,08	0,09	0,11	0,09	0,09	0,09	0,07	0,07	0,08
	0,13	0,16	0,13	0,14	0,12	0,10	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06	0,09
	0,13	0,16	0,14	0,14	0,13	0,10	0,07	0,12	0,08	0,07	0,08	0,09
	0,13	0,12	0,13	0,15	0,15	0,10	0,09	0,10	0,13	0,07	0,09	0,09
	0,16	0,16	0,12	0,13	0,11	0,10	0,08	0,09	0,12	0,10	0,07	0,08
	0,14	0,14	0,13	0,15	0,10	0,10	0,10	0,11	0,12	0,09	0,55	0,09
	0,12	0,12	0,15	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	0,10	0,07	0,08	0,07
	0,15	0,14	0,14	0,16	0,13	0,11	0,09	0,09	0,08	0,07	0,09	0,07
	0,13	0,12	0,15	0,12	0,13	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08
	0,16	0,15	0,15	0,13	0,13	0,10	0,07	0,13	0,12	0,08	0,09	0,09
Kohesivlik												
Blok	Kontrol			%1			%3			%5		
	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C
1	0,41	0,41	0,38	0,43	0,33	0,35	0,33	0,30	0,30	0,23	0,28	0,32
	0,50	0,39	0,42	0,44	0,34	0,31	0,32	0,29	0,32	0,34	0,33	0,29
	0,46	0,36	0,44	0,40	0,36	0,37	0,32	0,28	0,33	0,32	0,29	0,25
	0,42	0,42	0,39	0,41	0,31	0,35	0,31	0,27	0,29	0,31	0,28	0,26
	0,47	0,43	0,37	0,47	0,32	0,34	0,32	0,28	0,33	0,29	0,27	0,28
	0,46	0,35	0,40	0,45	0,29	0,34	0,31	0,30	0,31	0,27	0,24	0,27
	0,43	0,35	0,38	0,31	0,34	0,33	0,37	0,28	0,35	0,31	0,27	0,27
	0,48	0,32	0,41	0,38	0,31	0,36	0,33	0,28	0,35	0,28	0,30	0,31
	0,46	0,38	0,40	0,32	0,32	0,38	0,30	0,31	0,33	0,25	0,25	0,30
	0,42	0,40	0,39	0,36	0,31	0,35	0,32	0,27	0,33	0,28	0,31	0,30
2	0,45	0,37	0,38	0,35	0,32	0,37	0,30	0,32	0,35	0,28	0,29	0,30
	0,45	0,43	0,35	0,41	0,31	0,37	0,37	0,32	0,31	0,28	0,29	0,28
	0,41	0,40	0,42	0,28	0,35	0,40	0,30	0,31	0,33	0,26	0,32	0,26
	0,45	0,42	0,39	0,35	0,32	0,35	0,31	0,33	0,33	0,27	0,31	0,31
	0,42	0,37	0,43	0,33	0,31	0,38	0,29	0,31	0,36	0,27	0,30	0,27
	0,41	0,41	0,42	0,36	0,34	0,39	0,30	0,27	0,33	0,34	0,29	0,27
	0,39	0,40	0,41	0,33	0,31	0,39	0,31	0,30	0,32	0,25	0,29	0,31
	0,40	0,38	0,37	0,32	0,31	0,35	0,30	0,33	0,33	0,27	0,29	0,30
	0,43	0,47	0,43	0,41	0,42	0,37	0,37	0,39	0,31	0,31	0,28	0,35
	0,42	0,49	0,44	0,45	0,44	0,14	0,26	0,40	0,32	0,30	0,36	0,35
3	0,44	0,39	0,40	0,43	0,47	0,34	0,32	0,38	0,41	0,30	0,31	0,33
	0,46	0,47	0,45	0,42	0,40	0,36	0,30	0,37	0,38	0,36	0,32	0,32
	0,44	0,43	0,44	0,46	0,37	0,32	0,32	0,39	0,39	0,34	0,00	0,35

Tablo 4.33'ün devamı

Blok	Kontrol			%1			%3			%5		
	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C
	0,43	0,43	0,46	0,40	0,41	0,37	0,31	0,36	0,34	0,33	0,32	0,30
	0,45	0,45	0,44	0,46	0,40	0,38	0,32	0,33	0,34	0,30	0,35	0,27
	0,44	0,40	0,45	0,42	0,43	0,35	0,34	0,37	0,38	0,32	0,36	0,31
	0,48	0,45	0,48	0,42	0,41	0,35	0,29	0,45	0,40	0,31	0,35	0,34
Elastikiyet (mm)												
Blok	Kontrol			%1			%3			%5		
	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C
1	5,50	4,69	5,21	6,38	4,03	4,43	4,45	3,32	4,47	3,95	3,45	3,92
	5,51	5,16	4,96	5,10	4,27	4,39	4,49	3,62	5,09	3,23	3,10	3,99
	4,71	5,25	5,05	4,65	4,02	4,75	4,38	3,79	4,21	3,53	3,04	3,63
	5,11	4,82	4,88	5,32	4,14	4,62	4,33	3,70	4,72	3,33	3,26	4,42
	5,25	5,50	5,51	5,92	4,09	4,55	4,45	3,76	5,38	3,94	3,07	4,03
	5,61	4,46	4,96	5,82	4,59	4,10	4,20	4,17	4,16	4,02	3,49	4,38
	4,90	4,87	5,37	4,11	4,42	4,60	4,52	3,67	4,72	4,19	3,55	3,58
	5,06	4,74	4,84	5,24	4,11	4,77	4,11	3,81	4,01	3,83	3,42	3,81
	5,40	5,42	4,94	4,80	3,99	4,76	4,29	4,07	4,03	3,38	2,68	3,85
	4,96	4,73	4,99	3,98	4,23	4,69	3,64	4,05	4,24	4,00	3,77	4,06
2	5,30	4,51	5,07	4,19	4,26	5,20	3,91	4,23	4,70	3,95	3,87	4,11
	4,72	5,73	4,75	5,37	4,41	5,30	4,40	4,61	4,53	3,93	4,13	4,17
	4,54	4,85	4,81	3,65	4,81	5,74	4,36	4,17	4,59	3,53	4,00	3,91
	4,75	5,05	4,95	4,36	4,53	5,05	4,28	4,32	4,08	3,87	4,04	3,76
	4,44	4,74	4,74	4,35	3,95	5,08	3,77	3,80	3,95	3,35	4,17	3,82
	4,87	4,96	5,18	4,18	4,26	5,14	3,83	4,18	4,35	3,77	4,31	3,90
	5,62	4,33	5,38	4,17	3,88	5,20	4,25	4,48	4,04	3,21	4,07	4,42
	5,23	5,19	4,66	3,91	4,25	5,08	4,29	4,16	4,09	3,35	3,89	3,51
	5,41	5,38	5,12	5,37	4,92	4,65	4,92	4,29	4,65	4,09	4,26	4,49
	5,16	5,81	5,21	5,14	5,14	4,70	4,48	4,46	4,70	4,46	3,92	4,35
3	5,19	5,45	4,96	5,44	5,01	4,44	5,06	4,74	5,39	4,55	4,29	4,72
	5,73	5,17	4,52	5,28	4,78	4,88	3,53	4,56	4,56	4,70	4,04	4,05
	5,33	5,40	4,77	5,58	4,92	4,55	3,90	4,56	5,13	3,95	0,00	4,42
	5,13	5,41	5,14	5,01	4,74	4,97	4,85	4,52	4,73	3,95	4,11	4,46
	5,45	5,27	5,14	5,30	5,06	4,79	4,44	4,94	4,61	4,16	4,01	4,23
	5,22	5,61	5,19	4,98	4,76	4,42	4,18	4,96	4,89	3,96	3,99	4,17
	5,81	5,32	5,34	5,08	4,83	4,52	4,42	4,54	4,70	4,27	3,74	4,44

Tablo 4.33'ün devamı

Blok	Sakızimsılık (N)												
	Kontrol			%1			%3			%5			
	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	
1	24,21	20,68	21,79	24,77	15,51	17,77	18,26	9,80	16,60	8,99	17,28	15,80	
	38,64	22,27	22,88	16,84	16,80	19,75	17,13	12,05	18,13	21,48	22,79	17,89	
	32,69	16,75	22,42	18,28	19,33	22,25	19,22	13,92	20,99	18,69	16,41	14,07	
	24,56	20,14	22,47	27,99	14,39	18,73	18,11	10,47	14,07	18,49	13,53	15,48	
	27,74	23,64	20,12	23,37	19,64	18,29	19,51	14,30	20,96	13,48	17,75	15,28	
	29,28	17,08	22,01	22,51	17,24	18,11	20,12	17,20	16,08	11,16	14,98	17,16	
	31,66	19,26	19,62	14,84	17,16	18,03	19,46	13,58	23,45	14,17	15,40	19,49	
	37,61	17,07	23,24	22,33	15,55	18,89	19,40	15,38	19,32	11,67	17,41	22,13	
	34,07	22,72	17,37	13,93	14,88	17,26	16,99	18,27	17,37	11,91	15,09	22,00	
	2	24,76	21,91	20,13	17,96	15,13	18,70	14,57	15,28	18,78	12,82	18,17	19,07
25,08		22,24	20,13	18,69	13,69	23,84	13,81	20,09	18,00	14,59	19,18	19,28	
36,43		25,36	21,57	28,08	16,69	18,90	20,03	20,82	18,93	16,24	20,40	18,89	
26,55		24,23	22,77	13,80	20,97	20,21	17,57	19,81	24,16	11,34	22,74	16,53	
24,41		27,71	23,27	19,35	20,85	14,29	16,81	20,79	17,49	15,66	21,70	21,29	
29,50		22,77	24,63	20,92	19,44	25,68	13,35	19,89	19,86	13,84	21,89	17,23	
26,51		24,10	24,39	14,38	20,43	18,32	16,67	16,66	20,15	19,43	18,66	17,37	
23,21		25,78	16,56	22,64	17,02	21,14	18,91	18,03	18,35	11,86	18,35	23,30	
26,89		24,00	21,00	16,23	16,48	19,93	18,62	19,16	20,04	17,05	20,39	18,80	
35,18		33,08	31,64	28,08	33,10	22,50	25,75	30,69	22,67	22,94	20,72	31,94	
3	34,25	42,86	36,55	27,62	36,89	9,13	14,57	23,63	24,13	20,95	28,66	30,70	
	41,36	26,9	39,92	24,61	40,73	22,95	21,94	38,32	37,13	22,91	29,34	26,14	
	40,59	41,23	41,69	30,76	34,65	26,76	19,72	31,60	27,18	24,69	26,42	27,99	
	37,61	39,53	39,63	31,98	28,14	19,93	20,40	28,71	32,14	23,90	0,00	31,34	
	39,37	40,87	43,89	28,48	37,70	26,25	20,61	26,53	26,14	24,64	23,42	23,23	
	40,61	39,46	38,30	34,63	25,85	28,30	19,84	31,67	27,96	22,26	28,49	20,89	
	40,66	34,07	34,46	29,58	35,79	24,63	22,64	31,84	32,85	24,11	29,32	25,46	
	50,31	31,78	42,19	29,04	32,03	23,70	20,70	35,95	28,96	22,41	26,68	30,35	
	Blok	Çiğnenebilirlik (mj)											
		Kontrol			%1			%3			%5		
175°C		200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	
1	133,10	97,00	113,50	158,10	62,50	78,70	81,20	32,50	74,20	35,50	59,60	61,90	
	212,90	114,90	113,50	85,90	71,80	86,70	76,90	43,60	92,30	69,40	70,70	71,40	
	154,00	87,90	113,20	85,00	77,70	105,70	84,20	52,70	88,40	66,00	49,90	51,10	
	125,50	97,10	109,60	148,90	59,60	86,50	78,40	38,70	66,40	61,60	44,10	68,40	
	145,60	130,00	110,90	138,30	80,30	83,20	86,80	53,70	112,80	53,10	54,50	61,60	
	164,30	76,20	109,20	131,00	79,10	74,30	84,50	71,70	66,90	44,80	52,30	75,10	

Tablo 4.33'ün devamı

Blok	Kontrol			%1			%3			%5		
	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C	175°C	200°C	225°C
2	155,10	93,80	105,40	61,00	75,90	82,90	88,00	49,80	110,70	59,40	54,70	69,80
	190,30	80,90	112,50	117,00	63,90	90,10	79,80	58,60	77,50	44,70	59,50	84,30
	184,00	123,10	85,80	66,80	59,40	82,20	72,90	74,40	70,00	40,30	40,40	84,70
	122,80	103,60	100,40	71,50	64,00	87,70	53,00	61,90	79,60	51,30	68,50	77,50
	132,90	100,30	102,10	78,30	58,30	124,00	54,00	85,00	84,60	57,60	74,20	79,20
	171,90	145,30	102,40	150,80	73,60	100,20	88,10	96,00	85,80	63,80	84,30	78,80
	120,50	117,50	109,50	50,40	100,90	116,00	76,60	82,60	110,90	40,00	91,00	64,60
	115,90	139,90	115,20	84,30	94,40	72,20	71,90	89,80	71,40	60,60	87,70	80,10
	131,00	107,90	116,70	91,00	76,80	130,40	50,30	75,60	78,50	46,40	91,30	65,80
	129,10	119,50	126,40	60,10	87,00	94,20	63,80	69,60	87,60	73,30	80,40	67,80
	130,40	11,60	89,10	94,40	66,00	109,90	80,30	80,80	74,10	38,10	74,70	103,00
	140,60	124,50	97,80	63,50	70,10	101,20	79,90	79,70	81,90	57,10	79,30	66,00
	190,30	178,00	162,00	150,80	162,90	104,60	126,70	131,70	105,40	93,80	88,30	143,40
	176,70	249,00	190,40	141,90	189,60	42,90	65,30	105,40	113,40	93,40	112,30	133,50
	214,70	146,60	198,00	133,90	204,10	101,90	111,00	181,60	200,10	104,20	125,90	123,40
3	232,60	213,20	188,40	162,40	165,60	130,60	69,60	141,60	124,00	116,00	106,70	113,40
	200,40	213,50	189,00	178,40	138,50	90,70	79,60	130,90	164,90	94,40	0,00	138,50
	202,00	221,10	225,60	142,70	178,70	130,50	100,00	119,90	123,60	97,30	96,30	103,60
	221,30	207,90	196,90	183,50	130,80	135,50	88,10	156,50	128,90	92,60	114,30	88,40
	212,30	191,10	178,80	147,30	170,40	108,90	94,60	157,90	160,60	95,50	117,00	106,20
	292,30	169,00	225,30	147,50	154,70	107,10	91,50	163,20	136,10	95,70	99,80	134,80

Tablo 4.34’de farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklıkları kullanılarak üretilen köftelerin sertlik, yapışkanlık, esneklik, kohesivlik, elastikiyet, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları sunulmuştur. Bu sonuçlara göre portakal lif oranı, tüm tekstürel özelliklerde çok önemli düzeyde ( $P<0,01$ ) etkili bulunmuştur. Pişirme sıcaklığı uygulamasında ise kohesivlik ve elastikiyet parametreleri  $P<0,01$  düzeyinde etkili olmuştur. Kohesivlik; gıdanın iç yapısının parçalanması veya iç yapısını şekillendiren iç bağların mukavemeti/esnekliği olarak tanımlanır (Chang vd., 2011; Erdemir ve Karaoğlu, 2021). Elastikiyet, sıkıştırma sonrası gıda dokusunun tekrardan yapılanma gücünü ifade etmekle beraber asıl durumuna dönüşme kabiliyetini belirtmektedir (Erdemir ve Karaoğlu, 2021). Bunun yanı sıra pişirme sıcaklığı ise sertlik parametresi üzerine  $P<0,05$  düzeyinde etkisi bulunmuştur. Gıdanın yapısında belirli deformasyonun gerçekleşmesi için uygulanması gereken kuvvet olarak belirlenen sertlik, tekstür profil analizinde başlangıçtaki sıkıştırmanın bitip geri çekilmenin başladığı noktaya tekabül etmektedir (Sarıcaoğlu, 2012). Diğer tekstürel özellikler ise istatistiki olarak pişirme sıcaklığından etkilenmemiştir ( $P>0,05$ ). Portakal lifi ve pişirme sıcaklığı interaksiyonu yapışkanlık hariç tüm tekstürel özellikler istatistiki olarak önemli düzeyde etkili bulunmuştur ( $P<0,01$  ve  $P<0,05$ ).

Tablo 4.34 Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin tekstür profil değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Tekstürel Özellik	Portakal lifi (PL)			Pişirme Sıcaklığı (PS)			Blok			PL*PS		
	SD	KO	F	SD	KO	F	SD	KO	F	SD	KO	F
<b>Sertlik (N)</b>	3	1082,109	18,711**	2	237,789	4,112*	2	16356,067	282,820**	6	681,418	11,783**
<b>Yapışkanlık (mJ)</b>	3	0,232	3,730**	2	0,004	0,071	2	0,090	1,437	6	0,044	0,711
<b>Esneklik</b>	3	0,040	45,041**	2	0,001	1,347	2	0,008	9,165**	6	0,002	2,270*
<b>Kohesivlik</b>	3	0,233	159,432**	2	0,008	5,240**	2	0,045	31,089**	6	0,006	4,401**
<b>Elastikiyet (mm)</b>	3	22,832	122,040**	2	2,187	11,690**	2	3,860	20,633**	6	0,629	3,361**
<b>Sakızmsılık (N)</b>	3	1408,574	75,319**	2	0,826	0,044	2	3766,141	201,383**	6	181,313	9,695**
<b>Çiğnenebilirlik(mJ)</b>	3	73186,285	116,779**	2	1210,019	1,931	2	116212,103	185,433**	6	5870,758	9,368**

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması \*:P<0,05, \*\*:P<0,01

Farklı oranlarda portakal lifi kullanılarak pişirilen köfte örneklerinin tekstür profil analiz değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 4.35’de sunulmuştur. Tablodan görüldüğü üzere kontrol grubu dışında lif oranı ilavesi arttıkça sertlik değeri de artmıştır. Bezelye lifi ilave edilen sığır burgerlerinde lif ilavesi artış gösterdikçe sertlik de aynı şekilde artış eğilimi gösterdiği belirtilmiştir (Pietrasik vd., 2020). Lopez-Vargas vd. (2014), mevcut sonuçlarla uyumlu olarak, diyet lifi açısından yüksek %2,5 ve %5 sarı çarkıfelek meyvesinden elde edilen albedo lifi ilavesinin Domuz burgerlerinin sertliğinde bir artışa yol açtığı bildirilmiştir. Sanchez-Zapata vd. (2010); Aleson-Carbonell vd. (2005), sertliğin sırasıyla domuz eti ve sığır eti burgerlerine artan miktarlarda kaplan fıstığı lifi ve limon albedo eklenmesinden etkilenmediği belirtilmiştir. Lif miktarı ve türüne göre sertlik konusunda tartışmalı sonuçlar bildirilmiştir. Bu nedenle, çeşitli pişmiş et ürünlerine lif eklendiğinde hem sertleşme hem de yumuşama gözlemlenmiştir (Garcia vd., 2007). Yapışkanlık değeri, lif miktarının artmasına bağlı olarak istatistiki olarak en yüksek oranı %5 lif içeren örneklerde almıştır. Esneklik değeri lif kullanılan bütün gruplarda kontrole göre daha düşük çıkmıştır. Diğer yandan tekstürel özelliklerden kohesivlik, elastikiyet, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri kontrol grubuna kıyasla tüm gruplarda azalma göstermiştir. Atasoy vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada enginar lifi ilave ettikleri köfte örneklerinde, lif miktarı ve boyutunun, sakızimsılık değerinin istatistiki açıdan önemli olacak seviyede arttığını gözlemlenmiştir. Bamya tozu ilave edilen köfte örneklerinde en düşük çiğnenebilirlik değerleri en yüksek oranda bamya tozu katılan (%1,5) gruplarda belirlenmiştir (Aşıkkutlu, 2021). Yapılan bir başka çalışmada düşük yağlı hamburgerlerin artan limon lifi miktarına bağlı olarak çiğnenebilirlik değerlerinde azalma olduğu belirtilmiştir (Salman, 2012).

Tablo 4.35 Farklı oranlarda portakal lifi kullanılan köftelerin tekstür profil analiz değerlerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Tekstürel Özellik	Portakal lif oranı (%)			
	0-Kontrol	1	3	5
<b>Sertlik (N)</b>	68,20±15,56a	59,92±11,89c	62,52±12,41b	65,92±12,35a
<b>Yapışkanlık (mJ)</b>	0,19±0,21bc	0,26±0,26ab	0,18±0,18c	0,28±0,32a
<b>Esneklik</b>	0,13±0,17a	0,11±0,22b	0,09±0,01c	0,08±0,05d
<b>Kohesivlik</b>	0,42±0,04a	0,37±0,05b	0,33±0,04c	0,29±0,04d
<b>Elastikiyet(mm)</b>	5,10±0,34a	4,72±0,53b	4,34±0,42c	3,86±0,59d
<b>Sakızimsılık (N)</b>	28,96±8,31a	22,12±6,54b	20,75±5,99c	19,70±5,71c
<b>Çiğnenebilirlik (mj)</b>	147,53±49,80a	106,17±38,36b	91,77±33,29c	78,02±27,29d

Aynı satırda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

Farklı pişirme sıcaklıkları kullanılan köfte örneklerinin tekstür profil analiz değerlerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 4.36'de sunulmuştur. Bu sonuçlara göre köftenin sertlik değeri istatistiki olarak en yüksek 200°C ve 225°C'de pişirilen gruplarda tespit edilmiştir. Gıdaları pişirme esnasında protein denatürasyonu nedeniyle tekstürel özelliklerinde değişimler meydana gelmektedir. Dolayısıyla gıdalarda yağ emilimi artış göstermekte ve nem değerlerinde kayıplar yaşanmaktadır. Böylelikle bu faktörler gıdanın sertleşmesine ve üründe küçülmelere sebebiyet vermektedir (Cava vd., 2012). Farklı sıcaklıklarda pişirilen köftelerin yapışkanlık, esneklik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerine ait ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden önemli bir farklılık göstermemiştir elastikiyet ise pişirme faktöründen etkilenmiş ve en düşük ortalama değeri 200°C'de pişirilen köftelerde vermiştir (Tablo 4.37).

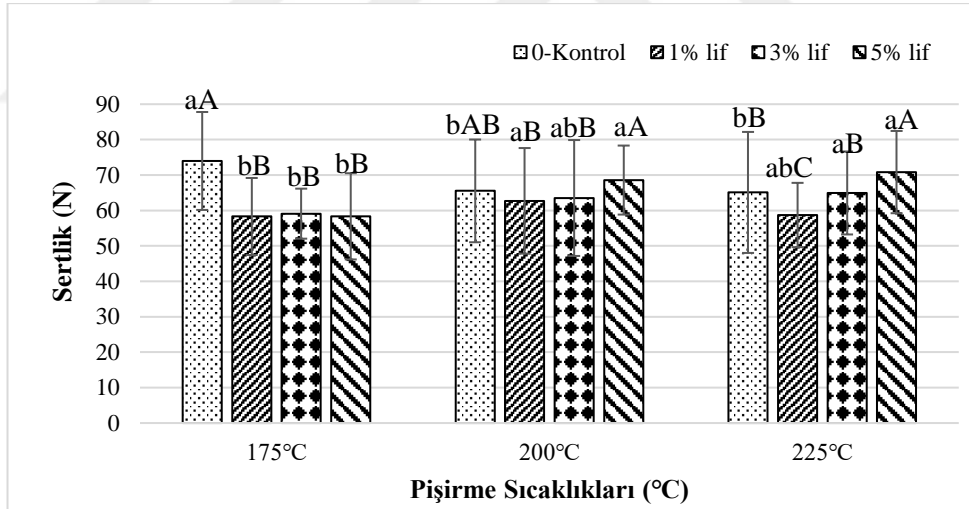
Tablo 4.36 Farklı pişirme sıcaklığı kullanılan köftelerin tekstür profil analiz değerlerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Tekstürel Özellik	Pişirme Sıcaklığı (°C)		
	175°C	200°C	225°C
<b>Sertlik (N)</b>	62,43±12,96b	65,09±14,09a	64,90±13,25a
<b>Yapışkanlık (mJ)</b>	0,22±0,28a	0,23±0,26a	0,23±0,22a
<b>Esneklik</b>	0,11±0,30a	0,10±0,05a	0,10±0,02a
<b>Kohesivlik</b>	0,36±0,07a	0,34±0,07b	0,35±0,05b
<b>Elastikiyet (mm)</b>	4,56±0,70a	4,35±0,76b	4,61±0,48a
<b>Sakızimsılık (N)</b>	22,98±8,09a	22,81±8,05a	22,87±6,64a
<b>Çiğnenebilirlik(mJ)</b>	108,80±51,50a	102,22±48,50a	106,60±36,94a

Aynı satırda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

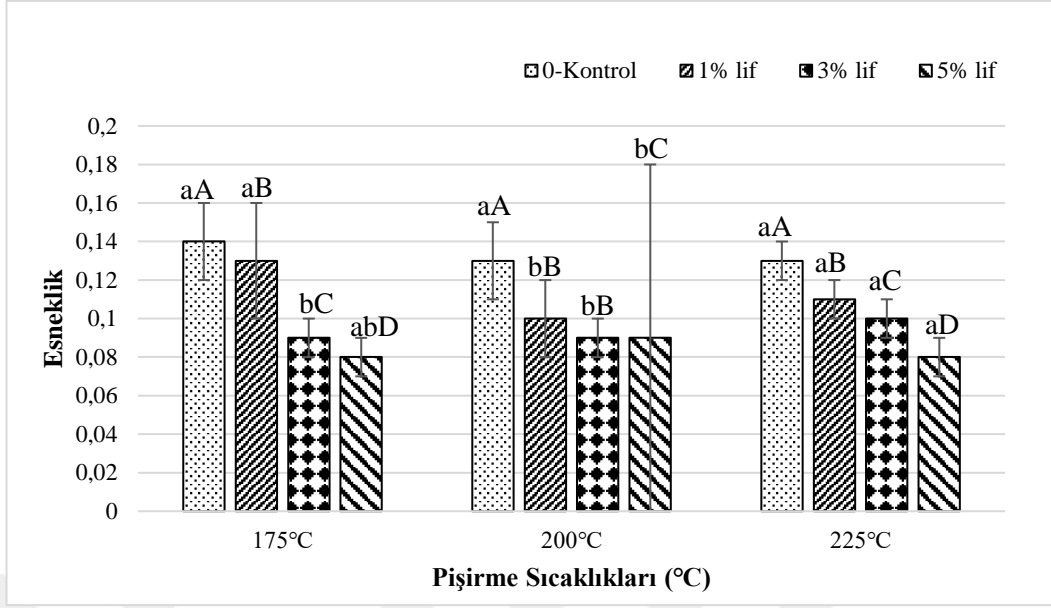
Şekil 4.9'de lif oranı ve pişirme sıcaklığı interaksiyonuna ait köfte örneklerinin sertlik (N) değeri üzerine etkisine yer verilmiştir. Sıcaklık artışı ile beraber kontrol gruplarında sertlik (N) değeri azalırken, lif içeren gruplarda bu değer artış göstermiştir. 175°C'de pişirilen köftelerde lif ilavesi miktardan bağımsız olarak sertlikte azalmaya sebep olmuştur. Bunun yanı sıra 200°C ve 225°C'de pişirilen köftelerde ise genel olarak lif ilavesi ile sertlik değerinde artış tespit edilmiştir (Şekil 4.9). Pişirme sıcaklıklarının artışı kontrol gruplarında esneklik değerini istatistiki olarak etkilemezken, lif ilaveli gruplarda bu değer artış göstermiştir. Bunun dışında üç farklı pişirme sıcaklığında pişirilen köftelerin genel olarak lif ilavesi ile esneklik değerlerinde azalma meydana gelmiştir (Şekil 4.10). Tekstürel özelliklerden bir diğeri

kohezivlik ise pişirme sıcaklığının artışıyla beraber kontrol ve %1 lif içeren grupta azalmaya, %3 lif içeren grupta artışa %5 lif içeren grupta ise bu değer istatistiki olarak birbirinden farklı bulunmamıştır (Şekil 4.11). Kontrol ve %1 lif içeren gruplarda sıcaklık artışıyla beraber elastikiyet değeri genel olarak azalırken, %3 ve %5 lif içeren gruplarda sıcaklık artışıyla doğru orantılı olarak bir artış tespit edilmiştir. 175°C, 200°C ve 225°C’de pişirilen köfte örneklerinde elastikiyet değeri lif oranı artışı ile azalmıştır (Şekil 4.12). Şekil 4.13’deki grafik dikkate alındığında sakızimsılık (N) değeri sıcaklık artışı ile kontrol grubunda artışa neden olurken, %3 ve %5 lif içeren gruplarda 175°C’deki sıcaklıklarda azalma tespit edilmiştir. 200°C ve 225°C’de pişirilen köftelerde sakızimsılık, lif ilaveli gruplarda her biri istatistiki olarak fark bulunmazken kontrol grubu azalmıştır. Şekil 4.14’deki grafikte görüldüğü üzere her bir gruptaki sıcaklık artışı, %0-kontrol ve %1 lif içeren grupta çiğnenebilirlik değerini azaltırken, %3 lif içeren grupta ise çiğnenebilirlik değerini artırmıştır. Bunun yanı sıra 175°C ve 225°C’de pişirilen köftelerin çiğnenebilirlik değeri lif oranı artışı ile azaldığı tespit edilmiştir.



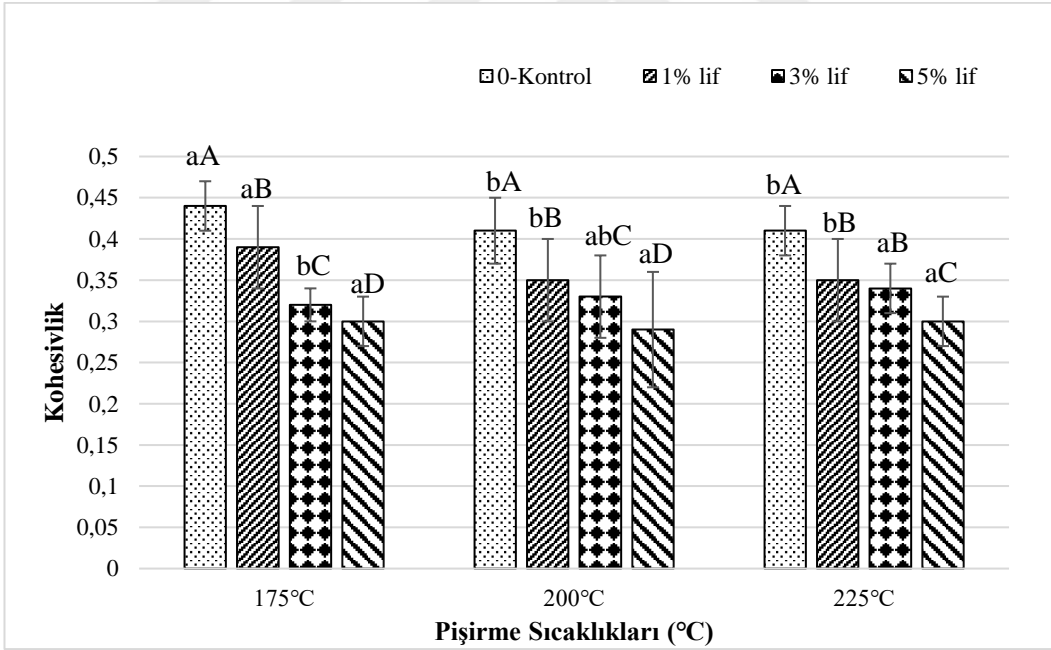
a-b: Küçük harfle ifade edilen değerler belli bir lif oranındaki sıcaklık farkı ile meydana gelen değişikliği ifade etmektedir A-C: Büyük harfle ifade edilen değerler belli bir sıcaklıktaki lif oranı ile meydana gelen değişikliği ifade etmektedir

Şekil 4.9 Lif oranı x piştirme sıcaklığı interaksiyonunun köftenin sertlik (N) değeri üzerine etkisi



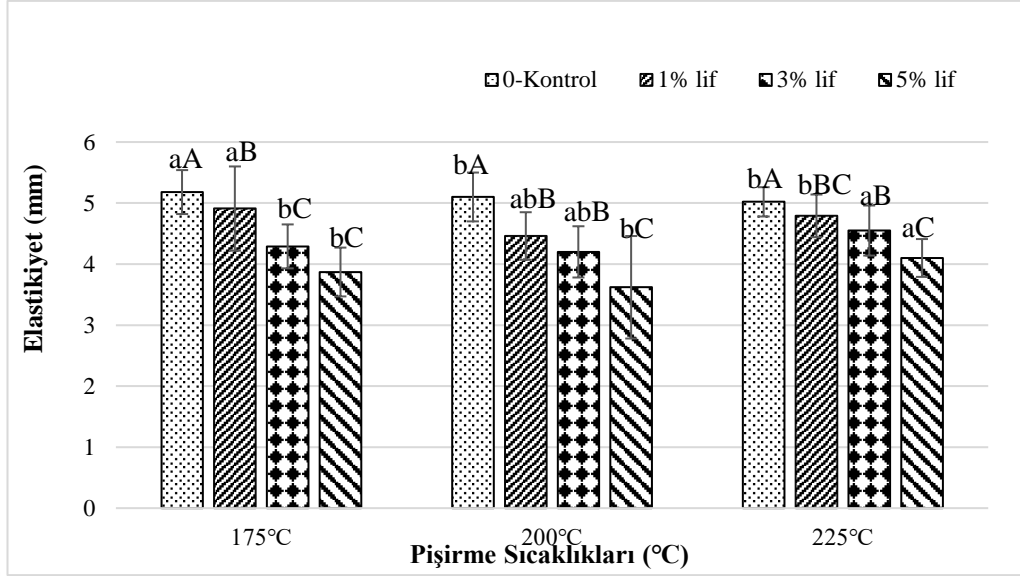
a-b: Küçük harfle ifade edilen değerler belli bir lif oranındaki sıcaklık farkı ile meydana gelen değişikliği ifade etmektedir A-C: Büyük harfle ifade edilen değerler belli bir sıcaklıktaki lif oranı ile meydana gelen değişikliği ifade etmektedir

Şekil 4.10 Lif oranı x piştirme sıcaklığı interaksiyonunun köftenin esneklik değeri üzerine etkisi



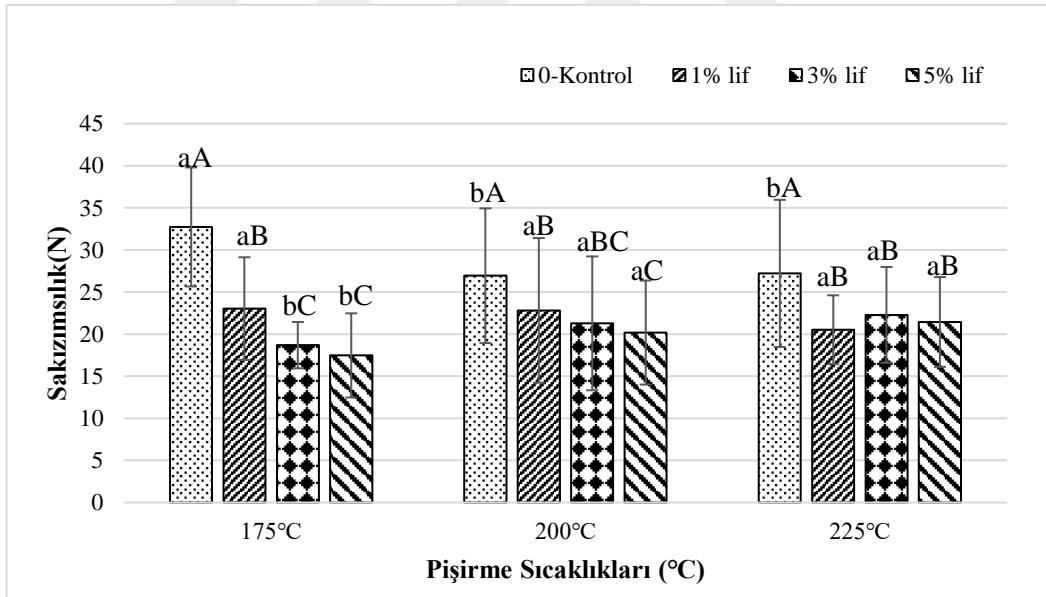
a-b: Küçük harfle ifade edilen değerler belli bir lif oranındaki sıcaklık farkı ile meydana gelen değişikliği ifade etmektedir A-C: Büyük harfle ifade edilen değerler belli bir sıcaklıktaki lif oranı ile meydana gelen değişikliği ifade etmektedir

Şekil 4.11 Lif oranı x piştirme sıcaklığı interaksiyonunun köftenin kohesivlik değeri üzerine etkisi



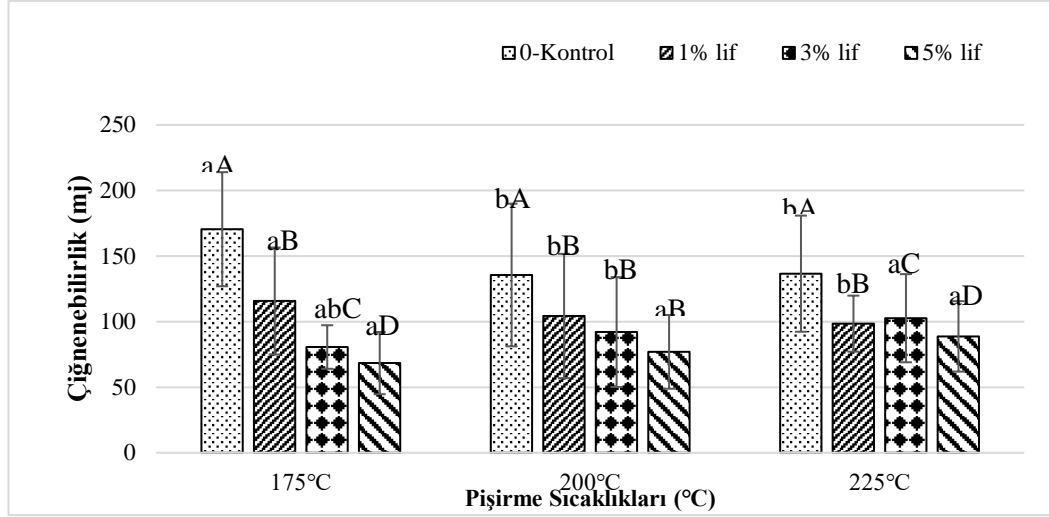
a-b: Küçük harfle ifade edilen değerler belli bir lif oranındaki sıcaklık farkı ile meydana gelen değişikliği ifade etmektedir A-C: Büyük harfle ifade edilen değerler belli bir sıcaklıktaki lif oranı ile meydana gelen değişikliği ifade etmektedir

Şekil 4.12 Lif oranı x piştirme sıcaklığı interaksiyonunun köftenin elastikiyet (mm) değeri üzerine etkisi



a-b: Küçük harfle ifade edilen değerler belli bir lif oranındaki sıcaklık farkı ile meydana gelen değişikliği ifade etmektedir A-C: Büyük harfle ifade edilen değerler belli bir sıcaklıktaki lif oranı ile meydana gelen değişikliği ifade etmektedir

Şekil 4.13 Lif oranı x piştirme sıcaklığı interaksiyonunun köftenin sakızmsılık (N) değeri üzerine etkisi



a-b: Küçük harfle ifade edilen değerler belli bir lif oranındaki sıcaklık farkı ile meydana gelen değişikliği ifade etmektedir A-C: Büyük harfle ifade edilen değerler belli bir sıcaklıktaki lif oranı ile meydana gelen değişikliği ifade etmektedir

Şekil 4.14 Lif oranı x piştirme sıcaklığı interaksyonunun köftenin çığenebilirlik (mJ) değeri üzerine etkisi

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada diyet lifi içeriği bakımından yüksek olan portakal, lif kaynağı olarak kullanılmıştır. Ayrıca portakal lifi, portakal suyu fabrikalarında bir atık olan posadan üretilebilmektedir. Köfte üretiminde sığır kıyması, sığır et yağı (%20), tuz ve galeta unu kullanılmıştır. Köfte formülasyonuna farklı oranlarda portakal lifi %0, %1, %3 ve %5 ilave edilmiştir. Hazırlanan çiğ köfteler -18°C’de pişirme işlemi gerçekleşene kadar muhafaza edilmiştir. Daha sonra köfteler farklı sıcaklıklarda (175°C, 200°C ve 225°C) pişirilerek analizlere tabii tutulmuştur. Araştırma sonucundan elde edilen verilerden aşağıdaki genel sonuç ve önerilere varılmıştır.

1. Köfte formülasyonunda portakal lifi kullanımının köftenin pH değerleri üzerinde etkisi olmuştur. Lif oranı artışıyla beraber pH değerleri düşmüştür. Lif ilavesinin pH değerini düşürmesinin nedeni portakal yan ürününün asitliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bunun dışında pişirme sıcaklıkları köftenin pH değerini etkilememiştir.

2. Köftenin nem değeri %3 portakal lifi kullanımı ile azalmıştır. Bu azalma %5 lif kullanımı ile devam etmiştir. Köfte üretimine ilave edilen lif önce kurutulmuş daha sonra ilave edilmiştir. Bu durumun oransal olarak nem değerinde azalmaya sebep olduğu düşünülmektedir. Köftelerin nem değeri pişirme sıcaklığının artması ile azalma göstermiştir. Bu sonucun ise yüksek sıcaklıklarda pişirilen köftelerin daha çok nem kaybetmesinden ileri geldiği kanaatine varılmıştır.

3. Portakal lifi ilaveli köfte örneklerinin yağ değerleri lif miktarı artışıyla beraber azalmıştır. Köftelerin pişirme kaybı değerleri lif kullanımı ile azalmıştır. Bu nedenle bu örneklerde yağ miktarının oransal olarak düşük çıktığı düşünülmektedir. Diğer taraftan formülasyona ilave edilen lifin yağ oranı köfteden daha düşük olduğu bilinmektedir. Bu durum da köftenin yağ miktarının oransal olarak azalmasına sebep olmaktadır.

4. Lipid oksidasyonunun bir göstergesi olan TBARS değeri, farklı oranlarda portakal lifi kullanımından önemli derece etkilenmiş ve en yüksek değeri %5 lif içeren gruplarda vermiştir. Lif ilavesi pişirme kaybını azalmaktadır. Böylece sızıntı ile yağ

kaybı daha az olmakta ve bu örneklerde lipid oksidasyonu daha çok meydana gelmektedir. Pişirme sıcaklıklarında ise en yüksek 200°C’de, en düşük ise 225°C’de pişirilen örneklerde tespit edilmiştir. 225°C’de pişirme işlemi daha kısa sürede yapılmış ve dolayısı ile bu gruplarda TBARS daha düşük değerler vermiştir.

5. Kuru maddede kül analizi sonucuna göre, portakal lifi miktarı arttıkça kül değerleri azalmıştır. 175°C ve 200°C’de pişirilen örnekler ise kuru maddede kül değerinde istatistiki olarak fark görülmezken, 225°C’de pişirilen köfelerde azaldığı tespit edilmiştir.

6. Farklı oranlarda portakal lifi ve pişirme sıcaklıkları kullanılarak üretilen köftelerin mineral maddelerinde (Na, Mg, Ca, K, Fe, Zn, Al, Mn, Cu ve Se) önemli farklılıklar görülmüştür. Portakal lif oranı arttıkça Na, K, Fe, Zn ve Al içeriklerinde azalmalar belirlenmiştir. Köftede baskın olan Na elementi en yüksek değeri kontrol grubunda verirken bu oran portakal lifi kullanımı arttıkça azalmıştır. Farklı sıcaklıklarda pişirilen köftelerin K, Fe, Zn ve Al elementleri ise istatistiki olarak birbirinden farklı bulunmazken, Na, Mg, Ca, Mn, Cu ve Se elementleri köftenin farklı pişirme sıcaklıklarından etkilenmiştir.

7. Farklı oranlarda portakal lifi ilave edilen köfte örneklerinin pişirme özellikleri (pişirme verimi, çap azalımı ve pişirme kaybı) değerlendirildiğinde, portakal lifi ilave edilen köfte örneklerinin pişirme verimi, lif miktarı artışıyla orantılı olarak artış göstermiştir. Bunun yanı sıra çap azalımı ve pişirme kaybı parametrelerinin ise köfte örneklerinin lif miktarı artışıyla azaldığı tespit edilmiştir. Çap azalımı ise sıcaklık artışı ile azalmıştır. Köfte örneklerinin çap azalması et proteinlerinin denatürasyonu ve pişirme sırasında su ve yağ içeriğinin kaybindan kaynaklanmaktadır.

8. Duyusal analiz sonuçlarına göre, özellikle duyusal parametreler açısından panalistler %5 lif kullanılan grup hariç diğer grupları beğenmiştir. Diğer taraftan genel olarak 200°C ve 225°C’de pişirilen köfte örnekleri panalistlerin beğenisini kazanmıştır.

9. Köfte örneklerinde diyet lifi olarak portakal lifi kullanımının sertlik ve yapışkanlık değerinde farklılıklara sebep olmuştur. 175°C’de pişirilen köftelerin sertlik değerleri diğer gruplardan daha düşük çıkmıştır. Esneklik, kohesivlik, elastikiyet, sakızimsılık ve çiğnenabilirlik değerleri, köftelere portakal lifi ilavesine bağlı olarak genel olarak

azaldığı görülmüştür. Bunun yanı sıra köftenin yapışkanlık, esneklik, sakızimsılık ve çignenebilirlik değerleri, pişirme sıcaklıklarından istatistiki açıdan etkilenmediği tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; portakal suyu fabrikalarının bir atık ürünü olan portakal posasının diyet lifi olarak kullanımının köftenin fizikokimyasal ve tekstürel özelliklerde önemli değişimlere neden olduğu belirlenmiştir. Özellikle köfte üretiminde %1 ve %3 oranında diyet lifi kullanımının uygun olduğu kanatine varılmıştır.



## 6. KAYNAKLAR

- Aleson-Carbonell, L., Fernandez-Lopez, J., Perez-Alvarez, JA. and Kuri, V., 2005. Characteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 6, 247– 255.
- Alqahtan, N. K., Makki, H. M. M., Mohamed, H. A. M., Alnemr, T. M. M., Al-Senaien, W. A., Al-Ali, S. A. M., & Ahmed, A. R. (2022). The Potential of Using Bismarck Date Powder as a Novel Ingredient in Beef Burgers: The Effect on Chemical Composition, Cooking Properties, Microbial Analysis, and Organoleptic Properties. *Sustainability*, 14(21), 14143.
- Anderson, E. T., & Berry, B. W. (2000). Sensory, shear, and cooking properties of lower-fat beef patties made with inner pea fiber. *Journal of Food Science*, 65(5), 805-810.
- Anonim, 2019. Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği, Tebliğ No: 2018/52 <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/01/20190109-4.htm>
- AOAC. 2000. Official Methods of Analyses, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Aşıkkutlu, A. (2021). Siğir Eti Köftelerine Kuru Bamyaya Tozu İlavesinin Bazı Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*. Konya.
- Baioumy, A. A., & Abedelmaksoud, T. G. (2021). Quality properties and storage stability of beef burger as influenced by addition of orange peels (albedo). *Теория и практика переработки мяса*, 6(1), 33-38.
- Besbes, S., Ghorbel, R., Salah, R. B., Masmoudi, M., Jedidi, F., Attia, H., & Blecker, C. (2010). Date fiber concentrate: chemical compositions, functional properties and effect on quality characteristics of beef burgers. *J Food Drug Anal*, 18(1), 8-14.
- Bis-Souza, C. V., Henck, J. M. M., & Barretto, A. C. D. S. (2018). Performance of low-fat beef burger with added soluble and insoluble dietary fibers. *Food Science and Technology*, 38, 522-529.
- Bourne, M. C. 1978. Texture Profile Analysis. *Food Technology*, 32(7), 62-&.
- Broncano, J. M., Petró, M. J., Parra, V., & Timón, M. L. (2009). Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of free cholesterol oxidation products (COPs) in Latissimus dorsi muscle of Iberian pigs. *Meat science*, 83(3), 431-437.

- Bulan, R., & Oz, F. (2022). Impact of tarragon usage on lipid oxidation and heterocyclic aromatic amine formation in meatball. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(2), 942-950.
- Çayır, M. (2022). Endüstriyel gıda atıklarından diyet lifi üretimi ve model gıdalarda kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. İstanbul.
- Chang, H., Wang, Q., Xu, X., Li, C., Huang, M., Zhou, G., & Dai, Y. (2011). Effect of heat-induced changes of connective tissue and collagen on meat texture properties of beef semitendinosus muscle. *International Journal of Food Properties*, 14(2), 381-396.
- Codex. (2009). Report on the 30th session of the codex committee on nutrition and foods for special dietary uses. In Rome: Codex Alimentarius Commission.
- Colmenero, F. J. (1996). Technologies for developing low-fat meat products. *Trends in Food Science & Technology*, 7(2), 41-48.
- Das, A. K., Nanda, P. K., Madane, P., Biswas, S., Das, A., Zhang, W., & Lorenzo, J. M. (2020). A comprehensive review on antioxidant dietary fibre enriched meat-based functional foods. *Trends in Food Science & Technology*, 99, 323-336.
- Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H., & Patil, R. T. (2012). Dietary fibre in foods: a review. *Journal of food science and technology*, 49, 255-266.
- Dong, R., Liao, W., Xie, J., Chen, Y., Peng, G., Xie, J., ... & Yu, Q. (2022). Enrichment of yogurt with carrot soluble dietary fiber prepared by three physical modified treatments: Microstructure, rheology and storage stability. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 75, 102901.
- Dreher, M. L. (2001). Dietary fiber overview. In Handbook of dietary fiber (pp. 1-16). *CRC Press*.
- Dülger, D., & Şahan, Y. (2011). Diyet lifin özellikleri ve sağlık üzerindeki etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2), 147-158.
- Echeverria, L., Rigoto, J. D. M., Martinez, A. C., Porciuncula, B. D. A., Scanavacca, J., & Barros, B. C. B. (2020). Characterization of lamb burgers with addition of flour from peach palm by-product. *Biosci. j.(Online)*, 280-289.
- Elbir, Z., Ekiz, E., Aoudeh, E., Oz, E., Savaş, A., Brennan, C., ... & Oz, F. (2023). Enhancing effect of chia seeds on heterocyclic amine generation in meatball. *International Journal of Food Science & Technology*, 58(5), 2560-2572.
- Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., & Attia, H. (2011). Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food chemistry*, 124(2), 411-421.
- Erbaş, M. (2006). Yeni bir gıda grubu olarak fonksiyonel gıdalar. *Türkiye*, 9, 24-26.

- Erdemir, E., & Karaoğlu, M. (2021). Et ve et ürünlerinin tekstürel özelliklerini enstrümantal olarak tespit etme yöntemleri ve tekstür profil analizi üzerine bir derleme. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(4), 2836-2848.
- Fernández-Lopez, J., Sendra, E., Sayas-Barberá, E., Navarro, C., Pérez-Alvarez, J.A. (2008). Physico-chemical and microbiological profiles of “salchicho’n” (Spanish dry-fermented sausage) enriched with orange fiber. *Meat Science*, (80) 410–417.
- Fernández-Ginés JM., Fernández-López J., Sayas-Barberá E. and PérezÁlvarez JA., 2005. Meat Products as Functional Foods: A Review. *Journal of Food Science*, 70 (2), R37-R43.
- Fernández-Ginés JM., Fernández-López J., Sayas-Barberá E., Sendra, E. and PérezÁlvarez JA., 2003. Effect of storage conditions on quality characteristics of Bologna sausages made with citrus fiber. *Journal of Food Science*, 68(2), 710– 715.
- Fernández-Ginés, J. M., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E., Sendra, E., & Perez-Alvarez, J. A. (2004). Lemon albedo as a new source of dietary fiber: Application to bologna sausages. *Meat science*, 67(1), 7-13.
- Fernández-López, J., Fernández-Ginés, J. M., Aleson-Carbonell, L., Sendra, E., Sayas-Barberá, E., & Pérez-Alvarez, J. A. (2004). Application of functional citrus by-products to meat products. *Trends in Food Science & Technology*, 15(3-4), 176-185.
- García, M. L., Caceres, E., & Selgas, M. D. (2007). Utilisation of fruit fibres in conventional and reduced-fat cooked-meat sausages. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(4), 624-631.
- Garcia, ML., Dominguez, R., Galvez, MD., Casas, C. and Selgas, MD., 2002. Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. *Meat Science*, 60, 227–236.
- Gedikoğlu, A., & Clarke, A. D. (2019). Quality attributes of citrus fiber added ground beef and consumer acceptance of citrus fiber added Turkish meatballs. *Food and health*, 5(4), 205-214.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y. ve Zorba, Ö., (2004). Et Ürünleri İşleme Mühendisliği. (5. Baskı). Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yay. No: 70, Erzurum. 468
- Grigelmo-Miguel, N. and Martin-Belloso, O., 1999. Comparison of Dietary Fibre from By-products of Processing Fruits and Greens and from Cereals. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 32, 503-508.
- Gündüz, A. (2010). Diyet lif ilave edilerek üretilen hamburger köftesinin kalite özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Tekirdağ.

- Güven, N. (2010). Düşük yağlı hamburger üretiminde havuç lifi kullanım olanağı. Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Ankara.
- Harris, P. J., & Ferguson, L. R. (1999). Dietary fibres may protect or enhance carcinogenesis. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 443(1-2), 95-110.
- Henry, C. J. (2010). Functional foods. *European Journal of Clinical Nutrition*, 64(7), 657-659.
- Herrero, A. M., Ordóñez, J. A., de Avila, R., Herranz, B., De la Hoz, L., & Cambero, M. I. (2007). Breaking strength of dry fermented sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) and physico-chemical characteristics. *Meat science*, 77(3), 331-338.
- Hipsley, E. H. (1953). Dietary "fibre" and pregnancy toxaemia. *British medical journal*, 2(4833), 420.
- Huang, J., Liu, C., Yang, Y., Kang, D., Xiao, J., Long, Y., ... & Wu, R. (2022). The effects of probiotics plus dietary fiber on antipsychotic-induced weight gain: a randomized clinical trial. *Translational Psychiatry*, 12(1), 185.
- İnce, D. (2019). Yağı azaltılmış tavuk köftesinde kinoa unu ve κ-karragenan kullanımının kalite özelliklerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Erzurum.
- Islam, R. U., Khan, M. A., & Islam, S. U. (2017). Plant derivatives as promising materials for processing and packaging of meat-based products—focus on antioxidant and antimicrobial effects. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(2), e12862.
- Jiménez-Colmenero, F., Carballo, J., & Cofrades, S. (2001). Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *Meat science*, 59(1), 5-13.
- Jones, J. M. (2014). CODEX-aligned dietary fiber definitions help to bridge the 'fiber gap'. *Nutrition journal*, 13(1), 1-10.
- Karabıyıklı, Ş., & Donat, İ. (2019). Prebiyotik Diyet Liflerinin Kolon Mikrobiyotası ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Journal of New Results in Engineering and Natural Sciences*, (10), 1-15.
- Karadağ, A., Atasoy, H., Özkan, K., & Sağdıç, O. (2019). Farklı partikül boyutlarındaki enginar lifi ilavesinin köfte kalitesi üzerine etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (16), 275-282.
- Katmer, B. (2019). Sığır Eti Köftelerinde Chia Unu Kullanımı Ve Pişirme Süresinin Kalitatif Özellikler Ve Akrilamid Oluşumuna Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Erzurum.
- Kay, R. M. (1982). Dietary fiber. *Journal of lipid research*, 23(2), 221-242.

- Keçeci, S. (2018). Sığır eti köftelerinin bazı fizikokimyasal, tekstürel ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine farklı düzeylerde dondurarak kurutulmuş çeşitli sebze turşusu tozlarının etkilerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Konya.
- Kehlet, U., Pagter, M., Aaslyng, M. D., & Raben, A. (2017). Meatballs with 3% and 6% dietary fibre from rye bran or pea fibre-Effects on sensory quality and subjective appetite sensations. *Meat science*, 125, 66-75.
- Khalid, A., Sohaib, M., Nadeem, M. T., Saeed, F., Imran, A., Imran, M., ... & Arshad, M. S. (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(3), 1271-1281.
- Kilic, S., Öz, E., Öz, F., 2021. Effect of turmeric on the reduction of heterocyclic aromatic amines and quality of chicken meatballs. *Food Control*, 108-189.
- Kolsarıcı, N. T. D., & Salman, G. Ş. Y. (2012). Düşük yağlı hamburger üretiminde limon lifi kullanım olanağı. Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Ankara.
- Korkmaz, A., & Oz, F. (2020). Effect of the use of dry breadcrumb in meatball production on the formation of heterocyclic aromatic amines. *British Food Journal*.
- Lario, Y., Sendra, E., Garcia-Pérez, J., Fuentes, C., Sayas-Barberá, E., Fernández-López, J., & Perez-Alvarez, J. A. (2004). Preparation of high dietary fiber powder from lemon juice by-products. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 5(1), 113-117.
- Lemon, DW., 1975. An Improved TBA Test for Rancidity New Series Circular. *No:51.Halifax-Laboratory*, Halifax, Nova Scotia.
- López-Vargas, J. H., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. Á., & 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(2), 270-276.
- Ma, M. M., & Mu, T. H. (2016). Effects of extraction methods and particle size distribution on the structural, physicochemical, and functional properties of dietary fiber from deoiled cumin. *Food chemistry*, 194, 237-246.
- Mahmoud, M. H., Abou-Arab, A. A., & Abu-Salem, F. M. (2017). Quality characteristics of beef burger as influenced by different levels of orange peel powder. *American Journal of Food Technology*, 12(4), 262-270.
- Mena, B., Fang, Z., Ashman, H., Hutchings, S., Ha, M., Shand, P. J., & Warner, R. D. (2020). Influence of cooking method, fat content and food additives on physicochemical and nutritional properties of beef meatballs fortified with sugarcane fibre. *International Journal of Food Science & Technology*, 55(6), 2381-2390.

- Montero-Calderon, A., Cortes, C., Zulueta, A., Frigola, A., & Esteve, M. J. (2019). Green solvents and Ultrasound-Assisted Extraction of bioactive orange (*Citrus sinensis*) peel compounds. *Scientific reports*, 9(1), 1-8.
- Niu, Y., Fang, H., Huo, T., Sun, X., Gong, Q., & Yu, L. (2020). A novel fat replacer composed by gelatin and soluble dietary fibers from black bean coats with its application in meatballs. *LWT*, 122, 109000.
- O'Shea, N., Arendt, E. K., & Gallagher, E. (2012). Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 16, 1-10.
- Oz, F., Kızıllı, M., Zaman, A., & Turhan, S. (2016). The effects of direct addition of low and medium molecular weight chitosan on the formation of heterocyclic aromatic amines in beef chop. *LWT-Food science and Technology*, 65, 861-867.
- Özabırcı, A. (2019). Tekirdağ köftesi üretiminde bezelye proteini ve lifinin kullanım olanaklarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Tekirdağ.
- Palmieri, B., & Sblendorio, V. (2007). Oxidative stress tests: overview on reliability and use. *European review for medical and pharmacological sciences*, 11(6), 383-399.
- Pathania, S., & Kaur, N. (2022). Utilization of fruits and vegetable by-products for isolation of dietary fibres and its potential application as functional ingredients. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 27, 100295.
- Perry, J. R., ve Ying, W., 2016. A review of physiological effects of soluble and insoluble dietary fibers. *J Nutr Food Sci*, 6(2), 476.
- Pietrasik, Z., Sigvaldson, M., Soladoye, O. P., & Gaudette, N. J. (2020). Utilization of pea starch and fibre fractions for replacement of wheat crumb in beef burgers. *Meat Science*, 161, 107974.
- Pinero, M. P., Parra, K., Huerta-Leidenz, N., De Moreno, L. A., Ferrer, M., Araujo, S., & Barboza, Y. (2008). Effect of oat's soluble fibre ( $\beta$ -glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties. *Meat science*, 80(3), 675-680.
- Pluschke, A. M., Feng, G., Williams, B. A., & Gidley, M. J. (2019). Partial replacement of meat by sugar cane fibre: cooking characteristics, sensory properties of beef burgers and in vitro fermentation of sugar cane fibre. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(5), 1760-1768.
- Polizer-Rocha, Y. J., Lorenzo, J. M., Pompeu, D., Rodrigues, I., Baldin, J. C., Pires, M. A., ... & Trindade, M. A. (2020). Physicochemical and technological properties of beef burger as influenced by the addition of pea fibre. *International Journal of Food Science & Technology*, 55(3), 1018-1024.

- Rico, C. W., Kim, G. R., Jo, C. R., Nam, K. C., Kang, H. J., Ahn, D. U., & Kwon, J. H. (2009). Microbiological and physicochemical quality of irradiated ground beef as affected by added garlic or onion. *Food Science of Animal Resources*, 29(6), 680-684.
- Rodriguez-Estrada, M. T., Penazzi, G., Caboni, M. F., Bertacco, G., & Lercker, G. (1997). Effect of different cooking methods on some lipid and protein components of hamburgers. *Meat science*, 45(3), 365-375.
- Ruusunen, M., & Puolanne, E. (2005). Reducing sodium intake from meat products. *Meat science*, 70(3), 531-541.
- Salman, G.Ş. (2012). Düşük yağlı hamburger üretiminde limon lifi kullanım olanağı. Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Ankara.
- Sánchez-Zapata, E., Muñoz, C. M., Fuentes, E., Fernández-López, J., Sendra, E., Sayas, E., ... & Pérez-Alvarez, J. A. (2010). Effect of tiger nut fibre on quality characteristics of pork burger. *Meat science*, 85(1), 70-76.
- Saricaoglu, F. T., Tural, S., Gul, O., & Turhan, S. (2018). High pressure homogenization of mechanically deboned chicken meat protein suspensions to improve mechanical and barrier properties of edible films. *Food Hydrocolloids*, 84, 135-145.
- Savaş, İ. (2021). Şeftali posasından elde edilen diyet lifinin prebiyotik etkisi ve probiyotiklerle etkileşimi. Yüksek Lisans Tezi, *Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*. Tokat.
- Sáyago-Ayerdi, S. G., Brenes, A., & Goñi, I. (2009). Effect of grape antioxidant dietary fiber on the lipid oxidation of raw and cooked chicken hamburgers. *LWT-Food Science and Technology*, 42(5), 971-976.
- Serdaroğlu, M., & Turp, G. Y. (2004). Diyet lifi ve et ürünlerinde diyet lifi kullanılması. *Akademik Gıda*, 2(4), 18-21.
- Silva, L. B. F., Miranda, C. N., dos Santos, M., Pereira, P. A. P., da Cunha, L. R., Vieira, S. M., & Gandra, K. M. B. (2020). Orange albedo flour as a fat replacer in beef burgers: Adding value to citrus industry by-products. *Research, Society and Development*, 9(10), e1599108298-e1599108298.
- Şimşek, A. (2020). The Effect of Different Cooking Techniques and Internal Cooking Temperature Applications on The Oxidative Stability of Hamburger Patties. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(4), 807-817.
- Şireli, H. D. (2018). Karkaslarda et kalitesinin belirlenmesinde kullanılan geleneksel yöntemler ve yeni teknikler. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(3), 126-132.
- Stephen, A. M., Champ, M. M. J., Cloran, S. J., Fleith, M., Van Lieshout, L., Mejbourn, H., & Burley, V. J. (2017). Dietary fibre in Europe: current state of knowledge

- on definitions, sources, recommendations, intakes and relationships to health. *Nutrition research reviews*, 30(2), 149-190.
- Su, D., Zhu, X., Wang, Y., Li, D., & Wang, L. (2020). Effect of high-pressure homogenization on rheological properties of citrus fiber. *LWT*, 127, 109366.
- Talukder, S. (2015). Effect of dietary fiber on properties and acceptance of meat products: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 55(7), 1005-1011.
- Thebaudin, JY., Lefebvre, AC., Harrington, M. and Bourgeois, CM., 1997. *Trends in Food Science & Technology*, 81, 41,48.
- Tuffi, L. C., Longhi, D. A., Hernandez, J. C., Gregório, P. C., & Garcia, C. E. R. (2021). Grape residue flour as an antioxidant and fiber source in beef meatballs. *British Food Journal*, 123(8), 2831-2843.
- Turp, G. Y., Kalyoncu, S., & Şengün, İ. Y. (2018). Köfte üretiminde kullanılan bitkisel katkıların üründe oksidasyon gelişimi, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikler ile Heterosiklik Amin (HCA) oluşumu üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(4), 507-517.
- Uzun, I., & Oz, F. (2021). Effect of basil use in meatball production on heterocyclic aromatic amine formation. *Journal of Food Science and Technology*, 58, 3001-3009.
- Wong, K. H., Katsumata, S. I., Masuyama, R., Uehara, M., Suzuki, K., & Cheung, P. C. (2006). Dietary fibers from mushroom sclerotia. 4. In vivo mineral absorption using ovariectomized rat model. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(5), 1921-1927.
- Younis, K., Yousuf, O., Qadri, O. S., Jahan, K., Osama, K., & Islam, R. U. (2022). Incorporation of soluble dietary fiber in comminuted meat products: Special emphasis on changes in textural properties. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 27, 100288.
- Zhao, D., Guo, C., Liu, X., & Xiao, C. (2021). Effects of insoluble dietary fiber from kiwi fruit pomace on the physicochemical properties and sensory characteristics of low-fat pork meatballs. *Journal of Food Science and Technology*, 58(4), 1524-1537.