**ANKARA ÜNİVERSİTESİ**
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

# DÜŞÜK YAĞLI HAMBURGER ÜRETİMİNDE LİMON LİFİ KULLANIM OLANAĞI

**Görsen Şura SALMAN**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ANKARA**
**2012**

**Her hakkı saklıdır**

# ÖZET


Yüksek Lisans Tezi

DÜŞÜK YAĞLI HAMBURGER ÜRETİMİNDE LİMON LİFİ KULLANIM OLANAĞI

Görsen Şura SALMAN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nuray KOLSARICI

Bu çalışmada %10, %15 ,%20 yağ içeren standart hamburger köftesi formülasyonlarına %0, %2, %4 ve %6 oranlarında limon lifi ilave edilmiştir. Farklı oranlarda eklenen limon lifi ve yağın hamburger köftelerinin kimyasal içerik, pişme özellikleri, pH ve renk değerleri (L, a, b) tekstürel ve duyusal özellikleri üzerine etkileri belirlenmiştir. Hamburger köftelerinin kimyasal bileşimi nem, yağ, protein, kül, tuz, kollajen ve kolesterol analizleri yapılarak saptanmıştır. Çözünür ve çözünmeyen diyet lif analizi ile örneklerin lif miktarları saptanmıştır. Pişme özellikleri yağ ve nem retansiyonu, pişme verimi, çap ve kalınlık değişimleri ile değerlendirilmiştir. Örneklerin tekstürel özellikleri tekstürprofil analizi yapılarak belirlenmiştir.

Limon lifi ilavesi hamburger köftelerinin bazı kalite parametreleri üzerinde etkili olmuştur. Her yağ seviyesiyesinde (%10, %15, %20) limon lifi kullanımı örneklerin protein, yağ, kül ve tuz değerlerini düşürüken, nem değerlerini arttırmıştır($p<0,05$). pH değerleri limon lifi kullanımı ile azalmıştır($p<0,05$). Pişme verim değerleri yağ ve lif oranından etkilenmezken, yağ retansiyon değerleri limon lifi ilavesi ile artmıştır($p<0,05$). Limon lifi kullanım oranının artmasıyla köftelerin kollajen içeriklerinde azalma meydana gelmiş ($p<0,05$), %10 yağlı gruplar en yüksek kollajen içeriğine sahip bulunmuşlardır. Yağ oranındaki değişimden etkilenmeyen kolesterol içeriği, limon lifi miktarı arttıkça azalmıştır ($p<0,05$). Limon lifi ilavesiyle köfteler daha açık ve daha sarı renge sahip bulunmuşlardır. Limon lifi ilavesi tekstür değerlerini önemli ölçüde etkilemiş, lif oranının artması sertlik 1, sertlik 2, dış yapışkanlık, iç yapışkanlık, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerini azaltırken; elastikiyet değerini değiştirmemiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre en yüksek puanı %10 yağlı lif ilavesi olmayan örnek alırken, limon lifi ilaveli örnekler arasında %10 yağlı köfte hamuruna %2 limon lifi ilave edilen köfte almıştır. Bu değerlendirmeler ışığında düşük yağlı hamburger köftesi üretiminde %4 oranına kadar limon lifi kullanımının en uygun olduğu saptanmıştır.



**Şubat 2012, 92 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Düşük yağlı hamburger köftesi, diyet lifi, limon lifi

## ABSTRACT

Master Thesis

POSSIBILITY OF LEMON DIETARY FIBRE UTILIZATION IN LOW-FAT BEEF BURGER PRODUCTION

Görsen Şura SALMAN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervısor: Prof. Dr. Nuray KOLSARICI

In thıs study, different levels of lemon dietary fibre (0%, 2%, 4%, 6%) was added to 10%, 15%, 20% fat standart beef-burger formulations. The effects of lemon dietary fibre and fat, in different levels, on chemical composition, cooking characteristics, pH values, colour parameters (L*, a*, b*), textural and sensory characteristics of beef burgers were determined. The chemical composition of beef burgers were determined with moisture, fat, protein, ash, salt, collagen and cholesterol anaysis. Amounts of fiber, soluble and insoluble dietary fiber has been identified by the analysis of samples. Cooking measurements were evaluated by measuring fat retention, moisture retention, cooking yield, diameter and thickness changes. The textural properties of samples were tested with texture profile analysis.

Lemon dietary fibre addition affected some quality parameters of beef burgers. At each level (10%, 15%, 20%), incorporation of lemon fibre resulted decrease in the protein, fat, ashand salt contents; however it increases in the moisture contents. The pH values decreased by the incorporation of lemon fibre.Cooking yield's values were not affected by fat and fibre ratio, but fat retention values were increased. The collagen contents of beef-burgers were reduced with increased lemon fibre portion and 10% fat groups had the highest content of collagen. With the incorporotion of lemon fibre, the cholestreol content of beef-burgers was reduced. Beef burgers formulated with lemon fibre had lower L* and b* values than control samples. Texture values were significantly affected by the addition of lemon fibre. Although increasing lemon fibre level showed decreased in the hardness 1, hardness 2, adhesiveness, gumminess, cohesiveness and chwiness values but springiness wasn't affected. There were differences incorporated samples had the highest scores and 2% lemon fibre addition to the 10% fat standard beef- burger sample was the most desirable one. The results show that, low-fat beef-burgers up to 4% added lemon fibre is acceptable.



**February 2012, 92 pages**

**Key Words:** Low-fatbeefburger, Lemonfibre, Dietaryfibre

**TEŞEKKÜR**

Tezimi ve hayatımı yönlendiren, bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyen değerli danışmanım Sn. Prof. Dr. Nuray KOLSARICI'ya (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı) çalışmalarımda bana yol gösteren ve yardım eden Arş. Grv. Eda DEMİROK'a (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı) saygıdeğer hocam Arş. Gör. İlker Turan AKOĞLU'na (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı ) tüm Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Annem Sevgi SALMAN'a her zaman beni destekleyip, bana güvendiği için,teziminlaboratuar aşamasında yardımları ve desteği için Gıda Mühendisi Fırat ÖZTÜRK'e çok teşekkür ederim. Lisans ve yüksek lisans dönemi boyunca sürekli yanımda olup bana destek veren Gıda Mühendisi arkadaşlarım Zehra TEKKÜPELİ ve Berrak ÖZIŞIK'a çok teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, 09B4343006 numaralı ve "Düşük yağlı hamburger üretiminde limon ve havuç lifi kullanım olanağı" konulu BAP projesi tarafından desteklenmiştir.

Görsen Şura SALMAN
Ankara, Şubat 2012

## İÇİNDEKİLER

**ÖZET** ..... **i**
**ABSTRACT** ..... **ii**
**TEŞEKKÜR** ..... **iii**
**KISALTMALAR DİZİNİ** ..... **vi**
**ŞEKİLLER DİZİNİ** ..... **vii**
**ÇİZELGELER DİZİNİ** ..... **viii**
**1. GİRİŞ** ..... **1**
**2. KAYNAK ÖZETLERİ** ..... **3**
**2.1 Diyet Lifi ve Özellikleri** ..... **5**
**2.2 Et Teknolojisinde Diyet Lif Uygulamaları** ..... **11**
**3. MATERYAL YÖNTEM** ..... **20**
**3.1 Materyal** ..... **20**
**3.2 Yöntem** ..... **20**
**3.3 Analiz Yöntemleri** ..... **22**
**3.3.1 Nem miktarının belirlenmesi** ..... **22**
**3.3.2 Yağ miktarının belirlenmesi** ..... **22**
**3.3.3 Protein miktarının belirlenmesi** ..... **22**
**3.3.4 Kül miktarının belirlenmesi** ..... **22**
**3.3.5 Tuz miktarının belirlenmesi** ..... **23**
**3.3.6 Kollajen miktarının belirlenmesi** ..... **23**
**3.3.7 Kolesterol miktarının belirlenmesi** ..... **24**
**3.3.8 Diyet lif miktarının belirlenmesi** ..... **25**
**3.3.8.1 Çözünmeyen diyet lif miktarının belirlenmesi** ..... **25**
**3.3.8.2 Çözünen diyet lif miktarının belirlenmesi** ..... **25**
**3.3.9 pH değerinin belirlenmesi** ..... **26**
**3.3.10 Pişirme ölçümleri** ..... **26**
**3.3.10.1 Pişirme veriminin belirlenmesi** ..... **26**
**3.3.10.2 Yağ tutulumunun belirlenmesi** ..... **27**
**3.3.10.3 Nem tutulumununbelirlenmesi** ..... **27**
**3.3.10.4 Çap azalışının belirlenmesi** ..... **27**
**3.3.10.5 Kalınlık artışının belirlenmesi** ..... **27**
**3.3.11 Enstrümental renk analizi** ..... **28**
**3.3.12 Tekstür profil analizi** ..... **28**
**3.3.13 Duyusal analiz** ..... **29**
**3.3.14 İstatiksel analiz** ..... **29**
**4. BULGULAR ve TARTIŞMA** ..... **30**
**4.1 Kıymanın Kimyasal Bileşimi** ..... **30**
**4.2 Limon Lifinin Kimyasal Bileşimi** ..... **30**
**4.3 Hamburger Köftesi Örneklerinin Kimyasal Bileşimi** ..... **30**
**4.3.1 Hamburger köftelerinin nem içerikleri** ..... **30**
**4.3.2 Hamburger köftelerinin yağ içerikleri** ..... **33**
**4.3.3 Hamburger köftelerinin protein içerikleri** ..... **36**
**4.3.4 Hamburger köftelerinin kül içerikleri** ..... **38**
**4.3.5 Hamburger köftelerinin tuz içerikleri** ..... **40**
**4.3.6 Hamburger köftelerinin kollajen içerikleri** ..... **42**
**4.3.7 Hamburger köftelerinin kolesterol içerikleri** ..... **44**

**4.3.8 Hamburger köftelerinin diyet lif içerikleri ..... 46**
**4.3.8.1 Hamburger köftelerinin çözünmeyen diyet lif içerikleri ..... 48**
**4.3.8.2 Hamburger köftelerinin çözünür diyet lif içerikleri ..... 50**
**4.4 Hamburger Köftelerinin pH Değerleri ..... 52**
**4.5 Hamburger Köftelerinin Pişirme Ölçümlerinin Değerlendirilmesi ..... 54**
**4.5.1 Hamburger köftelerinin pişirme verimi değerleri ..... 54**
**4.5.2 Hamburger köftelerinin nem tutulumu değerleri ..... 56**
**4.5.3 Hamburger köftelerinin yağ tutulumu değerleri ..... 58**
**4.5.4 Hamburger köftelerinin çap azalışı değerleri ..... 60**
**4.5.5 Hamburger köftelerinin kalınlık artışı değerleri ..... 62**
**4.6 Hamburger Köftelerinin Renk Değerleri ..... 64**
**4.7 Hamburger Köftelerinin Tekstür Değerleri ..... 69**
**4.8 Hamburger Köftelerinin Duyusal Değerlendirmesi ..... 77**
**5. SONUÇ VE ÖNERİLER ..... 83**
**KAYNAKLAR ..... 85**
**EK 1 Hamburger Köftesi Duyusal Değerlendirme Formu ..... 91**
**ÖZGEÇMİŞ ..... 92**

## KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|---|---|
| K-10 | %10 yağlı standart hamburger köftesi hamuruna limon lifi ilavesi yapılmamış örnek |
| 2-10 | %10 yağlı standart hamburger köftesi hamuruna %2 limon lifi ilave edilmiş örnek |
| 4-10 | %10 yağlı standart hamburger köftesi hamuruna %4 limon lifi ilave edilmiş örnek |
| 6-10 | %10 yağlı standart hamburger köftesi hamuruna %6 limon lifi ilave edilmiş örnek |
| K-15 | %15 yağlı standart hamburger köftesi hamuruna limon lifi ilavesi yapılmamış örnek |
| 2-15 | %15 yağlı standart hamburger köftesi hamuruna %2 limon lifi ilave edilmiş örnek |
| 4-15 | %15 yağlı standart hamburger köftesi hamuruna %4 limon lifi ilave edilmiş örnek |
| 6-15 | %15 yağlı standart hamburger köftesi hamuruna %6 limon lifi ilave edilmiş örnek |
| K-20 | %20 yağlı standart hamburger köftesi hamuruna limon lifi ilavesi yapılmamış örnek |
| 2-20 | %20 yağlı standart hamburger köftesi hamuruna %2 limon lifi ilave edilmiş örnek |
| 4-20 | %20 yağlı standart hamburger köftesi hamuruna %4 limon lifi ilave edilmiş örnek |
| 6-20 | %20 yağlı standart hamburger köftesi hamuruna %6 limon lifi ilave edilmiş örnek |

# ŞEKİLLER DİZİNİ


Şekil 2.1 Turunçgil lifin elde edilmesi……..……...……. 11
Şekil 3.1 Hamburger köftesi formülasyonunda kullanılan yağ ve limon lifi kullanım oranları…….…. 21
Şekil 4.1 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinde nem içerikleri değişimi…….. 32
Şekil 4.2 Farklı miktarlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinde yağ içerikleri değişimi……..……. 35
Şekil 4.3 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinde nem-yağ ilişkisi…….. 35
Şekil 4.4 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinde m protein içerikleri değişimi……...…..… 37
Şekil 4.5 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinde kül içerikleri değişimi……...……...…. 39
Şekil 4.6 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinde tuz içerikleri değişimi……..……..... 41
Şekil 4.7 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinde kollajen içerikleri değişimi…….…….. 43
Şekil 4.8 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinde kolesterol içerikleri değişimi……..… 45
Şekil 4.9 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinde diyet lif içerikleri değişimi……..…….……. 48
Şekil 4.10 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinde çözünmeyen diyet lif içerikleri değişimi……...…… 50
Şekil 4.11 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinde çözünen diyet lif içerikleri……...…… 52
Şekil 4.12 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinde pH değişimi……..…….……..……. 54
Şekil 4.13 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin nem retansiyon değişimi..……...…..…… 58
Şekil 4.14 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin yağ retansiyon değişimi……..…..… 60
Şekil 4.15 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin çap azalışı değişimi……...… 62
Şekil 4.16 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin kalınlık artışı değişimi…….…… 64
Şekil 4.17 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin L* değerleri değişimi……..…...… 67
Şekil 4.18 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin b* değerleri değişimi……..… 69
Şekil 4.19 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin sertlik 1 değerleri değişimi……...… 71
Şekil 4.20 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin sertlik 2 değerleri değişimi……...…… 72
Şekil 4.21 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin sakızımsılık değerleri değişimi……...…..… 75
Şekil 4.22 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin çiğnenebilirlik değerleri değişimi……..…… 77
Şekil 4.23 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin duyusal değerlendirme puanları……..……..… 82

# ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin nem içerikleri…… 31
Çizelge 4.2 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin yağ içerikleri…… 34
Çizelge 4.3 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin protein içerikleri…… 36
Çizelge 4.4 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin kül içerikleri…… 38
Çizelge 4.5 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin tuz içerikleri…… 40
Çizelge 4.6 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin kollajen içerikleri…… 42
Çizelge 4.7 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin kolesterol içerikleri…… 44
Çizelge 4.8 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin diyet lif içerikleri…… 47
Çizelge 4.9 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin çözünmeyen diyet lif içerikleri…… 49
Çizelge 4.10 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin çözünür diyet lif içerikleri…… 51
Çizelge 4.11 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin pH değerleri…… 53
Çizelge 4.12 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin pişme verimi değerleri…… 55
Çizelge 4.13 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin nem retansiyonu değerleri…… 57
Çizelge 4.14 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin yağ retansiyonu değerleri…… 59
Çizelge 4.15 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin çap azalışı değerleri…… 61
Çizelge 4.16 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin kalınlık artışı değerleri…… 63
Çizelge 4.17 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin enstrümental renk değerleri…… 65
Çizelge 4.18 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin sertlik 1 ve sertlik 2 değerleri…… 70
Çizelge 4.19 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin elastikiyet değerleri…… 73
Çizelge 4.20 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin iç ve dış yapışkanlık değerleri…… 74
Çizelge 4.21 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin sakızımsılık değerleri…… 75
Çizelge 4.22 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin çiğnenebilirlik değerleri…… 76
Çizelge 4.23 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin görünüş, renk, koku, lezzet, yapı ve genel beğeni puan…… 78

# 1. GİRİŞ

Yüksek kalorili diyet ile obezite, hipertansiyon, kalp-damar hastalıkları ve kanser gibi sağlık problemlerinin ortaya çıkabileceği günümüzde bilinen bir gerçektir. Bilinçli tüketiciler, yağı azaltılmış, kolesterolü düşürülmüş, kalori değeri az gıda tüketimine doğru yönelişe geçmişlerdir. Pazar araştırmaları, son yıllarda sağlıklı gıda talebinin arttığını göstermektedir. Bu nedenle endüstri, tüketicinin kabul edebileceği düşük kalorili gıdaların üretimi amacıyla yeni teknolojiler geliştirme çabası içindedir (Candoğan ve Kolsarıcı 1995, Jimenez - Colmenero 1996, Chizzolini vd. 1999, Fernandez vd. 2005).

Düşük kalorili gıda üretiminde esas, gıda kalori değerini artıran bir bileşiğin kalorisi olmayan bir katkı maddesiyle ya da düşük enerjili besin maddeleri ile yer değiştirmesi sonucu kalori değerinin düşürülmesidir (Jimenez - Colmenero 1996, Chizzolini vd. 1999). Et ve ürünlerinin kalori değerinin yüksekliği formülasyonda bulunan yağdan kaynaklanır.

Yüksek besleme değerine sahip et ürünlerinde gerek kalori değerinin yüksek olmasından, gerekse sağlık açısından birtakım zararlı etkilerinin bulunmasından dolayı, ürün formülasyonundaki yağın azaltılması ya da yağ ilavesi yapılmadan ürün üretimi için günümüzde çalışmalar hızlanmıştır (Anderson ve Berry 2000, Garcia vd. 2002, Candoğan ve Kolsarıcı 2003, Kumar and Sharma 2004, Serdaroğlu 2006a). Bu çalışmalardan en önemlisi gıdaların, bazı sağlıksız bileşiklerin konsantrasyonunun azaltılması ve sağlıklı bileşenlerin varlığının desteklenmesi şeklinde dizayn edilmesidir (Cofrades vd. 2007). Böylece, gıda kalori değerini arttıran bir bileşiğin kalorisi olmayan bir katkı maddesiyle ya da düşük enerjili gıda maddeleri ile yer değiştirmesi sonucu kalori değerinin düşürülmesi sağlanabilmektedir. Burada amaç duyusal özellikler, stabilite, fonksiyonellik ve güvenlik yönünden kabul edilebilir düzeyde gıdalar üretilebilmektir (Jimenez-Colmenero 1996, Chizzolini vd. 1999, Jimenez-Colmenero vd. 2001, Cofrades vd. 2007).

Et ürünlerindeki yağ miktarının, yağsız et miktarı arttırılarak düşürülmesi ürün maliyetinde artışa neden olmaktadır. Yağın su ile ikame edilmesi ise ucuz ve güvenli olmasına rağmen tek başına su kullanılması ürünlerde renk değişiklikleri ve yüksek pişirme kayıplarına sebep olmaktadır. Bu dezavantajları gidermek için su ile diğer su tutucu bileşenler birlikte kullanılmaktadır (Jımenez-Colmenero vd. 1996, Hughes vd. 1997).

Et ürünleri formulasyonlarında yağ yerine kullanılması önerilen maddelerden birisi de diyet lifidir. Kardiyovaskuler rahatsızlıklar, kabızlık, kolon kanseri ve diyabete karşı koruyucu ajan olarak davranması nedeniyle fonksiyonel bir gıda bileşeni olan diyet lifleri (Burdurlu ve Karadeniz 2003, Eim vd. 2007) düşük yağ içerikli et ürünlerinde su tutma kapasitesini artırma, tekstürü modifiye etme, depolama stabilitesini düzeltme, pişirme kayıplarını azaltma gibi özelliklerinin yanında nötr bir tada sahip olmaları nedeniyle de dikkatleri üzerine çekmiştir. Belirtilen özellikleri nedeniyle şeker pancarı, bezelye, buğday, yulaf, turunçgil, soya, elma, şeftali ve havuç liflerinin et ürünlerinde kullanılabileceği değişik çalışmalarda da bildirilmiştir (Mansour and Khalil 1997, Grigelmo-Miguel vd. 1999, Anderson ve Berry 2000, Garcia vd. 2002, Fernandez-Lopez vd. 2004, Serdaroğlu ve Değirmencioğlu 2004, Yılmaz 2004, Carbonell-Aleson vd. 2005, Eim vd. 2007, Viuda-Martos vd. 2009).

Turunçgil lifleri et ürünlerinde belirtilen amaçlarla kullanılan diyet liflerindendir. Dünyada en yaygın bulunan meyve ağacı olan turunçgiller familyasından olan limonun sağlığı düzenleyici etkisi birçok araştırmada gösterilmiştir. Limon fenolik bileşikler yönünden zengin olduğu kadar vitamin, mineral, diyet lif, esansiyel yağlar ve karotenoidler yönünden de zengindir (Gonzalez-Molina vd. 2010).

Bu çalışmada, tüketimi yaygın olan hamburger köftesinin sağlık riskini azaltmak ve doğru beslenme için önemli olan diyet lif tüketimini artırmak amacıyla düşük yağlı hamburger üretiminde limon lifinin kullanılabilme olanağı araştırılmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Sağlık ve beslenme arasındaki ilişkinin anlaşılmasıyla, bilinçli tüketiciler sadece besinsel ihtiyaçlarını karşılamak için değil aynı zamanda sağlıklı beslenmek için de yağı azaltılmış, kolesterol değeri düşük gıdalarla ilgilenmeye başlamışlardır (Jımenez-Colmenero, 1996).

Sağlıklı ürünler konusunda bilinçlenen tüketici, tuz, kolesterol, yağ miktarı düşük ürünleri tercih etmektedir. Bu yüzden tüm gıda sektörlerinde olduğu gibi et endüstrisinde de sağlıklı ürünler üretmek için çeşitli formülasyonlar yapılmaktadır. Gelişen düşük yağlı et ürünleri üretim çalışmalarının içinde fonksiyonel bileşenleri kapsayan çeşitli yağ azaltma stratejileri vardır (Fernandez-Ginez vd. 2005, Cofrades vd. 2007). Bu stratejilerden en önemlisi gıdaların, bazı sağlıksız bileşiklerin konsantrasyonunun azaltılması ve sağlıklı bileşenlerin varlığının desteklenmesi şeklinde dizayn edilmesidir (Cofrades vd. 2007).

Kırmızı et son yıllarda, diyet örneklerinin geliştirilmesi konusunda ilgi odağıdır. Yüksek besleme değerine sahip et ürünlerinin, yüksek kalorili ve sağlık açısından bir takım olumsuz etkileri olmasından dolayı, yeniden formüle edilmeleri konusunda çalışmalar hızlanmıştır. İşlem görmüş et ürünlerinin bileşimindeki değişiklikler, dondurulmuş yağsız et ya da su ile ikame gibi geleneksel yöntemlerle, gıdalarda normal olarak bulunan yağ, tuz vb. bileşenleri uygun miktarlarına düşürerek ve/veya diyet lifi, bazı tür bitkisel proteinler, antioksidanlar, tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri gibi sağlığı arttıran (olumlu etkileri olan) fonksiyonel bileşenler ilave edilerek yapılmaktadır (Akoh 1998, Troy vd. 1999, Anderson ve Berry 2000, Jimenez-Colmenero vd. 2001, Garcia vd. 2002, Candoğan ve Kolsarıcı 2003, Kumar ve Sharma 2004, Serdaroğlu 2006a).

Et ürünlerindeki yağ miktarının, yağsız et miktarı arttırılarak düşürülmesi ürün maliyetinde artışa neden olmaktadır. Yağın su ile ikame edilmesi ise ucuz ve güvenli olmasına rağmen tek başına su kullanılması ürünlerde renk değişiklikleri ve yüksek pişirme kayıplarına sebep olmaktadır. Bu dezavantajları gidermek için su ile diğer su tutucu bileşenler birlikte kullanılmaktadır (Jımenez-Colmenero vd. 1996, Hughes vd.

1997).Bu noktada üzerinde durulması gereken ölçüt, son ürünün duyusal açıdan beğenilir kabul edilebilir olmasıdır. Çünkü etin yapısında bulunan yağ, tüketici için oldukça önemli olan duyusal özelliklere büyük katkıda bulunur. Et ürünlerinde yağ seviyesini azaltmak zordur. Az yağlı işlenmiş et ürünlerinin kabul edilebilirliğindeki en büyük sorun, yağ azaltma ile birlikte ürün lezzetindeki düşüştür. Diğer uygulamalar olmaksızın, sadece alışılmış yağ düzeyini belirli bir seviyeye indirmek üründeki sululuk ve lezzetliliğin azalmasına neden olurken ürünün sertliğinde artış meydana getirir. Bu nedenle düşük yağlı et ürünleri üretiminde yağın ürüne kazandırdığı özellikleri sağlayacak koşulların oluşturulması zorunludur. Bu nedenle üreticiler, tüketicilerin "daha az yağlı fakat aynı lezzet" talepleri doğrultusunda araştırmalarına devam etmektedir (Desmond vd. 1998, Mendoza 2001, Candoğan ve Kolsarıcı 2003, Serdaroğlu 2006b).

Et ürünlerinde yağ içeriğini azaltmak için tekstürü büyük ölçüde etkilemeyen pek çok yaklaşım ileri sürülmüştür. Bu amaçla, yağla tamamen ya da belirli oranda yer değiştirebilecek, yüksek su bağlama özelliğine sahip tekstür özelliklerini düzenleyici etkisi olan katkı maddelerinin kullanımı önerilmektedir. Yağla yer değiştirecek bu maddelerin, ürün özelliklerini olumsuz yönde etkilemeden yağın ürüne kazandırdığı karakteristikleri sağlaması zorunludur (Jımenez-Colmenero 1996, Chizzolini 1999, Mendoza 2001).

Yağ yerine kullanılan maddeler; yağ, protein ya da karbonhidratlara benzerler. Bu bileşenler özellikle, yağların ürüne kazandırdığı duyusal ve fonksiyonel özellikleri sağlamak için kullanılırlar. Çeşitli et ürünlerinde proteinler (soya, darı, peynir altı suyu proteini, yumurta beyazı, buğday, pamuk), karbonhidratlar (nişasta, pektin, selüloz, gamlar), sukroz yağ asidi poliesteri, sukroz yağ asidi esteri gibi yağ kökenli yağ ikameleri ile çalışılmıştır (Akoh 1998, Mendoza 2001). Diyet lifleri et ürünlerinde sıklıkla kullanılan fonksiyonel bileşendir.

Fonksiyonel gıdalar, temel besin değerlerine ilaveten hastalıklardan korunmada ya da hastalık tedavisinde doğrudan yardımcı olan yaşam kalitesini yükseltmek için gerekli bileşenleri içeren gıdalardır (Jımenez-Colmenero 2001).

Bir gıdanın fonksiyonel olarak kabul edilmesi için bireyin beslenmesine katkıda bulunmalı, sağlığın korunması ve daha iyi duruma getirilmesine yardımcı olmalı, besleyici sağlığı olumlu yönde etkileyici özelliklerinin gıda bilimi ve tıp açısından sağlam temelleri olmalı, tıbbi ve beslenme bilgilerimize dayalı olarak günlük uygun alım miktarları belirlenmiş olmalıdır. Bununla birlikte söz konusu gıdanın tüketiminin güvenilir olduğu ortaya koyulmuş olmalı ve söz konusu gıda bileşenlerinin fizikokimyasal özellikleri, niceliksel ve niteliksel özellikleri belirlenmiş olmalıdır. Söz konusu gıda işlenerek fonksiyonel özellik kazanmışsa besleyici özelliğinde kayıp olmamalı, seyrek olarak tüketilen değil, günlük beslenmede sıkça kullanılan bir gıda olmalıdır Bu gıda doğal olarak tüketildiği şekilde olmalı, gıda veya bileşeni ilaç olarak kullanılan bir madde olmamalıdır (Coşkun 2005).

## 2.1 Diyet Lifi ve Özellikleri

Diyet lifi, bitkilerin yenebilen kısımlarında ki karbonhidratlardır (Serdaroğlu ve Turp 2004). İnce bağırsakta sindirilemeyen (Thebaudin vd. 1997, Vasanthan vd. 2002), kalın bağırsakta tamamen veya kısmen fermente olan gıda bileşenidir. Diyet lifi, nişasta olmayan polisakkarit türevleri olarak tanımlanmaktadır (Harris vd. 1999). Bitki hücre duvarında bulunan lignin; kutin, mum, suberin gibi lignin türevleri (Vasanthan vd. 2002); selüloz, hemi-selüloz, pektin gibi yapı polisakkaritleri, inülin ve oligofruktoz gibi oligosakkaritler (Thebaudin vd. 1997, Grigelmo-Miguel vd. 1999, Vasanthan vd. 2002), diyet lifi olarak tanımlanmaktadır. Yani; diyet lifleri, selüloz, hemiselüloz ve pektin gibi nişasta olmayan polisakkaritlerden oluşmaktadır. Hidrokolloid olarak adlandırılan gam maddeleri de diyet lif grubuna girmektedir.

Diyet lifleri, birçok alt gruba ayrılmış olmasına rağmen son yıllarda FAO ve WHO tarafından sudaki çözünürlüklerine göre çözünür ve çözünmez diyet lifi olarak 2 ana grupta değerlendirilmektedir (Ramulu ve Rao 2003). Pektinler, gamlar ve mukilajlar gibi çözünen lifler suyla karıştırıldıklarında suspanse olurlar, selüloz, ligninler ve bazı hemiselülozlar gibi çözünemeyen diyet lifi bileşenleri ise, suspanse olmazlar (Serdaroğlu ve Turp 2004). Çözünür lifler, su ile karıştırıldığında suyu bağlayarak jel oluştururken (Tamer 2004), çözünemeyen lifler ağırlıklarının 20 katı kadar suyu tutma özelliği göstermelerine rağmen jel oluşturamazlar (Serdaroğlu ve Turp 2004).

Diyet liflerini glukoz ünitelerine parçalayan sindirim enzimleri insanlarda bulunmadığından bu bileşenler tamamen sindirilememekte ve dolayısıyla emilememektedir (Ekici ve Ercoşkun 2007). Diyet lifleri ince bağırsakta sindirilemediğinden besin değerleri yoktur. Ancak, bağırsakta fermantasyona uğradıktan sonra bir miktar enerji vermektedir (Ralapati ve LaCourse 2002). Diyet lifinin sindirilme derecesini lifin kaynağı, partikül iriliği, lignifikasyon derecesi, canlı türü ve fizyolojik durumu etkilemektedir (Köksel ve Özbay 1993). Fermentasyon oranı ise metabolizma, bitki çeşidi, olgunluğu, günlük diyet miktarı ve bileşimine bağlı olarak değişim göstermektedir (Dror 2003).

Diyet lifi kavramını ilk kez 1976 yılında Trower ortaya çıkarmıştır. Diyet lifi kalp-damar hastalıkları, diyabet, kolon kanseri gibi hastalıklara karşı koruyucu etki gösterir. Diyet liflerinin, bağırsak transit süresi, kısa zincirli yağ asitleri üretimi, bağırsak yoğunluğu, gaz üretimi, mineral ve vitaminlerin biyoyararlılığı, protein sindirimi, kolesterol ve diğer lipit metabolizmaları üzerine de etkili olduğu bildirilmiştir (Ekici ve Ercoşkun 2007). Günlük diyetle alınan 1g diyet lifinin glisemik indeksi %0,25 oranında düşürdüğü belirtilmektedir (Dror 2003). Diyet liflerinin bazı sağlık risklerini azaltması sebebiyle günlük diyette alınan diyet lifi miktarının arttırılması önerilmektedir. WHO günde 25-40g diyet lifi tüketimini önermektedir. Diyet liflerinin diğer besin maddelerinin sindirimine ve metabolizmasına da önemli katkıları vardır (Ekici ve Ercoşkun 2007). Örneğin, çözünür diyet lifleri ince bağırsakta glukoz ve lipit absorbsiyonu üzerine etkiliyken, çözünmeyen liflerin etkisi bağırsakların hareketi üzerine olmaktadır (Ralapati ve LaCourse 2002).

Diyet liflerinin lif boyutu, porozitesi, reolojik özellikleri, su ve yağ bağlama kapasiteleri gibi fizikokimyasal özellikleri onların fonksiyonel özelliklerini etkiler. Bu özellikler ise 3 grupta toplanır ve diyet liflerinin gıdalarda kullanılabilirliklerini ve kullanım oranlarını belirleyen özelliklerdir.

Hidrasyon özelliği diyet lifinin fonksiyonel özelliklerinden birisi olup şişme, çözünürlük, su tutma kapasitesi ve su bağlama kapasitesi olmak üzere 4 farklı şekilde tanımlanır. Çözünürlük ve şişme birbirleriyle ilişkili olup çözünür lif bileşenleri için kullanılır. Çözünür liflerden biri olan polisakkaritlerin çözünürlüğünün ilk basamağı

şişmedir. Su katı yapının içine doğru hareket eder ve makromoleküllerde tamamen disperse olana kadar yayılır ve ardından makromoleküller çözünür. Çözünmez lif bileşenlerinde ise şişme söz konusu olup, çözünme gözlenmez. Liflerin su bağlama kapasitesi matriksin gözenekleri içinde yüzey gerilimi ile suyun bağlanması ya da suyun hidrojen bağlarıyla, iyonik bağlarla veya hidrofobik interaksiyonlarla bağlanması olarak iki şekilde gerçekleşir. Su tutma kapasitesi ise lifin partikül büyüklüğü ile ilgili bir kavramdır. Partikül büyüklüğü arttıkça su tutma kapasitesi artar. Su tutma kapasitesi fazla olan diyet lifler gıdaların viskozitesinin ve yapısının modifiye edilmesinde, gıdalarda sinerezisin önlenmesinde kullanılır (Serdaroğlu ve Turp 2004, Burdurlu ve Karadeniz 2003). Bu amaçla tahıllardan elde edilen diyet lifleri meyve ve sebzelerden elde edilenlere oranla daha fazla kullanılmakla birlikte, meyve lifleri yüksek toplam lif ve çözünebilir lif içerikleri nedeniyle yüksek su ve yağ tutma kapasitesine sahip olup fonksiyonel özellikleri daha üstündür (Fernandez-Lopez vd. 2004).

Yağ absorblama kapasitesi diyet liflerin bir diğer fonksiyonel özelliğidir. Çözünmez lifler ağırlıklarının 5 katı kadar yağı tutma özelliğine sahiptir. Sadece dirençli nişasta ve gamlar yağ absorblama özelliğine sahip değildir. Yağ absorbe etme kapasitesinin yüksek olması pişirme sırasında üründen uzaklaşan yağ miktarının az olmasını sağlayacaktır. Bu durum gıdadaki lezzetin korunması açısından önemlidir. Çünkü gıdalardaki tat ve koku maddelerinin bir çoğu yağda çözünme özelliğine sahiptir. Ayrıca yağ et ürünlerinde özellikle miyofibriler proteinlerin apolar kısımları tarafından da tutulur. Diyet lifin tuttuğu yağ ve protein arasında gerçekleşen matriks emülsiye et ürünlerinde tekstürün geliştirilmesi açısından önem taşır. Lifin yağ tutma kapasitesini lif uzunluğu ve lifin partikül boyutu etkiler. Lif uzunluğu ve partikül boyutu arttıkça lifin yağ tutma kapasitesi de artar (Anderson ve Berry 2000, Burdurlu ve Karadeniz 2003, , Serdaroğlu ve Turp 2004Carbonell-Aleson vd. 2005)

Diyet liflerinin bilinen üçüncü fonksiyonel özelliği ise tekstürü stabilize etme özelliğidir. Bu özellik lifin su bağlama kapasitesi ile ilişkilidir. Ksantan ve locust bean gam yapıyı sıkılaştırarak, karragenan ve pektin ise jel yapı oluşturarak gıdanın stabilitesine katkıda bulunur. Gıdada stabil yapı dispersiyon, emülsiyon ve köpük gibi oluşumların devamlılığı anlamındadır. Örneğin emülsiye et ürünlerinde kullanılan

ksantan gam ve karragenan emülsiye yapıyı stabil hale getirir. Gıdalarda stabil yapı oluşumu diyet lifi kaynağına ve partikül boyutuna bağlıdır (Burdurlu ve Karadeniz 2003, Serdaroğlu ve Turp 2004, Kumar ve Sharma 2004).

Diyet liflerinin fonksiyonel özelliklerinin yanısıra sağlık üzerine olan olumlu etkileri onların gıdalarda kullanımını birinci sırada etkilemiştir. Diyet liflerinin mide ve barsak sistemindeki fonksiyonları gastrointestinal sistemin normal işlevinin devamının ve fekal kütlenin artışının sağlanarak kabızlığın önlenmesi şeklinde açıklanır. Bu etki lifin kaynağına, çözünme derecesine ve diğer özelliklerine göre değişir. Meyve ve sebze kaynaklı liflerin kolonda fermente olabilirliği yüksektir, ayrıca az miktarda fitik asit içermeleri, kalori değerlerinin düşük olması nedeniyle meyve ve sebze liflerinin tahıl liflerine oranla sindirim sistemine etkileri daha önemlidir. Çözünmez diyet lifi bileşenleri yüksek oranda su absorbsiyonu ile fekal kütlenin ağırlık artışını sağlar ve barsak hareketlerinin düzenlenmesine yardımcı olur. Diyet liflerinin kolon kanserine yakalanma riskini düşürmesi ise 3 farklı yaklaşımla açıklanmaktadır. Birinci yaklaşım, diyet lifinin fekal kütlenin seyrelmesine neden olması ve barsak mukozasının etin kalın barsakta fermentasyonu ile oluşan muhtemel kanserojen bileşiklerle temas etme ihtimalini düşürmesidir. Bir diğer yaklaşım ise fekal kütlenin barsaklardan geçiş süresinin kısalması ile yine temas süresinin azalmasıdır. Üçüncü yaklaşım ise çözünür diyet liflerden olan oligofruktoz ve inülinin prebiyotik olarak kullanılması sonucu barsak mikroflorasının aktivitesini düzenlemesi, floranın oluşturduğu hidrojen peroksit, benzoik asit ve laktik asit gibi antimikrobiyel metabolitler sayesinde barsak mukozasında yabancı ve patojen floranın gelişmesinin engellenmesi şeklindedir. Ayrıca laktik asit fermentasyonu ile oluşan bütirik asit barsak epitel hücrelerinin çoğalmasını sağlar ve anormal, hastalıklı hücreleri inhibe eder (Dror 2003, Burdurlu ve Karadeniz 2003, Serdaroğlu ve Turp 2004 ).

Diyet lifinin lipit metabolizması üzerine olan etkisi toplam kolesterolü ve LDL kolesterolü düşürücü etkisi ile kardiyovasküler rahatsızlıkların engellenmesi olarak açıklanabilir. Bu etki mekanizması tam olarak netlik kazanmamış olsa da 3 farklı şekilde açıklanmaktadır. Diyet lifi bağırsakta su bağlayarak viskoz yapı oluşturmakta ve barsaklardan yağ emilim hızını azaltmaktadır. Bir başka etki mekanizması ise lifin kalın

barsakta fermentasyonu ile oluşan kısa zincirli yağ asitlerinden özellikle propiyonatın kolesterol sentezini inhibe etmesidir. Üçüncü etki ise karaciğerin işlevi ve diyet lifi arasındaki ilişki ile açıklanabilir. Karaciğerin fonksiyonlarından biri vücudun kolesterol dengesini korumaktır. Günlük diyetle alınan kolesterol miktarına göre az alınmış ise kolesterol sentezini hızlandırır, fazla alınmış ise sentezi azaltır ya da mevcut kolesterolü safra asidine çevirerek miktarı azaltır ve dengeyi korumaya çalışır. Diyet lifleri ise bu safra asitleriyle birleşerek vücuttan atılır. Barsaklarda safra tuzlarının bulunması barsaklardan emilecek olan yağ ve kolesterol için oluşturulacak miseller açısından önem taşır. Safra tuzları diyet lifleri ile atıldığı taktirde misel oluşumu için karaciğerde kolesterol tekrar safra asidine dönüştürülür ve barsağa dökülür. Safra asidi diyet lifi ile tekrar birleşir ve atılır. Bu döngü böyle devam eder ve vücuttaki kolesterol seviyesi düşer (Dror 2003, Burdurlu ve Karadeniz 2003, Serdaroğlu ve Turp 2004)

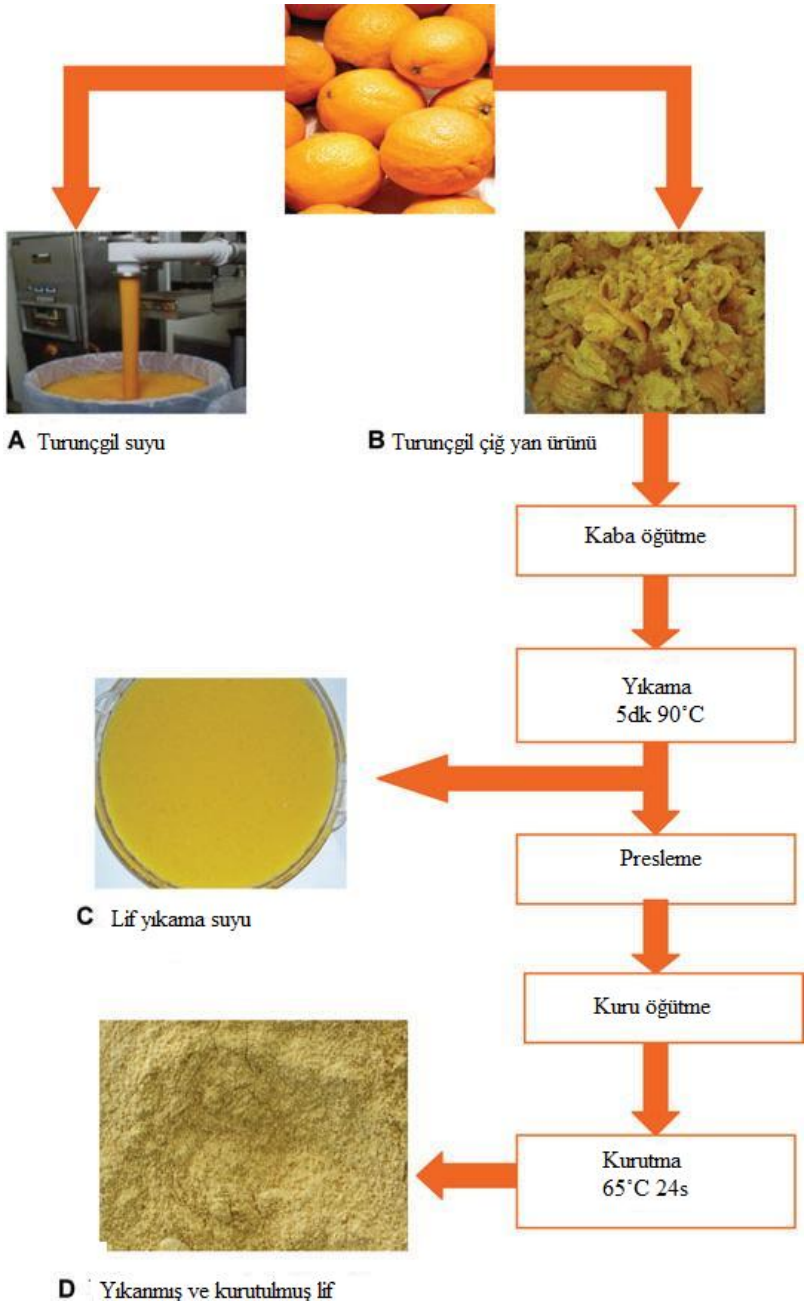
Diyet liflerinin karbonhidrat metabolizması üzerine olan olumlu etkileri ise glisemik indeksten yola çıkılarak açıklanabilir. Kolay sindirilebilir gıdalardan olan beyaz ekmeğin glisemik indeksi yüksektir. Bu glukozun absorbsiyonunu hızlandırır ve kan şekeri seviyesini artırır. Çözünür diyet lif bileşenleri ise eğer gıdaların hazırlanması yada çiğnenmesi esnasında zarar görmemiş ise yapısındaki nişastayı midedeki fiziksel aktiviteye ve barsaktaki mikrobiyel aktiviteye kadar korur.Midede viskoz ve jel yapı oluşturarak boşalmasını yavaşlatır, α-amilazın aktivitesi düşer ve nişaşta hidrolize uğramadığı yada kısmen uğradığı için glukozun absorbsiyonu azalır. Böylece kan şekeri seviyesi düşük tutulur. Bir diğer özelliği de midede tokluk hissi uyandırmasıdır. Her iki durumda obezitenin engellenmesini destekler (Dror 2003, Burdurlu ve Karadeniz 2003, Serdaroğlu ve Turp 2004 ).

Diyet liflerinin mineral ve vitamin absorbsiyonuna olan negatif etkisi tek dezavantajlarıdır. Nitekim bu etki lifin kaynağına, çözünür ya da çözünmez lif oluşuna, partikül iriliğine ve ortamın pH değerine göre değişir. Diyet lifleri kendisine bağlı fitik ve oksalik asitler ile proteinlerden dolayı minerallerin barsaklardan emilimini inhibe eder. Meyve ve sebzelerin fitik asit miktarlarının düşük olması liflerin bu negatif etkilerini kısmen de olsa pozitif etkiye çevirmektedir. Ayrıca diyet liflerin gıdaların bağırsaklardan geçiş süresini kısaltması ve mineralleri yapılarına bağlamaları

minerallerin biyoyararlılığını azaltır. Diyet lifler E ve D vitaminlerini de yapılarına bağlayarak barsaklardan atılımına neden olur ve yarayışlılıklarını azaltır (Burdurlu ve Karadeniz 2003, Serdaroğlu ve Turp 2004,).

Liflerin elde edildiği kaynağa ve çözünür, çözünmez lif oluşuna göre değişiklik gösteren fizyolojik ve fonksiyonel özellikleri göz önüne alındığında ürün formülasyonuna katılacak diyet liflerinin %50-70 oranında çözünmez, %30-50 oranında çözünür bileşenleri içermesi idealdir (Serdaroğlu ve Turp 2004, Fernandez-Lopez vd. 2004).

Diyet lifleri, özellikle turunçgül ürünleri işleme sırasında yan ürün olarak elde edilmektedir (Şekil 2.1) (Viuda-Martos vd. 2009). Önceki yıllarda besin değeri olmadığı düşünülen ve posa olarak bilinen diyet lifi, sağlık üzerine olumlu etkilerinin saptanması, teknolojik ve fiziksel özelliklerinin belirlenmesinden sonra dikkat çekmiş, gıdalarda arzu edilen özelliklerin geliştirilmesinde kullanılmaya başlanmıştır (Burdurlu ve Karadeniz 2003).




Şekil 2.1 Turunçgil lifinin elde edilmesi (Viuda-Martos vd. 2009)

## 2.2 Et Teknolojisinde Diyet Lif Uygulamaları

Günümüzde obezite, hipertansiyon, kolesterol, kanser ve kalp-damar hastalıklarının artması tüketicileri endişeye düşürmüş, yapılan çalışmalarda tüketicilerin lezzetli, gevrek, taze, yağsız, sağlıklı ve besleyici et ve et ürünlerine yöneldiği gözlenmiştir (Resurreccion 2003). Bu nedenle endüstri, tüketicinin kabul edebileceği düşük kalorili

gıdaların üretimi amacıyla yeni teknolojiler geliştirme çabası içindedir (Candoğan ve Kolsarıcı 1995, Jimenez-Colmenero 1996, Chizzolini vd. 1999, Fernandez-Ginez vd. 2005).

Et ve et ürünleri, özellikle içerdikleri hayvansal proteinlerin bitkisel proteinlere göre daha kaliteli, biyoyararlılığı yüksek ve birçok iz element için temel kaynak oluşundan dolayı her yaştaki birey için tüketilmesi gereken gıda grubudur (Biesalski 2005, Jimenez-Colmenero vd. 2001). Dünya Sağlık Örgütü WHO'ya göre günlük diyette alınması gereken protein miktarının 1/3'ünün hayvansal proteinlerden temin edilmesi gerekir. Et ve ürünlerinin kalori değerinin yüksekliği formülasyonda bulunan yağdan kaynaklanır. Yağlar vücutta yağda eriyen vitaminlerin ve birçok hormonun sentezinde ve prostaglandinlerin işlevinde rol oynamakla birlikte diyetle belirli düzeyin üzerinde alındığında vücutta depolanır ve obezite başta olmak üzere birçok sağlık sorunlarına neden olur (Biesalski 2005, Jimenez-Colmenero vd. 2001). Bu yüzden, sağlık ve beslenme konularında zaman geçtikçe daha da bilinçlenen tüketici, ortalama %20-30 düzeyinde yağ içeren dolayısıyla kalori değeri yüksek olan et ürünlerini uzak durulması gereken gıdalar olarak görmeye başlamıştır (Chizzolini vd. 1999, Garcia vd. 2002, Kumar ve Sharma 2004).

Et ürünlerinin kalori değerinin yüksekliği formülasyonda bulunan yağ miktarının fazla oluşundandır. Yağların her gramı yaklaşık 9 kcal'lik bir enerji sağlar (Candoğan ve Kolsarıcı 1995). Öyleyse tüketicileri et ürünleri tüketimine korkusuzca yakınlaştırmak için düşük yağlı, düşük kalori değerine sahip ve sağlıklı et ürünleri üretimi önemlidir. Bu amaçla günümüzde ürün formülasyonundaki yağın azaltılması ya da yağ ilavesi yapılmadan ürün üretimi için çalışmalar hızlanmıştır (Anderson ve Berry 2000, Garcia vd. 2002, Candoğan ve Kolsarıcı 2003, Kumar ve Sharma 2004, Serdaroğlu 2006). Bu arada önemli olan ve üzerinde durulması gereken konu, son ürünün tüketici tarafından kabul edilebilirliğinin korunmasıdır. Çünkü yağ, et ve ürünlerinde tüketici için oldukça önemli olan duyusal özelliklere önemli ölçüde katkıda bulunur. Bu nedenle düşük yağlı et ürünü üretiminde yağın ürüne kazandırdığı özellikleri sağlayacak koşulların oluşturulması zorunludur (Candoğan ve Kolsarıcı 1995).

Diyet lifleri, son yıllarda bu amaçla et ürünlerinde kullanım alanı bulmuştur. Kardiyovasküler rahatsızlıklar, kabızlık, kolon kanseri ve diyabete karşı koruyucu ajan olarak davranması nedeniyle fonksiyonel bir gıda bileşeni olan diyet lifleri (Burdurlu ve Karadeniz 2003, Eim vd. 2007) düşük yağ içerikli et ürünlerinde su tutma kapasitesini artırma, tekstürü modifiye etme, depolama stabilitesini düzeltme, pişirme kayıplarını azaltma gibi özelliklerinin yanında nötr bir tada sahip olmaları nedeniyle de dikkatleri üzerine çekmiştir.

Diyet lifleri sağlık ve beslenme üzerine olumlu etkilerinin yanısıra, ürünü pozitif yönde iyileştirici teknolojik ve fonksiyonel özelliklerinden dolayı çeşitli sosların, süt ve ürünlerinin, unlu gıdaların ve diyet içeceklerin formülasyonlarında yer alır. Ayrıca et ürünlerinde de ksantan gam, keçiboynuzu gamı, guar gam ve pektin gibi çözünür diyet lifi bileşenleri ile elma, şeftali, havuç, bezelye, şeker pancarı, soya, buğday ve narenciye lifleri gibi çözünmez diyet lifi bileşenleri geniş kullanım alanı bulmaktadır (Serdaroğlu ve Turp 2004).

Et ürünlerinde ise teknolojik açıdan diyet lifi kullanımının amacı ürün karakteristiğini geliştirmek, pişirme verimini artırmak, tekstür gelişimini sağlamak ve formülasyonu ucuzlatmak dolayısıyla maliyeti düşürerek uygun fiyatla daha çok tüketiciye ulaşmaktır (Jimenez-Colmenero 1996). Dünya Sağlık Örgütüne göre günlük alınması gereken proteinin 1/3'ü hayvansal proteinlerden karşılanmalıdır. Fiyatı düşük ürün ile daha çok tüketici doğru beslenme imkanına sahip olacaktır. Diyet lifinin kan şekeri seviyesini düşürerek obeziteyi engellemesi, kolesterol seviyesini düşürmesi, kardiyovasküler ve kolon kanseri gibi hastalıklara karşı koruyucu olması gibi özellikleri de göz önünde bulundurulduğunda diyet lifi kullanılarak üretilen düşük yağlı et ürünleri üretimi gıda sektöründe önemli bir gelişme olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle diyet liflerinin hamburgerlerde kullanımı fast-food tüketim alışkanlığı fazla olan ülkemizde fast-foodların sağlık risklerini azaltacak ve tüketicileri doğru beslenmeye bir adım daha yakınlaştıracaktır.

Bugüne kadar diyet liflerinin farklı konsantrasyonları ve farklı tipleri kombine olarak yada tek başına birçok düşük yağlı et ürününde özellikle emülsifiye ürünlerde ve köftelerde kullanım alanı bulmuştur (Mansour ve Khalil 1997).

Diyet lif kullanımı ile ilk ticari düşük yağlı ürün formülasyonu 1991'de Huffman ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir. Sığır kıymasından yapılan köftelerde diyet lif bileşeni olarak karragenan, yulaf kepeği/lifi ve soya izolatı kullanılmıştır. Ayrıca formülasyonda nişasta, maltodekstrin, bitkisel yağ, fosfatlar ve diğer bileşenler de yer almıştır. Üründe azalan yağ miktarına bağlı olarak tekstür ve lezzet yoğunluğu, gevreklilik, sululuk ve tüketici tarafından kabul edilebilirlik araştırılmış ve bu özelliklerin üründeki yağ miktarı ile doğrudan ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca %20'den daha az oranlarda yağ içeren köftelerin 24 haftalık donmuş depolama sonrasında %20 yağlı kontrol grubu ile karşılaştırıldığında daha güzel bir renge ve daha iyi bir oksidatif stabiliteye sahip olduğu bulunmuştur (Resurreccion 2003).

Bir başka çalışmada ise yağ ikame maddesi olarak köftelerde çavdar kepeği kullanılmıştır. Çavdar kepeği hayvanlarda göğüs ve kolonda tümör oluşumunu inhibe eden, diyabet hastalarında kanda glukoz seviyesini düşüren ve kronik kalp krizinden ölüm riskini azaltan diyet lif bileşeni olarak tanımlanmaktadır. Araştırma %5 ile %20 oranlarında çavdar kepeği içeren köftelerde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, çavdar kepeği ilavesi köftelerin trans yağ asidi içeriğini düşürmüş, besinsel kalitesini artırmış, doymamış yağ asidi miktarının doymuş yağ asidi miktarına oranının yükselmesine ve kontrol köftelerine kıyasla daha açık renkli köfte eldesine neden olmuştur Sonuç olarak çavdar kepeği et ürünlerinde diyet lif bileşeni olarak kullanılmaya değer bulunmuştur (Yılmaz 2004).

Yulaf lifinin insan sağlığı üzerine olumlu etkilerinden dolayı et ürünlerinde diyet lif bileşeni olarak kullanılıp kullanılamayacağı araştırılmak istenmiş ve yapılan bir çalışmada %1.5 ve %3 oranlarında yulaf lifi ve rafine edilmiş yulaf lifi yağsız frankfurterlere ve düşük yağ içerikli Bologna tipi sosislere ayrı ayrı ilave edilmiştir. Araştırma sonuçları yüksek su tutma kapasitesine sahip yulaf lifinin tipi ne olursa olsun ürün verimini artırdığını ve arzulanan açık kırmızı renkte ürün elde edildiğini

göstermiştir. Ancak Bologna tipi sosislerde ürün sertliğinin biraz arttığı bildirilmiştir (Fernandez-Ginez vd. 2005)

Benzer bir başka çalışmada ise yulaf lifi, buğday lifi, şeftali lifi, elma lifi ve portakal lifi yağı azaltılmış fermente sosislerde ürün kalitesine etkisini incelemek amacıyla kullanılmıştır. Araştırmada %6 ile %10 oranında domuz sırt yağı içeren sosislere %1.5 ve %3 oranlarında diyet lifleri ayrı ayrı katılmıştır. Olgunlaşma sonrası son üründe diyet lifi içeriği %2 ile %4 arasında değişirken, genel olarak sosislerin enerji değeri %35'e yakın oranda düşüş göstermiştir. Olgunlaştırma prosesi fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analizler ile takip edilmiştir. Ayrıca ürüne tekstür profil analizi ve duyusal analiz de uygulanmıştır. En iyi sonuçlar %10 yağ ve %1.5 oranında portakal lifi içeren sosislerden elde edilmiştir. Bu ürünün duyusal değerleri yağ içeriği azaltılmamış ürünün duyusal değerlerine yakın bulunmuştur. Yulaf lifi ilave edilen üründe tekstür ve lezzet normal yağlı ürüne eşdeğer hissedilmiştir. Genel olarak ise sonuçlar çalışmanın oldukça başarılı olduğunu ve diyet liflerin yağ oranı düşürülmüş et ürünlerinde kullanılabileceğini göstermiştir (Garcia vd. 2002).

İnülin ise düşük kalori içeriği, lezzeti artırma özelliği nedeniyle kek, çikolata ve süt ürünlerinde çözünür diyet lif bileşeni olarak kullanılır. Et ürünlerinde kullanımı ve sonuçları %25 ve %50 oranlarında yağ içeren fermente sosislere %7.5 ve %12.5 oranlarında inülin ilave edilen çalışmada incelenmiştir. İnülinler sosislere toz ve sulu çözelti şeklinde iki farklı yolla katılmıştır. Yulaf, buğday, şeftali, elma ve portakal lifi katılarak üretilen frankfurter ve Bologna sosis proseslerinde olduğu gibi olgunlaştırma aşaması fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analizlerle takip edilmiş, son ürüne duyusal ve tekstür profil analizi uygulanmıştır. Sonuç olarak inülin ürüne yumuşak bir yapı kazandırmış, gevrekliğinde ve tekstüründe normal yağlı fermente sosislere göre herhangi bir değişikliğe sebep olmamıştır. Ancak en iyi sonuçlara %30 yağlı fermente sosise %10 oranında katılan inülin ile ulaşılabilceği bildirilmiştir (Mendoza vd. 2001).

Turunçgil meyvelerinin işlenmesi ile elde edilen yan sanayi ürünleri olan turunçgil meyve lifleri içerdiği sindirilemeyen karbonhidratlar, askorbik asit ve flavanoidler gibi biyoaktif bileşenler nedeniyle et ürünlerinde diyet lif bileşeni olarak

kullanılabilmektedir. Limon lifi/albedosu çiğ ve pişmiş albedo olarak 2 farklı tipte pişmiş Bologna tipi sosis ve kürlenmiş sosise %0, %2.5, %5, %7.5, ve %10 oranlarında ilave edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde ise çiğ albedo ilaveli sosiste biyoaktif bileşenlerin zarar görmemesinden dolayı kalıntı nitrit miktarı düşük çıkmıştır. Dolayısıyla son üründe nitrozamin oluşum riski düşüktür ve ürün sağlıklıdır. Limon albedosunun Bologna tipi sosislere ilavesi ürüne açık renk kazandırmıştır. Ancak kürlenmiş üründe pH'nın düşük oluşundan dolayı renk açık değildir. Ürün koyu kırmızı renktedir. Duyusal analiz sonuçlarına göre ise %5 oranında ve üzerinde çiğ albedo ilaveli ürünlerle; %2.5, %5 ve %7.5 oranında pişmiş albedo ilaveli ürünler kabul görmüştür. Aynı çalışmada pişmiş Bologna tipi sosise ayrıca %0, %0.5, %1, %1.5 ve %2 oranında toz portakal lifi ilave edilmiştir. Ardından ürün vakum paketlenmiş ve 4 0C'de 28 gün boyunca karanlıkta ve ışığa maruz bırakılarak iki farklı konumda depolanmıştır. Lifin ve depolama koşullarının ürün kalitesine etkisi incelenmiştir. Kalıntı nitrit miktarı uygun bulunmuştur. Tüm renk değerleri normalden yüksek çıkmıştır. Bu noktada portakal lifinin yapısındaki antioksidant özellikteki bileşenlerin myoglobin ve nitrozomyoglobini koruyucu etkisinin olduğu bildirilmiştir. Işığa maruz bırakılarak depolanan örnek grubunda TBA değerleri karanlıkta depolanan örnek grubuna göre oldukça yüksek çıkmıştır. Ancak ışığa maruz kalan grup TBA değerleri açısından kontrol grubu ile portakal lifi içeren sosisler karşılaştırıldığında diyet lifi içeren örneklerin düşük TBA değerlerine sahip olduğu, bunun da lifin yapısındaki antioksidant bileşenlerin ürünü foto-oksidasyondan korumasıyla gerçekleştiği belirtilmiştir. Ayrıca depolama koşulları ürün tekstürünü ve duyusal özelliklerini etkilememiştir. Portakal lifi ürüne sıkı, aynı zamanda elastik ve yumuşak bir yapı kazandırmıştır. Hem tekstürel hem de duyusal açıdan tüm gruplar kabul edilebilir özellikte bulunmuştur (Fernandez-Lopez vd. 2004).

Limon albedosu ile yapılan bir başka çalışmada ise çiğ albedo, pişmiş albedo, ısıl işlem ile suyu uçurulmuş çiğ albedo ve ısıl işlem ile suyu uçurulmuş pişmiş albedo olmak üzere 4 farklı diyet lif grubu %0, %2.5, %5 ve %7.5 oranlarında sığır burgerlerine katılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre diyet lifi içeren örneklerin pH'sı kontrol grubuna göre düşük çıkmıştır. Bunun albedoların içerdiği organik asitlerden kaynaklandığı ve örnek pH'larının ilave edilen albedo tipi ve miktarına göre değiştiği bildirilmiştir.

Örneklerdeki lipit oksidasyonu da albedo tipine göre farklılık göstermiş, ısıl işlem görmemiş albedoların ilave edildiği gruplarda lipit oksidasyonu düşük çıkmıştır. Albedo yapısındaki antioksidant özellikteki bileşenler ürünü oksidasyona karşı koruyucu görev üstlenmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre ise albedo konsantrasyonu arttıkça üründe sert yapı, sıkı ve elastik yapı ile çiğnenebilirlik özelliği iyileşme göstermiştir. Özellikle ısıl işlem görmüş kuru albedoların ilave edildiği örneklerde daha sert ve sıkı bir yapı gözlenmiştir (Carbonell-Aleson vd. 2005).

Bir başka çalışmada Malorca bölgesi için geleneksel olan Sobrassada tipi fermente sosislerle çalışılmıştır. Sobrassada %30-60 oranlarında yağsız domuz eti ve %40-70 oranlarında yağ, biber ve tuz kullanılarak hamuru hazırlanan, kılıflara doldurulan ve 12-16 0C'de %60-85 nem düzeyindeki depolarda birkaç hafta içinde olgunlaştırılan bir fermente et ürünüdür. Ürünün olgunlaşmasında ürüne karakteristik tat ve flavourunu kazandırdığı için proteoliz ve lipoliz reaksiyonları büyük önem taşımaktadır. Çalışmada Sobrassada'ya %3, %6, %9 ve %12 oranlarında katılan havuç lifinin olgunlaştırma safhasında ürünün kalitesine olan etkisi araştırılmıştır. Ayrıca olgunlaştırma safhasında serbest yağ içeriklerindeki ve protein olmayan azottaki değişiklikler de kontrol altına alınmıştır. Çalışma sonuçları incelendiğinde ise pH'nın olgunlaştırma aşamasında ilave edilen havuç lifi miktarından etkilendiği, %3'ten fazla oranda lif ilave edilmiş Sobrassada'larda fermentasyon aşamasında başarılı sonuçlar elde edilmediği söylenebilir. Ayrıca %3'ten fazla havuç lifi içeren gruplarda tekstürel açıdan olumlu sonuçlar elde edilmemiştir. Bunlara karşın lipolitik reaksiyonlar sonucu Sobrassada'nın serbest yağ asidi dağılımı %3 ve %6 oranlarında havuç lifi içeren gruplarda kontrol gruplarına yakın değer gösterdiği ve kabul edilebilir düzeyde olduğu sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak havuç lifinin et ve ürünlerinde maksimum %3 düzeylerinde ilave edilebileceği, daha yüksek oranlarda ürünün duyusal kalitesi azaldığı için kullanımının tercih edilmemesi gerektiği sonucuna varılmıştır (Eim vd. 2007).

Bezelye lifi tüm diyet liflerine göre daha yüksek yağ ve su tutma kapasitesinden dolayı son yıllarda çalışılan gözde diyet lifi bileşenlerinden biridir. Yağ tutma kapasitesi yüksek olan bezelye lifi ilavesi ile üretilen et ürünlerinde diğer diyet lif içerikli ürünlere kıyasla daha lezzetli ve gevrek son ürün oluşur. Ürünün tüketilebilme kalitesi ve tercih

edilebilirliği artar. Ancak ürün diğer diyet lifli ürünlerle karşılaştırıldığında yüksek yağ içeriğinden dolayı daha kısa raf ömrüne sahiptir.Bu bilgilerden yola çıkılarak 2000 yılında bir çalışmada %10, %14 ve %18 oranlarında yağ içeren sığır kıymasından yapılan köftelere yaklaşık olarak %48 lif, %44 nişasta ve %7 protein içeren toz bezelye lifi katılmıştır. Çalışma sonuçları incelendiğinde köftelerin pişirme veriminin ve gevrekliğinin arttığı, sululuğunda ve lezzetinde hiçbir negatif etkiye rastlanmadığı ve pişirme esnasında kalınlığın çok az oranda değiştiği gözlenmiştir. Ancak yağ, bezelye lifi tarafından yüksek miktarda tutulmuş ve bu durum köftelerin orta nokta sıcaklığının 71 0C'ye ulaşma süresini uzatmıştır. %10 ve %14 oranında yağ içerikli köftelerde sığır aroması herhangi bir değişime uğramamıştır (Anderson ve Berry 2000).

Anderson ve Berry(2001) bir başka çalışmasında ise yine bezelye lifini kullanarak yüksek sıcaklıkta pişirilen yüksek yağ içerikli sığır kıymalarından yapılan köftelerde yağın lif tarafından tutulma oranını araştırmışlardır. Bu amaçla %40 ve %50 oranında yağ içeren köftelere %0, %10, %12, %14 ve %16 oranında bezelye lifi ilave edip orta nokta sıcaklığı yaklaşık olarak 900C'ye ulaşana kadar mikrodalgada pişirmişlerdir. Çiğ ve pişmiş ürünler karşılaştırıldığında yağ içeriğinin bezelye lifi ilavesi ile birlikte %33'ten %85-98 oranlarına kadar çıktığını gözlemlemişlerdir. Aynı şekilde pişirme verimi de kontrol gruplarına kıyasla pişmiş gruplarda %52'den %87-94 seviyelerine ulaşmıştır. Bu çalışma ile bezelye lifinin yağ ve su tutma kapasitesinin çok yüksek olduğu bir kez daha kanıtlanmıştır (Anderson ve Berry 2001).

2004 yılında yapılan bir çalışmada ise %5, %10, %20 oranlarında yağ içeren Türk tipi köftelere %0, %2, %4 oranlarında mısır unu ilave edilmiştir. Kimyasal kompozisyonu, pişirme karakteristikleri (pişirme verimi, yağ tutulumu, nem tutulumu, çap ve kalınlıkta küçülme ile büzülme) ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Her yağ konsantrasyonunda ilave edilen mısır unları protein içeriğini artırırken, pişmiş köftelerde yağ oranı üzerine herhangi bir etkide bulunmamıştır. Yağ konsantrasyonu %20'den %5'e doğru azaldıkça pişirme verimi ve yağ tutulumunda azalma gözlenmiştir. %20 oranında yağ içeren köftelerin çapında pişirme sonrası en fazla küçülme görülmüştür. Ancak tüm gruplarda mısır unları köfte çapında bir küçülmeye neden olmamıştır. %5 ve %10 oranlarında yağ içeren köftelerde mısır unları büzülmeyi azaltmış, nem tutulumunu artırmıştır. Duyusal

ve tekstürel analiz sonuçları ise kontrol gruplarının, düşük yağ içerikli köftelere göre daha iyi bir tekstüre ve daha kabul edilebilir duyusal özelliklere sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca mısır unları köftelerin görünüşünde herhangi bir olumsuz sonuç yaratmamıştır. Sonuç olarak düşük yağlı Türk tipi köftelerde mısır unlarının pişirme verimini artırmak amacıyla katılabileceği önerilmektedir.

Serdaroğlu (2006b)'nun bir başka çalışmasında ise %5, %10, %20 oranlarında yağ ve %0, %2, %4 oranlarında yulaf unu içeren sığır köfteleri ile çalışmıştır. Bu çalışmada da pişmiş ve çiğ köfteler kimyasal kompozisyon (protein, yağ, nem, kül), pH, pişirme karakteristiği, duyusal özellik ve renk açısından incelenmiştir. Yulaf unu çiğ köftelerde nem miktarını azaltırken pişmiş köftelerde artırmıştır. Ayrıca yulaf unu hem çiğ hem de pişmiş köftelerde protein, yağ ve kül içeriğini değiştirmemiştir. Köftelerde yağ oranının artışı pişirme veriminde azalmaya neden olmuştur. İlave edilen yulaf unları köftelerin pişirme karakteristiklerini geliştirmiştir. Yulaf unları yüksek kapasitedeki yağ ve su bağlama özellikleri nedeni ile köftelerin verimini artırmıştır. Renk açısından sonuçlar irdelendiğinde ise yağ oranı azaldıkça parlaklık değerinin (L) azaldığı, sarılık değerinin önemli ölçüde arttığı gözlenmiştir. Artan yağ konsantrasyonlarında ise köftelerin sululuk ve lezzet gibi duyusal özellikleri ile tekstürel özelliklerinin geliştiği görülmüştür. Köftelerde sululuğun gelişmesinde özellikle %4 oranındaki yulaf unu etkili olmuştur. Sonuç olarak yulaf ununun kıyma ürünleri için potansiyel yağ ikame maddesi olarak kullanılabileceğine karar verilmiştir.

# 3. MATERYAL YÖNTEM

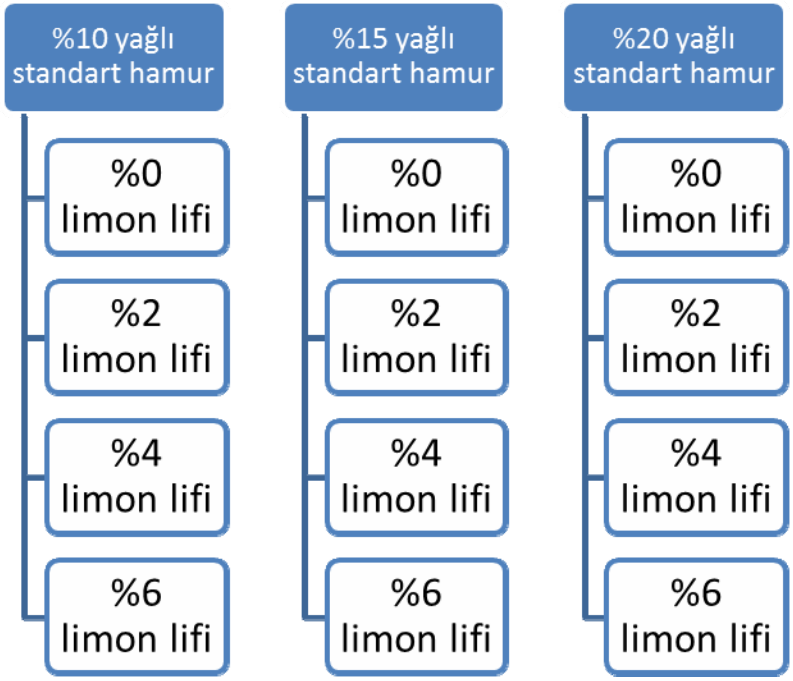
## 3.1 Materyal

Araştırmada materyal olarak sığır etinden hazırlanan hamburger köfteleri kullanılmıştır. Hammadde olarak kullanılan sığır kıyması ve sığır böbrek yağı, Ankara piyasasındaki bir kasaptan satın alınmıştır. Hamburger köftesi üretimi, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuarında karıştırıcı robot (Kitchen Aid) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Hamburger köftesi üretiminde sığır kıyması, sığır böbrek yağı, galeta unu, baharat (tatlı acı kırmızı toz biber, karabiber, kimyon), soğan, tuz, su kullanılmıştır.

Köfteleri diyet lif açısından zenginleştirmek amacıyla formülasyonlarında diyet lif olarak Baharot Lezzet Karışımları Gıda Maddeleri San. Tic. Ltd. Şti. (İstanbul)'den sağlanan limon lifi kullanılmıştır.

## 3.2 Yöntem

Araştırmada yağ içerikleri %10, %15, %20 olmak üzere 3 farklı hamburger köftesi hamuru hazırlanmıştır. Bu hamurların her birine 1'e 13 oranında hidratlaştırılan limon lifi %0, %2, %4, %6 oranlarında ilave edilmiş toplam 12 çeşit köfte formülasyonu üretilmiştir (Şekil 3.1)




Şekil 3.1 Hamburger köftesi formülasyonunda kullanılan yağ ve limon lifi kullanım oranları

Hamburger köftesi üretiminde hammadde olarak %71 kıyma (düşük yağlı sığır kıyması + böbrek yağı), %10 galeta unu, %7 soğan, %9 su, %2 tuz, baharat olarak %0,25 tatlı kırmızı toz biber, %0,25 acı kırmızı toz biber, %0,4 karabiber, %0,1 kimyon kullanılmıştır.

Sığır kıyması ve kıyma haline getirilmiş böbrek yağı karıştırıcıda 1 dk süreyle homojen hale getirilmiştir. Daha sonra et+yağ karışımına baharat, galeta unu, su ilave edilmiş ve 2 dk süreyle karıştırılarak homojen bir karışım elde edilmiştir. Köfte hamuru hazırlandıktan sonra kontrol örnekleri ayrılmıştır. Son aşamada diyet lifi ilave edilecek gruplara 1'e 13 oranında hidratlaştırılan limon lifi %2, %4, %6 oranlarında eklenip tekrar 2 dk süreyle homojenize edilmiştir. 9 cm çaplı steril plastik petri kaplarında 1 köfte yaklaşık 50 g olmak üzere köfteler elle şekillendirilmiştir.

Deneme, 3 farklı oranda yağ 4 farklı oranda limon lifi içeren 12 farklı örnek üzerinde iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Farklı oranlarda yağ ile limon lifi kullanılarak üretilen hamburgerlerin nem, kül, protein, yağ, tuz içerikleri, kolesterol, toplam çözünür-çözünmez diyet lifi ve hidroksiprolin içerikleri ile pişirme ölçümleriyle yağ ve nem

tutulumu, pişirme verimi, çap ve kalınlık değişimleri belirlenmiştir. Ayrıca örneklerde pH, Minolta Chromometer ile renk ölçümleri ve tekstür profil analizi yapılmış, duyusal test uygulanmıştır.

### 3.3 Analiz Yöntemleri

#### 3.3.1 Nem miktarının belirlenmesi

105°C'de kurutulup darası alınmış kuru madde kaplarına yaklaşık 5g örnek tartılmıştır. 105°C'deki etüvde kuru madde kapları sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuştur. Tartım yapıldıktan sonra, farka göre örnekteki %nem miktarı belirlenmiştir (Anonymous 2000).

#### 3.3.2 Yağ miktarının belirlenmesi

Örneklerdeki yağ miktarı daha önceden nem miktarı analizi yapılmış örnekler üzerinden sıcak ekstraksiyon yöntemi ile soxhelet düzeneği kullanılarak belirlenmiştir. (Anonymous 2000).

#### 3.3.3 Protein miktarının belirlenmesi

Kjeldahl yöntemi kullanılarak örneklerin % azot miktarı belirlenmiş ve bu değer 6,25 faktörü ile çarpılarak örneklerin % protein miktarları hesaplanmıştır (Anonymous 2000).

#### 3.3.4 Kül miktarının belirlenmesi

105°C'deki etüvde kurutularak darası alınmış kül krozelerine yaklaşık 3g örnek tartılmıştır. Kül fırınında sıcaklık kademeli olarak 550-570°C'ye kadar getirilmiş ve kül krozelerindeki örnek gri-beyaz renk alıncaya kadar yakma işlemine devam edilmiştir. Krozelerin tartım farkından örnekteki %kül miktarı belirlenmiştir (Anonymous 2000).

### 3.3.5 Tuz miktarının belirlenmesi

Kül miktarını belirlemek üzere yakılan örnekler, tuz miktarının belirlenmesi içinde kullanılmıştır. Kül, sıcak destile su ile yıkanarak külsüz filtre kağıdından erlen içerisine filtre edilmiştir. Filtrat 3-4 damla fenolfitalein indikatörü ilave edilerek 0,1 N $H_2SO_4$ ile nötrlenmiştir. Üzerine 3-4 damla %5'lik $K_2CrO_4$ eklenmiş ve 0,1 N $AgNO_3$ ile kiremit kırmızı renge titre edilmiştir. Tuz miktarı % olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Anonymous 2000).

$$\% \text{ NaCl} = \frac{V \times 0.00585 \times 100}{M}$$

V: Titrasyonda harcanan 0,1 N $AgNO_3$ miktarı, mL
M:Yaş örnek miktarı, g
0.00585: 1 mL, 0,1 N $AgNO_3$'ın nötralize ettiği klorür miktarı, g

### 3.3.6 Kollajen miktarının belirlenmesi

10 g örnek 1,8 g $SnCl_2$ ve 35 mL 6 N $H_2SO_4$ ile 110°C'deki etüvde 16 saat hidrolize edilmiş, sonrasında %33'lük NaOH doymuş $NaHCO_3$ çözeltileri ile hidrolizatın pH'sı 8,0'e ayarlanmıştır. Hidroliz edilen örnek ölçü balonuna alınarak destile su ile 250 mL'ye tamamlandıktan sonra en az 30 dk en fazla 3 gün buzdolabı koşullarında bekletilerek çökme işlemi sağlanmıştır. Filtre kağıdından süzülerek berraklaştırılan örneklerden 1/10!luk seyreltmeler yapılmıştır. Bu seyreltilerden 25 mL'lik ölçü balonuna 2,5 mL aktarılarak 0,05 M $CuSO_4.5H_2O$, 2,5 mL 3 N NaOH 2,5 mL %6'lık $H_2O_2$ çözeltisi ilave edildikten sonra 75°C'deki su banyosunda 10 dk bekletilmiştir. Süre sonunda musluk suyu altında soğutulmuş, 10 mL 3N $H_2SO_4$ 5mL %5'lik p-dimetilaminobenzaldehit çözeltilerinden ilave edilerek 75°C'deki su banyosunda 20 dk bekletilmiştir. Süre sonunda musluk suyu altında soğutulan örneklerde oluşan pembe rengin absorbans değeri 560 nm dalga boyunda spektrofotometrede (UNICAM UV/Vis) okunmuştur. 25 mg/100mL olarak hazırlanan hidroksiprolin standardından belirli miktarlarda alınarak seyreltmeler yapılmış ve aynı işlem basamakları uygulanarak

hidroksiprolin standart kurvesi çizilmiştir. Standart kurveye göre örnekteki hidroksiprolin değeri belirlenmiştir. Hidroksiprolin değeri üzerinden 100 g örnektedi kollajen miktarına ulaşılmıştır (Aktan 1976, Yang ve Froning 1992).

### 3.3.7 Kolesterol miktarının belirlenmesi

100 g et örneği, 50 g susuz sodyum tiyosülfat ile karıştırılmış üzerine 170 mL kloroform/metanol çözelitisi (2:1) oranında eklenmiştir. Ultra Turrax T 25 Basic model homojenizatörde 2 dk karıştırıldıktan sonra Whatman No:1 filtre kağıdı kullanılarak ayırma hunisine süzülmüştür. Kalıntı örneğe tekrar 170 mL (2:1) oranında karıştırılmış kloroform/metanol çözeltisi eklenerek ekstraksiyona devam edilmiş, süzme işlemi bittikten sonra 1 kez daha aynı işlem tekrarlanmıştır. Toplamda 500 mL çözgen kullanılmıştır. Laborota-4011 Heidolph rotary evaporatörde 40°C'de kloroform fazı ayrılmıştırç Balonda kalan az miktardaki çözücü azot gazı altında uçurulmuştur (Blingh ve Dyer 1959).

Bligh ve Dyer (1959) metodu ile elde edilen yağdan 0,3-0,5 g ağzı kapaklı cam tüplere alınarak üzerine 0,3 mL %33'lük %95'lik etilalkol çözeltisi ilave edildikten sonra karıştırıcıda iyice karıştırılarak 60°C'deki su banyosunda sabunlaştırılmıştır. Süre sonunda soğutulan tüplerin üzerine 10 mL hegzan, 3mL destile su ilave edilmiş ve faz ayrımı için en az 10dk bekletilmiştir. Hegzan tabakasından 1mL alınarak üzerine 10mL saf hegzan ilave edilmiştir. Tüpten tekrar 1mL alınmış ve 10 mL hegzan ile seyreltilmiş test tüpüne aktarılarak hegzan azot gazı altında uçurulmuştur. Aynı gün hazırlanan $FeCl_3$ çözeltisinden 1,5mL tüpe konmuş ve karıştırılmıştır, 15 dk beklenerek tüplere 1 mL konsantre $H_2SO_4$ eklenip karıştırıcıda 1dk karıştırılmıştır. Tüpler karanlıkta 45dk bekletildikten sonra oluşan pembe rengin absorbans değeri 560 m dalga boyunda spektrofotometrede okunmuştur. 25 mg/ 25 mL olarak hazırlanan kolesterol standardından belirli miktarda alınarak aynı yöntem uygulanmış ve kolesterol standart kurvesi çizilmiştir. Bu standart kurveden yararlanılarak örnekteki kolesterol miktarı mg kolesterol/100g örnek olarak belirlenmiştir (Rudel ve Morris 1973).

### 3.3.8 Diyet lif miktarının belirlenmesi

Örnek sabit sıcaklıkta sırasıyla a-amilaz, proteaz ve amiloglukosidaz enzimleri ile doyurulmuştur. Elde edilen çözelti sabit tartıma getirilmiş gooch krozesinden süzülmüş ve kalıntı iki kere yıkanmıştır. Kalıntıda çözünmeyen, süzüntüde çözünen diyet lif analizi yapılmıştır (Anonymous 2000).

#### 3.3.8.1 Çözünmeyen diyet lif miktarının belirlenmesi

Kalıntı, 10 mL %95' lik etanolle ve 10 mL asetonla iki kere yıkanmıştır. 105°C'de sabit ağırlığa gelene kadar etüvde bekletilmiştir. Paralel olarak yürütülen deney sonucunda tartımları alınmış örneklerden birinde kül, diğerinde protein analizi yapılmıştır.

$$\%\text{Çözünmeyen diyet lif} = [(m_2 - m_1) - (k + p) \times 100] / M$$

$m_1$ = Sabit tartıma getirilmiş gooch krozesinin ağırlığı (g)

$m_2$ = Sabit tartıma getirilmiş gooch krozesi + çözünmeyen diyet lifteki kalıntının ortalama ağırlığı (g)

k = örnekteki kül miktarı (%)

p= örnekteki protein miktarı (%)

#### 3.3.8.2 Çözünen diyet lif miktarının belirlenmesi

Süzüntü ağırlığı 80 g olana kadar üzerine saf su ve önceden 60°C'ye ısıtılmış %95'lik 320mL etanol eklenmiştir. 1saat çökme işleminin gerçekleşmesi için beklenmiştir ve çözelti sabit tartıma getirilmiş gooch krozesinden süzülmüştür. Kalıntı, 20 mL %78'lik etanolle üç kere, 10 mL %95'lik etanolle iki kere ve son olarak 10 mL asetonla iki kere yıkanmıştır. Sabit tartıma getirilmiş cam krozede kalan kalıntı 105°C'de sabit ağırlığa gelene kadar etüvde bekletildikten sonra paralel olarak yürütülen deney sonucunda tartımları alınmış örneklerden birinde kül, diğerinde protein analizi yapılmıştır.

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

$m_1$ = Sabit tartıma getirilmiş gooch krozesinin ağırlığı (g)

$m_3$ = Sabit tartıma getirilmiş gooch krozesi + çözünen diyet lifteki kalıntının ortalama ağırlığı(g)

k = örnekteki kül miktarı (%)

p= örnekteki protein miktarı (%)

M = $(M_1 + M_2)$ /2 örnek 2 paralelli götürüldügü için ortalama örnek ağırlığı (g)

### 3.3.9 pH değerinin belirlenmesi

Örneklerin pH değerini belirlemek amacıyla 10 g örnek 100 mL su ile homojenize edilmiş ve Hanna H1 221 model pH metre kullanılarak okuma yapılmıştır. Her kullanımdan önce pH metre H 4.0 – 7.0 tampon çözeltileriyle kalibre edilmiştir (Vural ve Öztan 1996).

### 3.3.10 Pişirme ölçümleri

Örnekler önceden ısıtılılmış tavada merkez sıcaklığı 72 ± 2°C'e ulaşacak şekilde ön arka yüzü toplamda 5-6 dk civarında pişirilmiştir. Pişirme ölçümleri iki paralelli olarak yapılmıştır.

#### 3.3.10.1 Pişirme veriminin belirlenmesi

Pişirme öncesi ve pişirme işleminden sonra oda sıcaklığına kadar soğutulmuş hamburger örneklerinde tartım yapılmış ve aşağıdaki formül ile pişirme verimi hesaplanmıştır (Ulu 2006).

Pişirme verimi (%) = (Pişmiş köfte ağırlığı / Çiğ köfte ağırlığı)×100

### 3.3.10.2 Yağ tutulumunun belirlenmesi

Pişirme işleminden sonra üründe tutulan yağ miktarını ifade eden yağ retansiyou aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Kumar ve Sharma 2004).

$$\text{Yağ tutulumu (\%)} = \frac{\text{Pişmiş köfte ağırlığı} \times \text{Pişmiş köftedeki \%yağ}}{\text{Çiğ köfte ağırlığı} \times \text{Çiğ köftedeki \%yağ}} \times 100$$

### 3.3.10.3 Nem tutulumunun belirlenmesi

100 g örnek başına, pişirme işleminden sonra üründe tutulan nem miktarı olarak ifade edilen nem tutulumu aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Kumar ve Sharma 2004).

$$\text{Nem tutulumu (\%)} = [\ (\%\text{Pişirme verimi}) \times (\text{Pişmiş köftede \%nem})\ ] / 100$$

### 3.3.10.4 Çap azalışının belirlenmesi

Örneklerin çap azalışı aşağıdaki eşitlik kullanılarak belirlenmiştir (Pinero vd. 2008).

$$\text{Çap azalışı (\%)} = \frac{\text{Çiğ köfte çapı} - \text{Pişmiş köfte çapı}}{\text{Çiğ köfte çapı}} \times 100$$

### 3.3.10.5 Kalınlık artışının belirlenmesi

Örneklerin kalınlıklarındaki değişim aşağıdaki eşitlik ile belirlenmiştir ( Das vd. 2007).

$$\text{Kalınlık artışı (\%)} = \frac{\text{Pişmiş köfte kalınlığı} - \text{Çiğ köfte kalınlığı}}{\text{Pişmiş köfte kalınlığı}} \times 100$$

### 3.3.11 Enstrümental renk analizi

Örneklerin yüzey rengi, Minolta Chrometer CR-300 (Japonya) kullanılarak belirlenmiştir. Örneklerin CIE L* (açıklık-koyuluk), a* (kırmızılık), b* (sarılık) değerleri, her bir örneğin yüzeyinde rastgele seçilen 6 farklı noktadan elde edilmiştir belirlenmiştir (Hullberg ve Lundström 2004).

### 3.3.12 Tekstür profil analizi

Prob hızı 100mm/dk olan, hamburger örneklerine 50N'luk kuvvet uygulayan LLYOD TA plus Texture Analyser cihazı ile hamburgerlerin tekstür özellikleri ölçülmüştür.

Ölçümü yapılan doku parametreleri aşağıdaki gibi tanımlanabilir (Garcia 2002):

**Sertlik (N)** : Örneği sıkıştırmak için gerekli olan maksimum kuvvet,

**Sertlik 1 (N)** : İlk sıkıştırmanın bitip geri çekilmenin başladığı noktaya karşılık gelen kuvvet

**Sertlik 2 (N)** : İkinci sıkıştırmanın bitip geri çekilmenin başladığı noktaya karşılık gelen kuvvet

**İç yapışkanlık**: Örneğin kopmadan önceki deformasyon değeri ($A_2/A_1$)

$A_1$ : İlk sıkıştırma için gerekli olan toplam enerji

$A_2$ : İkinci sıkıştırma için gerekli olan toplam enerji

**Dış yapışkanlık:** Örnekten sıkıştırma pistonunu uzaklaştırmak için gerekli olan iş,

**Elastikiyet (mm)** : Örneğin üzerindeki deforme edici kuvvet kaldırıktan sonra deformasyondan önceki haline dönme kabiliyeti,

**Sakızımsılık (N)** : Yarı katı özellikte gıda öreğinin yutmaya hazır hale gelene kadar parçalanması için gerekli kuvvet (Sertlik × İç yapışkanlık),

**Çiğnenebilirlik (Nmm) :** Katı özellikte bir gıda maddesinin yutmaya hazır hale gele kadar parçalanması için gerekli iş (Elastikiyet × Sertlik ×İç yapışkanlık)

### 3.3.13 Duyusal analiz

Örnekler önceden ısıtılılmış tavada merkez sıcaklığı 72 ± 2°C'e ulaşacak şekilde ön arka yüzü toplamda 5-6 dk civarında pişirilmiştir. Duyusal analiz laboratuarında 8 paneliste servis yapılmıştır. Panelistler örnekleri görünüş, renk, koku, lezzet, yapı, genel beğeni açısından değerlendirmiştir. Değerlendirme sırasında panelistlere bir önceki örnekten ağızdan kalan tadı gidermeleri amacıyla su içmeleri ve ekmek yemeleri istenmiştir. Duyusal değerlendirmede dokuzlu hedonik skala (1: son derece kötü, 9 : mükemmel) kullanılmıştır (Pinero 2008). Duyusal analizde kullanılan form EK 1'de sunulmuştur.

### 3.3.14 İstatiksel analiz

Elde edilen veriler tesadüf blokları deneme düzeninde "varyans analizi tekniği" kullanılarak değerlendirilmiştir. Gruplar arası farklılığın önemi Duncan Çoklu karşılaştırma Testi ile belirlenmiştir. Analizlerde MINITAB 15.1 MSTAT istatistik paket programı kullanılmıştır. Duyusal analiz sonuçları ise Friedman Test yöntemi ile değerlendirilmiştir (Kesici ve Kocabaş 2007).

# 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

## 4.1 Kıymanın Kimyasal Bileşimi

Limon lifi ilavesi ile üretilen hamburger köftelerinde kullanılan kıyma %74,71 nem, %6,31 yağ, %1,08 kül ve %18,54 protein içermektedir.

## 4.2 Limon Lifinin Kimyasal Bileşimi

Çalışmada kullanılan limon lifi %7,52 nem, %0,25 yağ, %1,53 kül ve %1,9 protein içermektedir pH'sı (%1'lik solüsyonu) 4,70'dir.

## 4.3 Hamburger Köftesi Örneklerinin Kimyasal Bileşimi

### 4.3.1 Hamburger köftelerinin nem içerikleri

Farklı oranlarda yağ (%10, %15, %20) içeren hamburger köfte hamuruna farklı oranlarda (%0, %2, %4, %6) limon lifi ilavesinin hamburger köftelerinin nem içerikleri üzerine etkileri çizelge 4.1 ve şekil 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 incelendiğinde, %20 yağ içeren lif ilavesi olmayan örnek %56,62 ile en düşük nem değerine sahipken, %10 yağ oranına sahip %6 limon lifi ilavesi olan örnek %76,20 ile en yüksek nem değerine sahip olduğu görülmektedir.

Hamburger köftelerinde limon lifi kullanım oranı arttıkça örneklerin nem içeriklerinde de artış meydana gelmiştir ($p<0,05$). Değişken olarak yağ oranı baz alındığında en yüksek nem değeri %6 lif ilave edilen örnek grubunda belirlenmiştir.

Çizelge 4.1 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin nem içerikleri (%)

| Yağ (%) / Limon Lifi (%) | 10 | 15 | 20 | Ortalama |
|---|---|---|---|---|
| **0** | $62,59^{Da}$ | $58,72^{Db}$ | $56,62^{Dc}$ | $59,31^{Z}$ |
| **2** | $71,17^{Ca}$ | $68,88^{Cb}$ | $66,71^{Cc}$ | $68,92^{Y}$ |
| **4** | $74,20^{Ba}$ | $71,53^{Bb}$ | $69,27^{Bc}$ | $71,67^{X}$ |
| **6** | $76,20^{Aa}$ | $73,76^{Ab}$ | $72,90^{Ab}$ | $74,28^{W}$ |
| **Ortalama** | $71,04^{x}$ | $68,22^{y}$ | $66,38^{z}$ | |

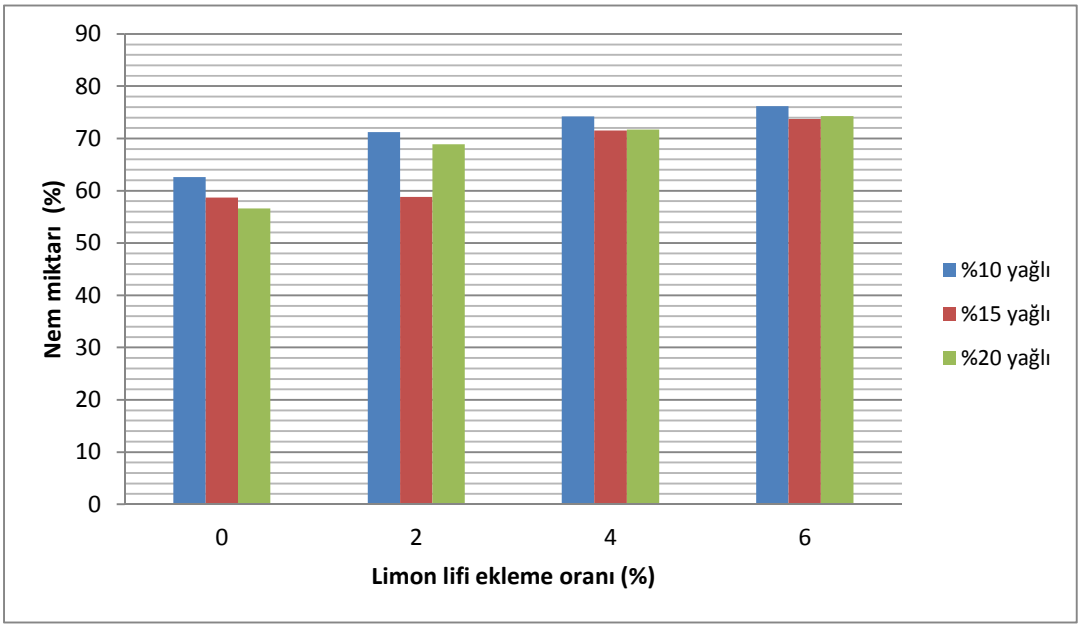
x-z : Farklı oranlarda yağ içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
W-Z : Farklı oranlarda lif içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
a-c : Aynı lif oranında farklı oranlarda yağ içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)
A-D : Aynı yağ oranında farklı oranlarda lif içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)

Hamburger köftelerine ilave edilen lif, 1:13 oranında su ile hidratlaştırıldığından örnek miktarı içerisindeki su oranı artmaktadır.

Güven (2010), farklı oranlarda havuç lifi (%0, %2, %4, %6) içeren düşük yağlı hamburger köftelerinde havuç lifi kullanım oranı arttıkça örneklerin nem içeriklerinde artış meydana geldiğini açıklamış. Bunun sebebi olarak, lif miktarı yüksek örneklerdeki su miktarının fazla olması ve toplam kütledeki artışa bağlı olarak nem içeriğinin de artmasını göstermiştir.

Carbonell-Aleson (2005) %0,%2,5, %5, %7,5 oranlarında ilave ettiği limon albedosunun hamburger köftelerine etkisini incelediğinde aynı şekilde limon albedosu ilavesinin nem miktarında artışa sebep olduğu sonucuna varmıştır..

Fernandez-Gines vd. (2003), farklı oranlardaki limon albedosunun (%2,5, %5, %7,5, %10) Bologna sosislerinde etkisini görmek amacıyla yaptıkları çalışmada, örneklerin nem içeriğinde limon albedosunun etkili olduğu ve nem miktarını arttırdığı sonucuna varmışlardır.




Şekil 4.1 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinde nem içerikleri değişimi

Kumar ve Sharma (2002), düşük yağlı domuz etinden yapılan hamburger köftelerine farklı oranlarda karragenan (%0,25, %0,5, %0,75 oranlarında) ilave etmişlerdir. Karışım içerisine giren karragenan miktarı arttıkça, ürünün nem miktarının da artış gösterdiği sonucuna varmışlardır.

Hamburger köftelerine ilave edilen limon lifi miktar arttıkça nem miktarının artmasının nedenleri; karışım içerisine giren su miktarının artması ve lifin kontrol grubu bileşenlerinden daha fazla su tutmasıdır. Thebaudin (1997)'e göre, diyet liflerinin gıdalardaki en ideal kullanımını belirleyen fonksiyonel özellikleri su tutma ve su bağlama kapasitesidir.

Su tutma kapasitesi, yerçekimi kuvveti ve atmosfer basıncı haricinde dıştan gelen bir güç uygulanmaksızın liflere bağlı olan su olarak tanımlanmaktadır. Su bağlama kapasitesi ise, dışardan uygulanan bir kuvvet sonunda liflere bağlı kalan su miktarıdır (Thebaudin vd. 1997).

Limon lifi ilavesi ile üretilen hamburger köftelerinin nem değerleri, farklı yağ oranlarında değişiklik göstermektedir, bu değişiklik istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$). %10 yağ içeren grubun nem değeri %71,04 iken, %15 yağ içeren grupta %68,22'ye %20 yağ içeren grupta %66,38'e düşmüştür. Benzer sonuçlar Hughes vd. (1997), Khalil (2000) ve Güven (2010) tarafından bildirilmiştir.

Serdaroğlu ve Değirmencioğlu (2004), farklı oranlarda yağ (%5, %10, %15) ve farklı oranlarda mısır unu (%0, %2, %4) içeren köfteler üzerine çalışmışlardır. Yapılan çalışmada, örneklerin yağ içerikleri arttıkça nem değerlerinde azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde frankfurter sosislerde farklı oranlarda şeftali lifi (%17 ve %29) kullanımının araştırıldığı bir çalışmada, yağ oranının %5'den %20'e çıkması nem değerini %11 oranında azaltmıştır (Grigelmo-Miguel 1999).

Brauer (1993)'e göre et ürünlerinde yağ ve nem miktarı yakın ilişki içerisindedir. Yağ miktarı ne kadar düşükse, nem miktarı da o kadar yüksek olacaktır.

### 4.3.2 Hamburger köftelerinin yağ içerikleri

Farklı oranlarda yağ (%10, %15, %20) içeren hamburger köfte hamuruna farklı oranlarda (%0, %2, %4, %6) limon lifi ilavesinin hamburger köftelerinin yağ içerikleri üzerine etkileri çizelge 4.2 ve şekil 4.2'de gösterilmiştir.

%10 yağ oranına sahip %6 oranında lif ilavesi olan örnek en düşük (%6,85), %20 yağ oranına sahip limon lifi ilavesi olmayan örnek ise en yüksek (%19,11) yağ değerine sahiptir.

Grup ortalamalarına bakıldığında ilave edilen lif miktarı arttıkça, yağ miktarında azalma meydana gelmiştir . Limon lifi ilavesi olmayan grubun yağ oranı %15,10 iken, bu değer %6 limon lifi ilavesi olan grupta %9,60'a düşmüştür. Yağ miktarındaki azalma, diyet liflerinin yağ absorblama özelliklerine bağlanmaktadır. Diyet liflerinin yağ absorblama kapasitesi, teknolojik verimi arttırmasının yanında lezzetin muhafaza edilmesi açısından da yaralıdır (Burdurlu ve Karadeniz 2003).

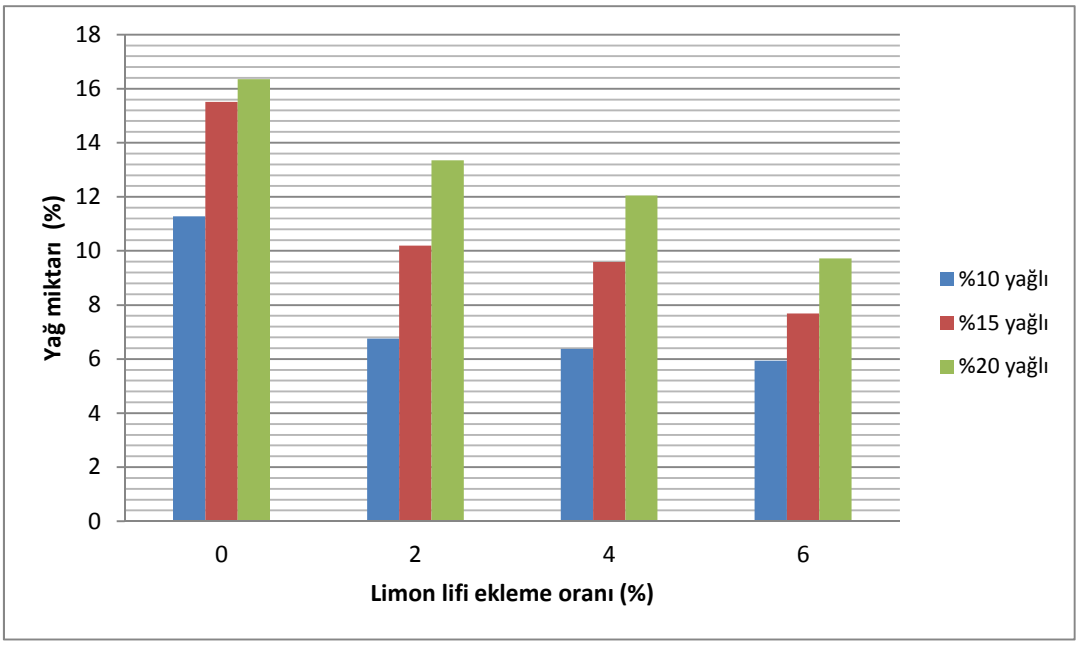
Hamburger köfteleri yağ ve nem bakımından incelendiğinde, en yüksek nem içeriğine (%76,20) sahip %10 yağ ve %6 limon lifi ilavesi olan örneğin, en düşük yağ içeriğine (%6,85) sahip olduğu görülmektedir. Yani, hamburger köftelerinde yağ miktarı arttıkça nem miktarında azalma meydana gelmektedir. Yağ miktarının artmasıyla nem miktarının azalması, düşük yağlı ürünlerde nemin yağ ile yer değiştirmesinin bir sonucudur.

Çizelge 4.2 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin yağ içerikleri (%)

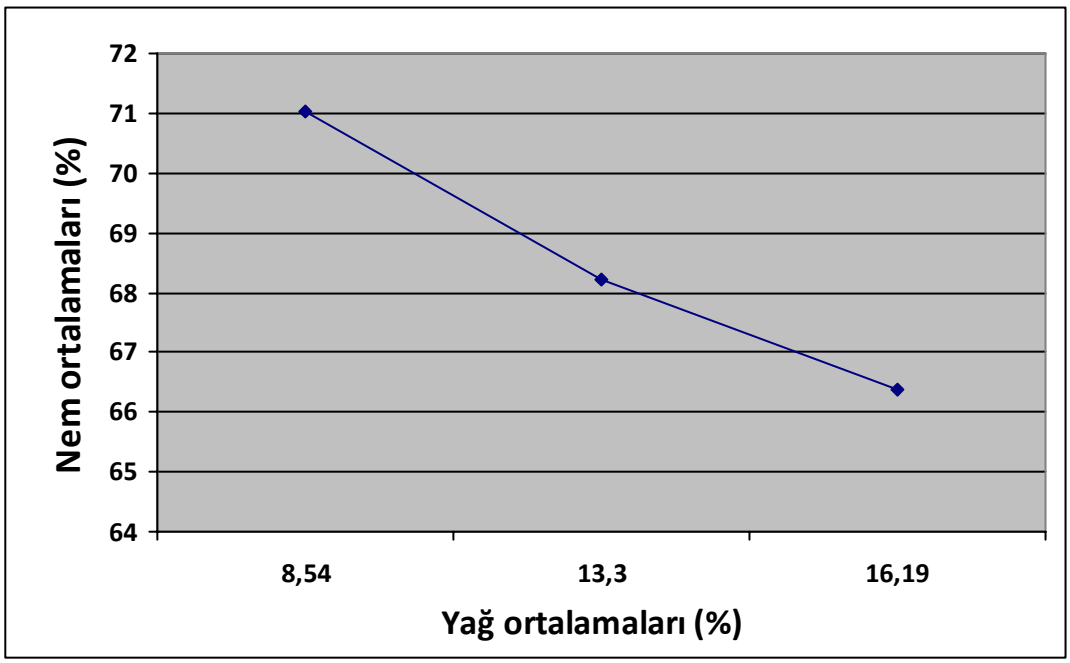
| **Yağ (%)** / **Limon Lifi (%)** | **10** | **15** | **20** | **Ortalama** |
|---|---|---|---|---|
| **0** | $10,70^{Ac}$ | $15,50^{Ab}$ | $19,11^{Aa}$ | $15,10^{Z}$ |
| **2** | $9,27^{Bc}$ | $13,85^{Bb}$ | $18,07^{Ba}$ | $13,73^{Y}$ |
| **4** | $7,36^{Cc}$ | $12,62^{Cb}$ | $15,56^{Ca}$ | $11,84^{X}$ |
| **6** | $6,85^{Dc}$ | $10,15^{Db}$ | $12,02^{Da}$ | $9,60^{W}$ |
| **Ortalama** | $8,54^{z}$ | $13,30^{y}$ | $16,19^{x}$ | |

→ x-z : Farklı oranlarda yağ içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
↓ W-Z : Farklı oranlarda lif içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
→ a-c : Aynı lif oranında farklı oranlarda yağ içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)
↓ A-D : Aynı yağ oranında farklı oranlarda lif içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)

Pietrasik ve Duda (2000), sosislerde çeşitli oranlarda yağ (%20, %30, %40) soya protein konsantresi/karragenen karışımının (%0, %1,5, %3) kullanıldığı çalışmada, nem ile yağ içeriğinin ters orantılı olduğunu saptamışlardır. Başka bir ifadeyle düşük yağlı sosisleri yüksek nem içeriğine sahip bulmuşlardır.




Şekil 4.2 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinde yağ içerikleri değişimi




Şekil 4.3 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinde nem-yağ ilişkisi

Farklı oranlarda havuç lifi kullanılarak üretilen hamburger köftelerinde, yağ miktarının havuç lifi ekleme oranı arttıkça azaldığı bildirilmiştir (Güven 2010).

Troy (1999), düşük yağlı hamburger köftelerinde tapyoka nişastası, yulaf lifi, peynir altı suyu proteini, pektin, karragenan, keçiboynuzu gamının çeşitli oranlardaki karışımlarının yağ seviyesini azalttığını belirmiştir.

Eim (2007), Malorca bölgesi için geleneksel olan Sobrassada tipi fermente sosislerde çeşitli oranlarda havuç lifi kullanıldığı (%3, %6, %9, %12) çalışmada, havuç lifi ilave miktarının %9'dan %12'e çıkmasıyla üründeki yağ miktarında azalma olduğu bildirilmiştir.

### 4.3.3 Hamburger köftelerinin protein içerikleri

Farklı oranlarda yağ (%10, %15, %20) içeren hamburger köfte hamuruna farklı oranlarda (%0, %2, %4, %6) limon lifi ilavesinin hamburger köftelerinin protein içerikleri üzerine etkileri Çizelge 4.3 ve Şekil 4.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin protein içerikleri (%)

| **Yağ (%) / Limon Lifi (%)** | **10** | **15** | **20** | **Ortalama** |
|---|---|---|---|---|
| **0** | $12,99^{Ab}$ | $13,28^{Aa}$ | $13,26^{Aa}$ | $13,20^{W}$ |
| **2** | $10,96^{Bb}$ | $11,05^{Bb}$ | $11,56^{Ba}$ | $11,20^{X}$ |
| **4** | $9,76^{Ca}$ | $9,89^{Ca}$ | $9,86^{Ca}$ | $9,80^{Y}$ |
| **6** | $8,23^{Da}$ | $8,18^{Da}$ | $7,75^{Db}$ | $8,10^{Z}$ |
| **Ortalama** | 10,50 | 10,60 | 10,60 | |

↓ W-Z : Farklı oranlarda lif içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
→ a-c : Aynı lif oranında farklı oranlarda yağ içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)
↓ A-D : Aynı yağ oranında farklı oranlarda lif içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)

Hamburgerlere ait protein değerleri incelendiğinde, en düşük protein değerinin %7,75 (%20 yağ oranına sahip %6 oranında lif ilavesi olan örnek), en yüksek protein değerinin ise %13,26 (%20 yağ oranına sahip limon lifi ilavesi olmayan örnek) olduğu görülmektedir. Protein değerleri lif miktarındaki artış ile azalmaktadır. Limon lifi

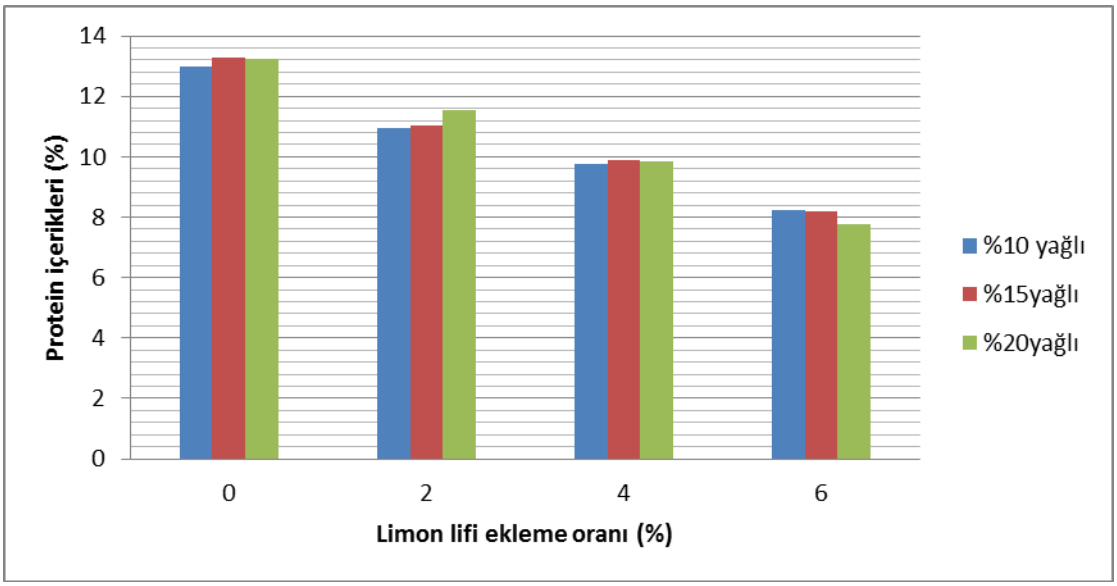
ilavesi olmayan grupların protein değeri %13,20 iken lif ilavesi ile bu değer düşmüştür. %6 limon lifi ilavesi olan gruplarda ortalama protein değeri %8,10 olarak belirlenmiştir ($p<0,05$).

Hamburger köfte hamurlarına limon lifi ilavesi su ile birlikte yapıldığından, hamburger köftelerinin formulasyonundaki protein miktarı oransal olarak azalmaktadır. Dolayısıyla, ilave edilen limon lifi miktarı arttıkça, örneklerin protein miktarında azalma meydana gelmektedir. Dzudie (2002), hamburger köftelerinde yağ ve protein miktarındaki azalmanın nem miktarındaki artış ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Yapılan istatistik değerlendirme sonucunda protein değerleri üzerine yağ-lif interaksiyonun etkili olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Örneklere ilave edilen limon lifi miktarı arttıkça protein miktarında azalma meydana gelmiştir. Benzer sonuçları Fernandez-Ginez (2003) Bologna sosislerinde, Troy (1999) hamburger köftelerinde ve Garcia (2002) fermente sosislerde bulmuşlardır.

Güven (2010), çalışmasında ilave edilen havuç lifi miktarındaki artış ile hamburger köftelerinin protein içeriklerinde azalma meydana geldiğini bildirmiştir.




Şekil 4.4 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinde protein içerikleri değişimi

Carbonell-Aleson (2005), limon albedosunun hamburger köftelerinde kullanım olanağını araştırmışlardır. Yapılan çalışmada protein içeriğinin, ilave edilen albedo türü ve konsantrasyonundan etkilendiği açıklanmıştır. Limon albedosunun ilave miktarı arttıkça protein içeriğinde azalma meydana gelmiştir.

### 4.3.4 Hamburger köftelerinin kül içerikleri

Farklı oranlarda yağ (%10, %15, %20) içeren hamburger köfte hamuruna farklı oranlarda (%0, %2, %4, %6) limon lifi ilavesinin hamburger köftelerinin kül içerikleri üzerine etkileri çizelge 4.4 ve şekil 4.5'de gösterilmiştir.

Hamburger köfteleri kül içerikleri bakımından incelendiğinde limon lifi ilavesi olmayan %10 yağlı örneğin kül içeriği bakımından en yüksek değere (%3,07) sahip olduğu, %6 limon lifi ilaveli %10 yağlı örneğin ise kül içeriği bakımından en düşük değere (%1,43) sahip olduğu görülmektedir.

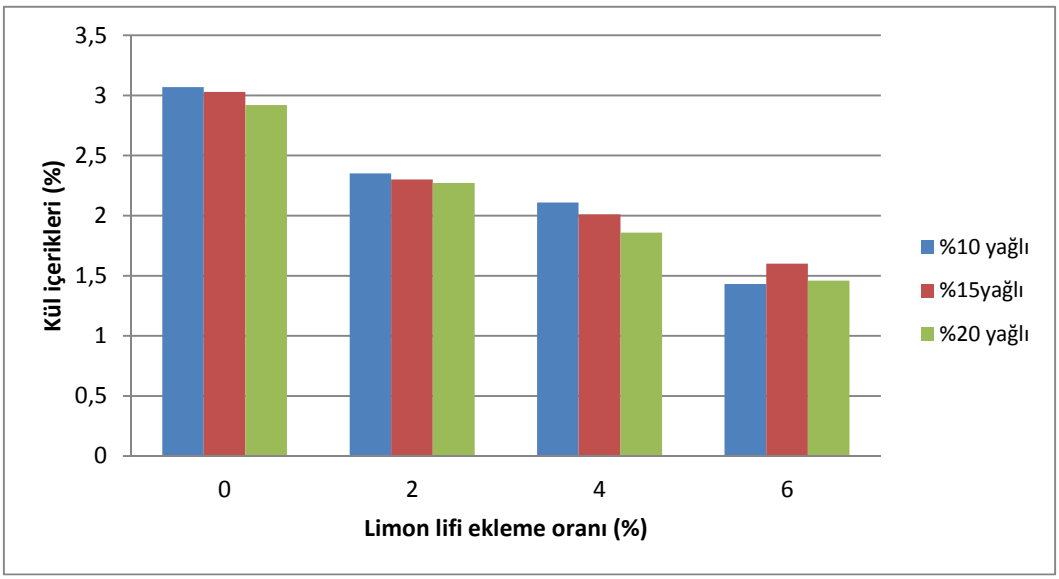
Çizelge 4.4 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin kül İçerikleri (%)

| **Yağ (%)** / **Limon Lif (%)** | **10** | **15** | **20** | **Ortalama** |
|---|---|---|---|---|
| **0** | $3,07^{Aa}$ | $3,03^{Aa}$ | $2,92^{Aa}$ | $3,01^{W}$ |
| **2** | $2,35^{Ba}$ | $2,30^{Ba}$ | $2,27^{Ba}$ | $2,31^{X}$ |
| **4** | $2,11^{Ca}$ | $2,01^{Cab}$ | $1,86^{Ca}$ | $1,99^{Y}$ |
| **6** | $1,43^{Da}$ | $1,60^{Da}$ | $1,46^{Da}$ | $1,49^{Z}$ |
| **Ortalama** | 2,24 | 2,24 | 2,13 | |

↓ W-Z : Farklı oranlarda lif içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
→ a-c : Aynı lif oranında farklı oranlarda yağ içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)
↓ A-D : Aynı yağ oranında farklı oranlarda lif içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)

Limon lifi ilave edilerek üretilen hamburger köftelerinin, kül miktarları limon lifi miktarından etkilenmektedir ($p<0,05$). Eklenen limon lifi miktarı arttıkça kül miktarında azalmanın istatistik olarak önemli olduğu saptanmıştır. Limon lifi ilavesi olmayan grup en yüksek kül miktarına sahipken, %6 limon lifi ilave edilen grup en düşük kül miktarına sahiptir. %6 limon lifi ilave edilen grubun kül miktarı, kontrol grubu kül miktarına göre %50 oranında azalmıştır.

Hamburger köftelerinin içerdikleri yağ miktarları, kül miktarı üzerine etki etmemiştir ($p>0,05$). %10 yağlı hamburger köftesi ile %15 yağlı hamburger köftesi grupları ortalama %2,24 kül miktarına sahipken, %20 yağ içeren hamburgerlerin kül içerikleri ortalama %2,13 düzeyinde belirlenmiştir.




Şekil 4.5 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinde kül içerikleri değişimi (%)

Caceres (2004), mortadella tipi sosislere ilave ettikleri %2-12 aralığında fruktooligosakkaritin etkilerini incelediklerinde istatistik açıdan önemli olmasa da yağ oranının azalmasına bağlı olarak örneklerdeki kül oranlarında artış olduğunu tespit etmişlerdir.

Güven (2010), yağı azaltılmış hamburger köftelerine farklı oranlarda(%0, %2, %4, %6) ilave ettikleri havuç lifinin etkilerini incelerken, yağ oranının azalmasına bağlı olarak örneklerdeki kül oranlarında artış olduğunu bildirmişlerdir.

### 4.3.5 Hamburger köftelerinin tuz içerikleri

Farklı oranlarda yağ (%10, %15, %20) içeren hamburger köfte hamuruna farklı oranlarda (%0, %2, %4, %6) limon lifi ilavesinin hamburger köftelerinin tuz içerikleri üzerine etkileri çizelge 4.5 ve şekil 4.6'de gösterilmiştir.

Hamburger köfteleri tuz miktarı açısından incelendiğinde en yüksek değer %10 yağlı limon lifi ilavesi olmayan örneğe (%3,33), en düşük değer ise %20 yağlı %6 limon lifi ilavesi olan örneğe (%2,20) aittir.

Çizelge 4.5 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin tuz içerikleri (%)

| **Yağ (%) / Limon Lifi (%)** | **10** | **15** | **20** | **Ortalama** |
|---|---|---|---|---|
| **0** | $3,33^{A}$ | $2,76^{A}$ | $2,92^{A}$ | $3,01^{W}$ |
| **2** | $2,69^{B}$ | $2,58^{A}$ | $2,32^{AB}$ | $2,53^{X}$ |
| **4** | $2,47^{B}$ | $2,22^{A}$ | $2,55^{AB}$ | $2,41^{X}$ |
| **6** | $2,45^{B}$ | $2,38^{A}$ | $2,20^{A}$ | $2,35^{X}$ |
| **Ortalama** | 2,73 | 2,49 | 2,50 | |

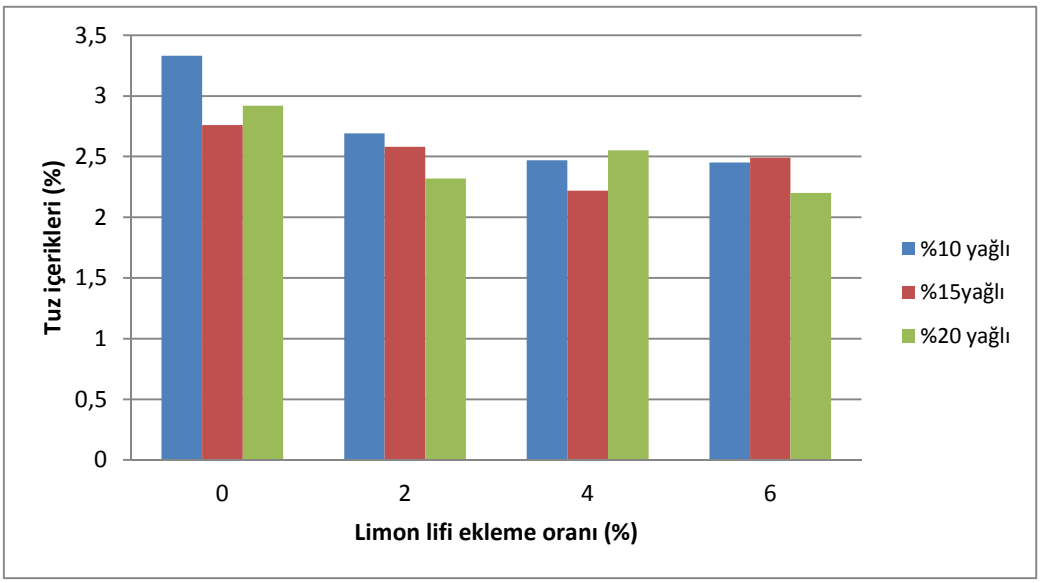
W-X : Farklı oranlarda lif içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
A-D : Aynı yağ oranında farklı oranlarda lif içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)

Hamburger köftelerine ilave edilen limon lifi tuz değerlerini etkilemiştir($p<0,05$). Eklenen limon lifinin oranı ise tuz değerlerini değiştirmemiştir. Limon lifi ilavesi olmayan örneğe ait tuz değeri ortalama %3,01 iken, bu değer %2, %4 ve %6 oranlarında limon lifi ilave edilmiş örnek gruplarında sırasıyla %2,53, %2,41 ve %2,35 düzeyine düşmüş ve tuz değerindeki bu azalma istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Ancak %2, %4 ve %6 limon lifi ilaveli grupların tuz değerleri arasındaki farklılık

istatistik açıdan önemli bulunmamıştır (p>0,05). Dolayısıyla, düşük yağlı hamburger köftesi üretiminde limon lifi kullanımının tuz miktarını düşürdüğü ancak ilave edilen limon lifi konsantrasyonun tuz miktarını düşürmede önemli düzeyde etkili olmadığı söylenebilir.

Tuz miktarında meydana gelen azalmaların nedeni olarak, 1:13 oranında hidratlaştırılarak ilave edilen lif miktarının toplam kütlede artışa sebep olması verilebilir.

Hamburger köftelerinin yağ miktarları, tuz değerleri üzerine etki etmemiştir (p>0,05).




Şekil 4.6 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinde tuz içerikleri değişimi

Güven (2010), farklı oranlarda havuç lifi kullanarak ürettikleri hamburger köftelerinin tuz içeriklerinin , ilave edilen havuç lifi oranı arttıkça azaldığını bildirmişlerdir.

### 4.3.6 Hamburger köftelerinin kollajen içerikleri

Farklı oranlarda yağ (%10, %15, %20) içeren hamburger köfte hamuruna farklı oranlarda (%0, %2, %4, %6) limon lifi ilavesinin hamburger köftelerinin kollajen içerikleri üzerine etkileri çizelge 4.6 ve şekil 4.7'de gösterilmiştir.

Hamburger köftelerinin kollajen içerikleri %1,90 – 1,52 arasındadır. En yüksek değer limon lifi ilavesi olmayan %10 yağlı hamburger köftesine, en düşük değer ise %20 yağlı %6 limon lifi içeren hamburger köftesine aittir.

Çizelge 4.6 Farklı oranlarda yağ ve havuç lifi içeren hamburger köftelerinin kollajen miktarları (%)

| **Yağ (%) / Limon Lifi (%)** | **10** | **15** | **20** | **Ortalama** |
|---|---|---|---|---|
| **0** | $1,90^{Aa}$ | $1,87^{Aa}$ | $1,85^{Aa}$ | $1,87^{W}$ |
| **2** | $1,81^{Ba}$ | $1,77^{Bab}$ | $1,71^{Bb}$ | $1,76^{X}$ |
| **4** | $1,68^{Ca}$ | $1,66^{Cab}$ | $1,60^{Cb}$ | $1,65^{Y}$ |
| **6** | $1,62^{Da}$ | $1,54^{Db}$ | $1,52^{Db}$ | $1,56^{Z}$ |
| **Ortalama** | $1,75^{x}$ | $1,71^{y}$ | $1,67^{z}$ | |

→ x-z : Farklı oranlarda yağ içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
↓ W-Z : Farklı oranlarda lif içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
→ a-c : Aynı lif oranında farklı oranlarda yağ içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)
↓ A-D : Aynı yağ oranında farklı oranlarda lif içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)

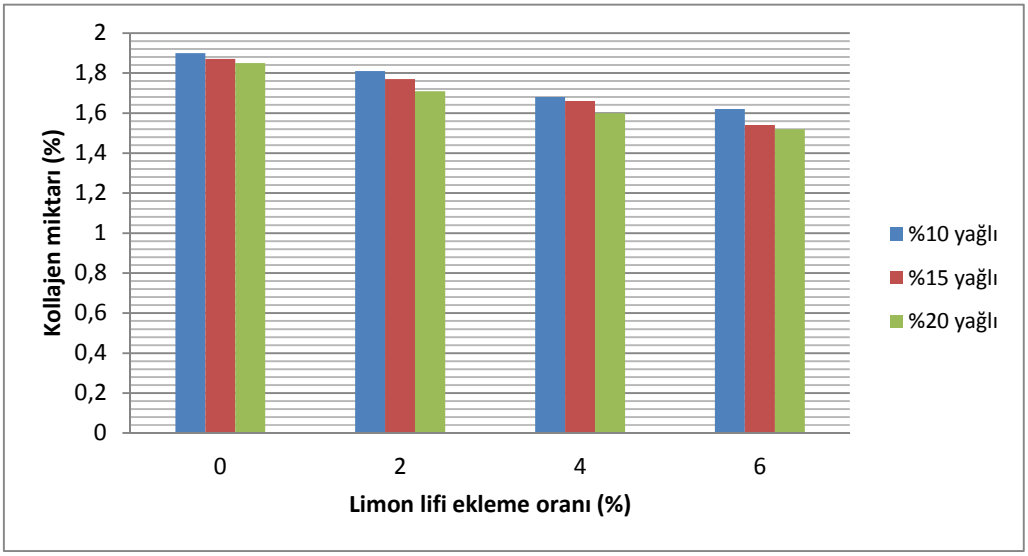
Hamburger köfteleri kollajen miktarları açısından değerlendirildiğinde, limon lifi ekleme oranı arttıkça kollajen miktarında azalmanın meydana geldiği gözlemlenmektedir ($p<0,05$). Limon lifi ilavesi olmayan grupta kollajen miktarı ortalama %1,87 oranında bulunurken, bu değer %2 limon lifi içeren grupta %1,76, %4 limon lifi içeren grupta %1,65, %6 limon lifi içeren grupta %1,56 oranında bulunmaktadır. Yani, limon lifi kullanımının hamburger köftelerinin kollajen miktarını

azaltmada etkili olduğu ve artan limon lifi konsantrasyonlarında bu etkinliğin daha da arttığı söylenebilir.

Hamburger köftelerinin kollajen miktarları, yağ miktarı ile ters orantılıdır($p<0,05$). Hamburger köftelerinde yağ içeriği arttıkça, kollajen miktarlarında azalma meydana gelmiştir. %10 yağlı grup ortalama %1,75 oranında kollajen içerirken,%15 yağlı grup %1,71 ve %20 yağlı grup %1,67 oranında kollajen içermektedir.

Kollajen miktarında meydana gelen azalmaların nedeni olarak, 1:13 oranında hidratlaştırılarak ilave edilen lif miktarının toplam kütlede artışa sebep olması verilebilir.

Güven (2010), düşük yağlı hamburger köftesi üretimi çalışmasında, ilave edilen havuç lifi oranı arttıkça köftelerin kollajen içeriklerinde azalma olduğunu tespit etmiştir.




Şekil 4.7 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinde kollajen içerikleri değişimi

### 4.3.7 Hamburger köftelerinin kolesterol içeriği

Farklı oranlarda yağ (%10, %15, %20) içeren hamburger köfte hamuruna farklı oranlarda (%0, %2, %4, %6) limon lifi ilavesinin hamburger köftelerinin kolesterol içerikleri üzerine etkileri çizelge 4.7 ve şekil 4.8'de gösterilmiştir.

Hamburger köfteleri kolesterol içerikleri bakımından incelendiğinde, %20 yağ oranına sahip %6 oranında lif ilavesi olan örnek en düşük kolesterol değerine sahiptir (94,70mg/100g), %10 yağ oranına sahip %6 limon lifi ilavesi olan örnek ise en yüksek kolesterol değerine sahiptir (193,13mg/100g).

Çizelge 4.7 Farklı oranda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin kolesterol içerikleri (mg/100g)

| **Yağ (%) / Limon Lifi (%)** | **10** | **15** | **20** | **Ortalama** |
|---|---|---|---|---|
| **0** | $170,96^{Aa}$ | $193,13^{Ab}$ | $189,79^{Ab}$ | $184,63^{W}$ |
| **2** | $151,00^{Ba}$ | $159,80^{Bab}$ | $169,73^{Bb}$ | $160,17^{X}$ |
| **4** | $145,50^{Cb}$ | $140,53^{Cb}$ | $140,60^{Cb}$ | $141,89^{Y}$ |
| **6** | $120,49^{Db}$ | $98,19^{Da}$ | $94,70^{Db}$ | $104,46^{Z}$ |
| **Ortalama** | 147,08 | 147,91 | 148,70 | |

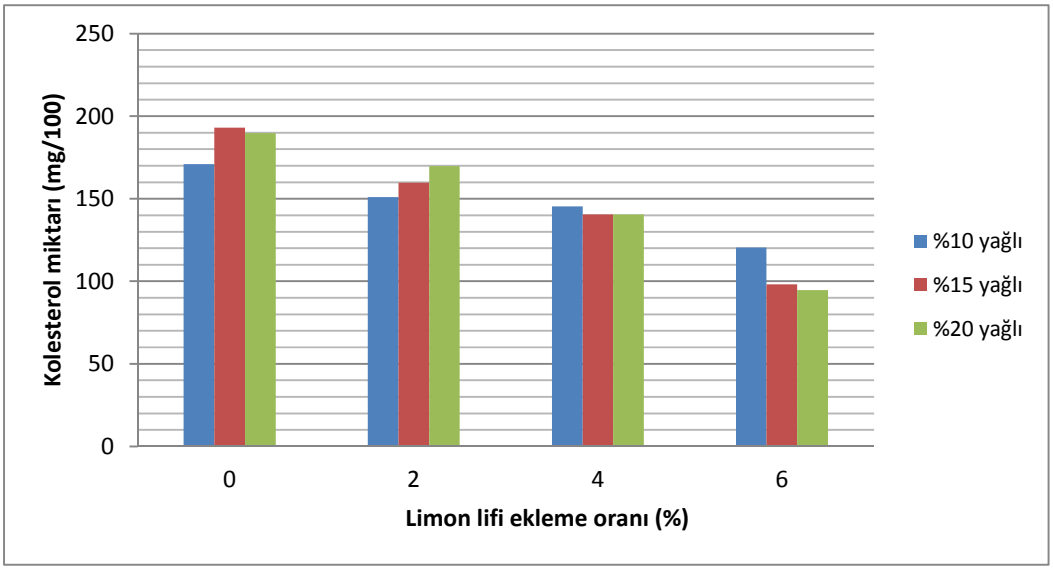
↓ W-Z : Farklı oranlarda lif içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
→ a-c : Aynı lif oranında farklı oranlarda yağ içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)
↓ A-D : Aynı yağ oranında farklı oranlarda lif içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)

Hamburger köftelerindeki limon lifi oranının artması ile kolesterol miktarında meydana gelen azalma istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Limon lifi ilavesi olmayan grupta kolesterol değeri 184,63mg/100g iken, %6 limon lifi ilaveli grupta bu değer %43 oranında azalmış ve 104,46mg/100g'a düşmüştür. Hamburger köftelerine ilave edilen limon lifi miktarı arttıkça, kolesterol değerindeki azalmanın da arttığı söylenebilir.

Hamburger köftelerine ilave edilen diyet lifi oranının kolesterol miktarına etkisi hesaplandığında, %6 limon lifi ilave edilmiş grubun kolestrol değeri, limon lifi ilave edilmemiş örnek grubuna göre %43 daha azdır.

Ancak, hamburger köftelerinin içerdiği yağ miktarının kolesterol değerleri üzerine etkili olduğu söylenemez. İstatistik açıdan %10 yağlı grup ile %20 yağlı grup arasında kolesterol miktarları açısından bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Hamburger köftelerinin kolesterol miktarları, yağ-lif interaksiyonu ile değişiklik göstermektedir ($p<0,05$). %4 limon lifi ilaveli %15 yağ içeren hamburger köftesi 140,53 mg/100 kolesterol içerirken, aynı lif miktarına sahip %10 yağ içeren hamburger köftesi 145,5mg/100 kolesterol içermektedir.




Şekil 4.8 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinde kolesterol içerikleri değişimi

Candoğan ve Kolsarıcı (2003), %0,7 karragenan %0,5 karragenan + pektin jelinin düşük yağlı frankfurter tipi sosislere eklenmesinin kolesterol düzeyinde önemli azalma sağladığını belirtmişlerdir. Yağ içeriğinin %17,07'den %3 daha düşük seviyelere

azaltılmasının düşük yağlı frankfurter tipi sosislerde kolesterolde %50-56'lık azalma yaptığını rapor etmişlerdir.

Güven (2010), çalışmasında ilave edilen havuç lifi miktarının artışına bağlı olarak kolesterol değerinde azalmalar olduğunu bildirmiştir. Yapılan çalışmada havuç lifi ilavesi olmayan grubun kolesterol miktarı ile, havuç lifi ilave edilmiş (%2 , %4, %6 oranlarında) grupların kolesterol miktarları arasındaki fark istatistik açıdan önemli bulunmuştur. Ayrıca yağ oranındaki artışında hamburgerlerin kolesterol içeriğinde artışa neden olduğunu da bildirmiştir.

### 4.3.8 Hamburger köftelerinin diyet lif içerikleri

Bitki hücre duvarında bulunan lignin; kütin, mum, suberin gibi lignin türevleri (Vasanthan 2002); selüloz, hemi-selüloz, pektin gibi yapı polisakkaritleri, inülin ve oligofruktoz gibi oligosakkaritler (Idourine 1996, Thebaudin 1997, Grigelmo-Miguel 1999a) diyet lifi olarak tanımlanmaktadır.

Çözünür diyet lifçe zengin gıdalar meyve, sebze, sert kabuklu yemişler (Thebaudin 1997), buğday kepeği ise çözünmeyen diyet lifçe zengin gıdalara örnektir (Schneeman 1987).

Farklı oranlarda yağ (%10, %15, %20) içeren hamburger köfte hamuruna farklı oranlarda (%0, %2, %4, %6) limon lifi ilavesinin hamburger köftelerinin diyet lifi içerikleri Çizelge 4.8 ve Şekil 4.9'da gösterilmiştir. En düşük diyet lifi değeri %0,57 (%10 yağ oranına sahip lif ilavesi olmayan örnek), en yüksek diyet lifi değeri ise %6,01 (%10 yağ oranına sahip %6 limon lifi ilavesi olan örnek)'dır.

Çalışılan hamburger örneklerinde farklı yağ oranlarının diyet lifi miktarı üzerine etkisi görülmemiştir ($p>0,05$). Hamburger köftelerinin bileşimindeki lif miktarı, yağ miktarından bağımsız bir şekilde artış göstermektedir. Ancak ilave edilen limon lifi miktarı arttıkça hamburger örneklerinin lif içeriklerinde meydana gelen artış istatistik açıdan önemli bulunmuştur($p<0,05$).

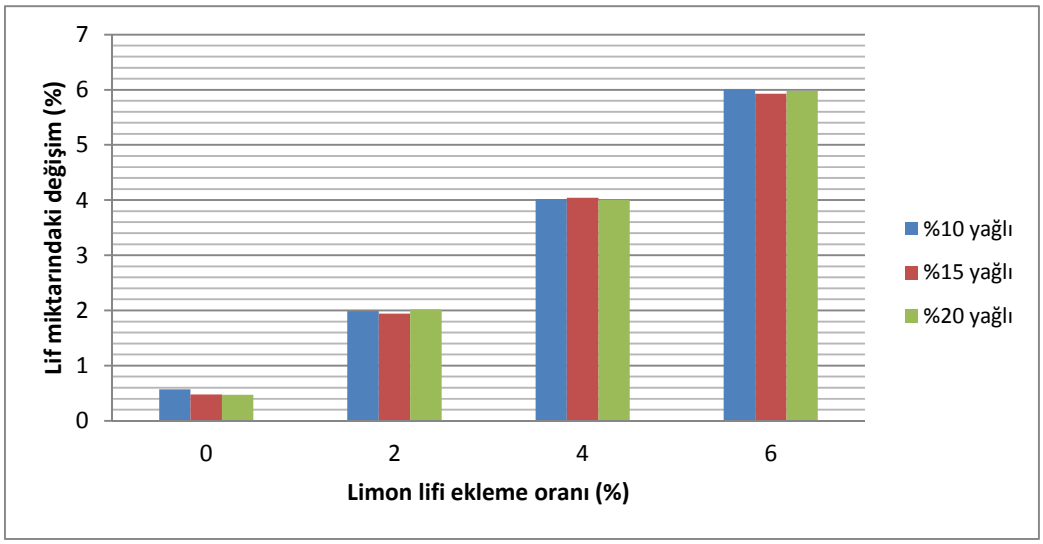
Hamburger köftelerine ilave edilen limon lifi miktarı arttıkça, toplam lif miktarında artış meydana gelmiştir. Limon lifi ilavesi olmayan grupta ortalama %0,51 toplam lif bulunurken, ilave edilen limon lifi konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak toplam lif miktarı %6 limon lifi ilaveli grupta %5,97'e kadar çıkmıştır.

Çizelge 4.8 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin diyet lifi içerikleri (%)

| **Yağ (%)** / **Limon Lifi (%)** | **10** | **15** | **20** | **Ortalama** |
|---|---|---|---|---|
| **0** | $0,57^{D}$ | $0,48^{D}$ | $0,47^{D}$ | $0,51^{W}$ |
| **2** | $1,99^{C}$ | $1,94^{C}$ | $2,02^{C}$ | $1,98^{X}$ |
| **4** | $4,02^{B}$ | $4,04^{B}$ | $4,00^{B}$ | $4,02^{Y}$ |
| **6** | $6,01^{A}$ | $5,93^{A}$ | $5,98^{A}$ | $5,97^{Z}$ |
| **Ortalama** | 3,15 | 3,10 | 3,12 | |

W-Z : Farklı oranlarda lif içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
A-D : Aynı yağ oranında farklı oranlarda lif içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)

Fernandez-Ginez (2003), farklı oranlarda limon albedosu (%0, %2,5, %5, %10) ilave ettiği Bologna sosislerinde yaptıkları çalışmada ilave edilen albedo oranı arttıkça, sosislerin içerdiği lif miktarında artış meydana geldiğini saptamışlardır.




Şekil 4.9 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinde diyet lif içerikleri değişimi

### 4.3.8.1 Hamburger köftelerinin çözünmeyen diyet lif içerikleri

Farklı oranlarda yağ (%10, %15, %20) içeren hamburger köfte hamuruna farklı oranlarda (%0, %2, %4, %6) limon lifi ilavesinin hamburger köftelerinin çözünmeyen diyet lifi içerikleri üzerine etkileri çizelge 4.9 ve şekil 4.10'da gösterilmiştir.

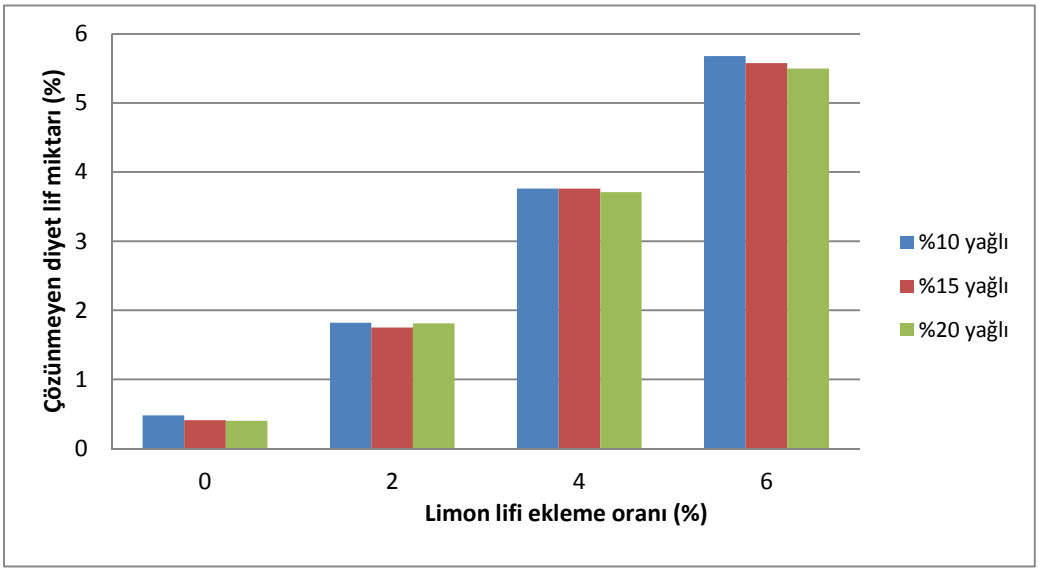
Hamburger köftelerinde, yağ oranı değiştikçe çözünmez diyet lif miktarında azalma meydana gelmiştir ($p<0,05$). %10 yağlı grup ile %15 yağlı grup arasında ve %15 yağlı grup ve %20 yağlı grup arasında fark yoktur ancak %10 yağlı grup ve %20 yağlı grup arasında fark istatistik açıdan önemlidir ($p<0,05$). %10 yağlı grubun içerdiği çözünmeyen diyet lif miktarı ortalama %2,94 iken, %20 yağlı grubun içerdiği çözünmeyen diyet lif miktarı ortalama %2,85'e düşmüştür.

Çizelge 4.9 Farklı oranda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin çözünmeyen diyet lifi içerikleri (%)

| Yağ (%) / Limon Lif (%) | 10 | 15 | 20 | Ortalama |
|---|---|---|---|---|
| **0** | $0,48^{D}$ | $0,41^{D}$ | $0,40^{D}$ | $0,44^{Z}$ |
| **2** | $1,82^{C}$ | $1,75^{C}$ | $1,81^{C}$ | $1,79^{Y}$ |
| **4** | $3,76^{B}$ | $3,76^{B}$ | $3,71^{B}$ | $3,74^{X}$ |
| **6** | $5,68^{A}$ | $5,58^{A}$ | $5,50^{A}$ | $5,58^{W}$ |
| **Ortalama** | $2,94^{x}$ | $2,88^{xy}$ | $2,85^{y}$ | |

→ W-Z : Farklı oranlarda yağ içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
↓ x-y : Farklı oranlarda lif içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
↓ A-D : Aynı yağ oranında farklı oranlarda lif içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)

Hamburger köftelerine ilave edilen limon lifi miktarı arttıkça, çözünmeyen diyet lif miktarında da artış meydana gelmiştir. Örneklerin içerdiği yağ miktarından bağımsız olarak artış gösteren çözünmeyen diyet lifi miktarının sebebi, limonun çözünmeyen lif miktarınca zengin olmasıdır. Kontrol grubunun içerdiği çözünmeyen diyet lif miktarı ortalama %0,44 iken, bu değer limon lifi ilavesi ile artmakta ve %6 limon lifi içeren grupta ortalama %5,58'e çıkmaktadır. Çözünmeyen diyet lifi miktarı, ilave edilen limon lifinin konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak artmıştır.




Şekil 4.10 Farklı oranda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinde çözünmeyen lif içerikleri değişimi

### 4.3.8.2 Hamburger köftelerinin çözünür diyet lifi içerikleri

Farklı oranlarda yağ (%10, %15, %20) içeren hamburger köfte hamuruna farklı oranlarda (%0, %2, %4, %6) limon lifi ilavesinin hamburger köftelerinin çözünmez diyet lifi içerikleri üzerine etkileri çizelge 4.10 ve şekil 4.11'de gösterilmiştir.

Hamburger köftelerinin çözünür diyet lif miktarları %0,06 – 0,48 arasındadır. En yüksek değer %6 limon lifi ilaveli %20 yağlı örneğe, en düşük değer ise limon lifi ilavesi olmayan %10 yağlı örneğe aittir.

Çözünen diyet liflerinin kalori değerleri düşük, yağ ve su tutma kapasiteleri de çözünmeyen diyet liflerine oranla daha yüksektir (Serdaroğlu ve Yıldız-Turp 2004).

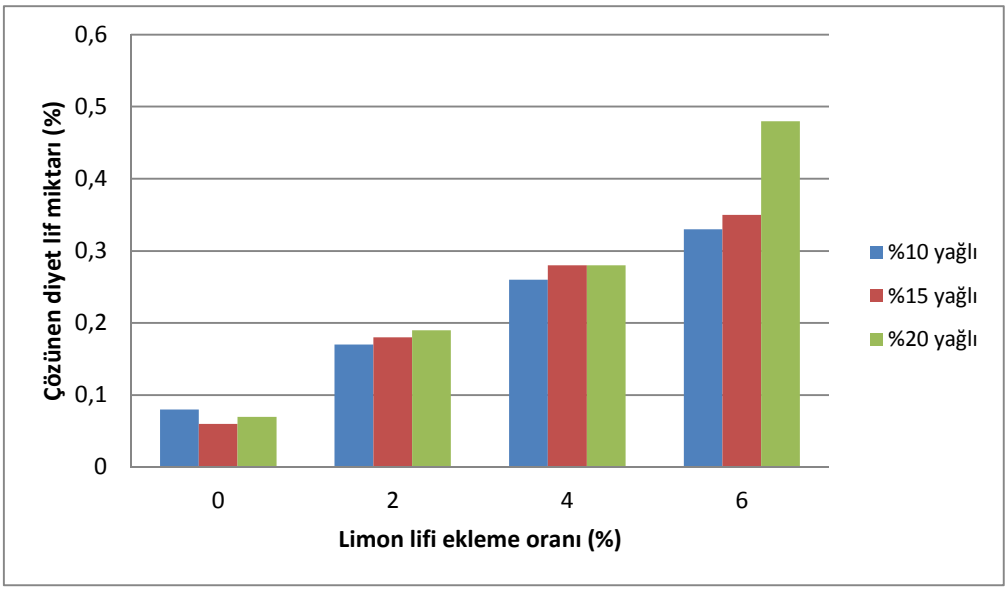
Çizelge 4.10 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin çözünen diyet lif içerikleri (%)

| Yağ (%) / Limon Lifi (%) | 10 | 15 | 20 | Ortalama |
|---|---|---|---|---|
| **0** | $0,08^{Da}$ | $0,06^{Da}$ | $0,07^{Da}$ | $0,07^{Z}$ |
| **2** | $0,17^{Ca}$ | $0,18^{Ca}$ | $0,19^{Ca}$ | $0,18^{Y}$ |
| **4** | $0,26^{Ba}$ | $0,28^{Ba}$ | $0,28^{Ba}$ | $0,27^{X}$ |
| **6** | $0,33^{Ab}$ | $0,35^{Ab}$ | $0,48^{Aa}$ | $0,38^{W}$ |
| **Ortalama** | $0,21^{y}$ | $0,21^{y}$ | $0,25^{x}$ | |

→ W-Z : Farklı oranlarda yağ içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
↓ x-y : Farklı oranlarda lif içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
→ a-c : Aynı lif oranında farklı oranlarda yağ içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)
↓ A-D : Aynı yağ oranında farklı oranlarda lif içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)

Hamburger köftelerine ilave edilen limon lifi miktarı arttıkça, çözünen diyet lif miktarı da artış göstermiştir. Limon lifi ilavesi olmayan grup ortalama %0,07 oranında çözünür lif içerirken, %6 limon lifi ilaveli grup ortalama %0,38 oranında çözünür lif içermektedir. Limon lifi konsantrasyonu arttıkça, çözünür lif miktarı da artış göstermektedir.

Hamburger köftelerinin çözünür lif miktarı üzerine, yağ-lif interaksiyonu da etkilidir ($p<0,05$). %6 limon lifi ilaveli %15 yağlı hamburger köftesinin çözünür lif miktarı %0,35 iken, aynı lif oranında %20 yağlı hamburger köftesinde bu oran artmış ve %0,48 olmuştur.




Şekil 4.11 Farklı oranda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin çözünen diyet lif içerikleri değişimi

## 4.4 Hamburger Köftelerinin pH Değerleri

Farklı oranlarda yağ (%10, %15, %20) içeren hamburger köfte hamuruna farklı oranlarda (%0, %2, %4, %6) limon lifi ilavesinin hamburger köftelerinin pH değerleri üzerine etkileri çizelge 4.11 ve şekil 4.12'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.11 incelendiğinde, en düşük pH değerinin %4,59 (%20 yağ oranına sahip %6 oranında lif ilavesi olan örnek), en yüksek pH değerinin ise %5,84 (%20 yağ oranına sahip %2 limon lifi ilavesi olan örnek) olduğu görülmektedir.

Limon lifi ilavesi hamburger köftesi örneklerinin pH değerlerini önemli ölçüde etkilemiş ($p<0,05$), örneklerin pH değerlerinin limon lifi ilave oranının artmasıyla azalma eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Limon lifi ilavesi olmayan grupta pH 5,36 iken limon lifi ilavesi ile bu değer artmıştır. İlave edilen limon lifi konsantrasyonu arttıkça da pH değerlerinde meydana gelen azalmalar artmıştır. Bu azalmanın nedeni limon lifinin içerdiği organik asitlerdir.

Hamburger köftelerinin içerdikleri yağ oranlarındaki artışta, pH değerlerini etkilemiştir ($p<0,05$). %10 yağlı hamburger köftesi yüksek pH değerine sahipken, %20 yağlı hamburger köftesinde bu değer %3,8 oranında düşüş göstermiştir. Yani, hamburger köftelerinin içeriğindeki yağ miktarı arttıkça, pH değeri azalmıştır.

Hamburger köftelerinin pH değerleri üzerine yağ-lif interaksiyonu da etki etmektedir ($p<0,05$). %2 limon lifi içeren %15 yağlı örneğin pH değeri 5,17 iken, aynı lif oranına sahip %20 yağlı örneğin pH değeri 5,84'e yükselmiştir. pH'sı 5,17 olan örnekte aynı yağ oranına sahip %4 limon lifi içeren örneğin pH değeri ise 4,71'e düşmüştür.

Çizelge 4.11 Farklı yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin pH değerleri

| **Yağ (%) / Limon Lifi (%)** | **10** | **15** | **20** | **Ortalama** |
|---|---|---|---|---|
| **0** | $5,41^{Aa}$ | $5,30^{Ab}$ | $5,36^{Aab}$ | $5,36^{W}$ |
| **2** | $5,23^{Ba}$ | $5,17^{Ba}$ | $5,84^{Bb}$ | $5,08^{X}$ |
| **4** | $4,83^{Ca}$ | $4,71^{Ca}$ | $4,69^{Cb}$ | $4,74^{Y}$ |
| **6** | $4,74^{Da}$ | $4,73^{Da}$ | $4,59^{Db}$ | $4,69^{Z}$ |
| **Ortalama** | $5,06^{x}$ | $4,97^{y}$ | $4,87^{z}$ | |

→ x-z : Farklı oranlarda yağ içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
↓ W-Z : Farklı oranlarda lif içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
→ a-c : Aynı lif oranında farklı oranlarda yağ içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)
↓ A-D : Aynı yağ oranında farklı oranlarda lif içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)

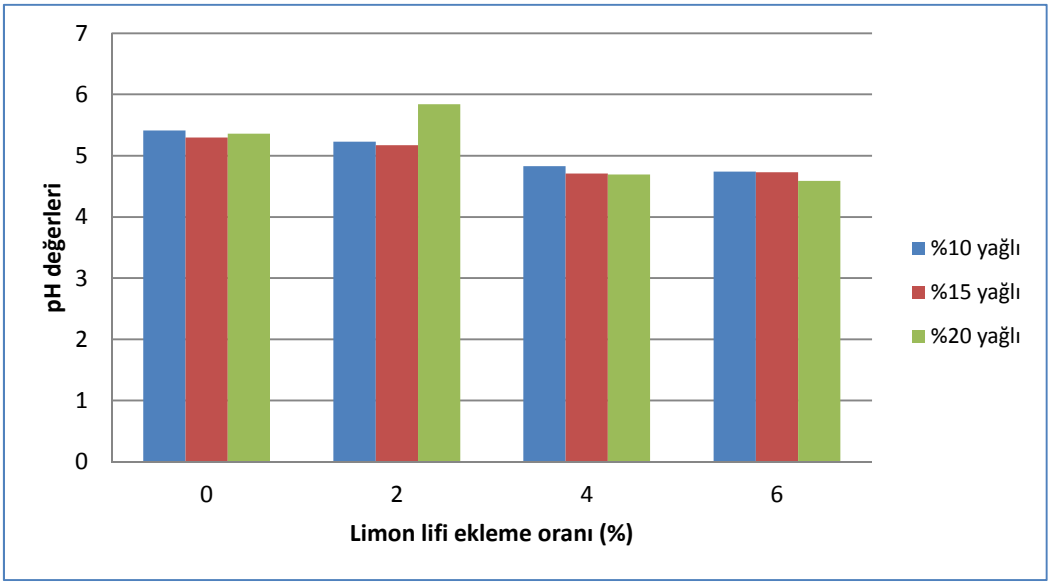
Güven (2010), düşük yağlı hamburger köftelerinde havuç lifi kullanım olanığını araştırdıkları çalışmada, ilave ettikleri havuç lifi miktarı arttıkça pH değerlerinde önemli ölçüde azalma tespit etmişlerdir. Bu azalmanın sebebi olarak, kullanılan havuç lifinin düşük pH'lı olması verilmiştir.

Carbonell-Aleson (2005), sığır etinden hazırladıkları hamburger köftesinde %0, %2,5, %5, %7,5 oranlarında limon albedosu ilavesinin pH değerini önemli derecede düşürdüğünü saptamışlardır.

Sarıçoban vd. (2008), farklı konsantrasyonlarda limon albedosu (%0, %2,5, %5, %7,5, %10) kullanarak emülsifiye ürünlerde yaptıkları çalışmada limon albedosunun konsantrasyonu arttıkça pH'nın düştüğü sonucuna varmışlardır. Bunun nedeni olarak limon albedosu içerisinde bulunan organik asitlerin varlığını göstermişlerdir.

Troutt vd. (1992b) ve Bloukas ve Paneras (1993), farklı yağ miktarlarının örneklerin pH değerleri üzerinde etkisi olmadığını bildirmişlerdir.

Eim vd. 2007 yılında sosislere havuç lifi ilave ederek yaptıkları çalışmada da, havuç lifi ilavesi ile pH değerinde düşmeler olduğunu gözlemlemişlerdir.




Şekil 4.12 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinde pH değişimi

## 4.5 Hamburger Köftelerinin Pişirme Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

### 4.5.1 Hamburger köftelerinin pişirme verimi değerleri

Pişirme verimi et endüstrisi için önemli ölçütlerden birisidir. Tüketiciler, pişirme işlemi sırasında hacimce küçülen ürünleri beğenmemekte ve bu ürünlere karşı talep azlığı

meydana gelmektedir. Hughes vd. (1997), pişirme kaybının yağ ve nem yüzdesindeki değişimden etkilendiğini belirtmişlerdir.

Yapılan bu çalışmada normal şartlarda pişirme esnasında kaybolan nemi ve yağı, düşük yağ içerikli sığır kıymalarına ilave edilen limon lifi tutmak amaçlanmıştır.

Hamburger köftelerine farklı oranlarda yağ (%10, %15, %20) ve limon lifi (%0, %2, %4, %6) ilavesinin pişirme verimi üzerine etkisi araştırılmış, sonuçlar çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin pişirme verimi değerleri (%)

| **Yağ (%)** / **Limon Lifi (%)** | **10** | **15** | **20** | **Ortalama** |
|---|---|---|---|---|
| **0** | 88,51 | 86,32 | 84,91 | 86,58 |
| **2** | 86,75 | 86,92 | 88,69 | 87,45 |
| **4** | 84,21 | 89,17 | 87,99 | 87,12 |
| **6** | 87,66 | 87,50 | 88,00 | 87,12 |
| **Ortalama** | 86,78 | 87,48 | 87,40 | |

Hamburger köftelerinin pişirme verim değerleri %84,21 – 89,17 arasındadır. En düşük değer %10 yağlı ve %4 limon lifi ilaveli gruba, en yüksek değer ise %15 yağlı ve %4 limon lifi ilaveli gruba aittir. Ancak elde edilen veriler istatistik açıdan değerlendirildiğinde, örnek gruplarının pişirme verimleri arasında fark gözlemlenmemiştir. Hamburger köftelerine ilave edilen limon lifi miktarı ve hamburger köftelerinin yağ içerikleri, pişirme verimi üzerine etki etmemişlerdir.

Yüksek oranda yağ içeren köftelerin pişirme kayıpları daha yüksek olmaktadır. Berry (1993), %4 yağ içeren sığır köfteleri ile %20 yağ içeren sığır köfteleri arasında pişirme kaybı farkının yüksek olduğunu bildirmiştir. Limon lifi ilave edilerek üretilen

hamburger köftelerinde yağ oranları arttıkça pişirme kaybı farkı değişmemiştir. Limon lifi ilavesinin, pişirme kayıplarını engellemesinin sebebi, su ve yağ tutma kapasitesinin yüksek olmasıdır.

Anderson ve Berry (2001), farklı oranlarda (%0, %10, %12, %14, %16) bezelye lifi ilave ettikleri hamburgerlerdeki pişirme verim değerlerine baktıklarında, kontrol grubu ile lif ilavesi olan gruplar arasındaki istatistik farkın önemli olduğunu bildirmişlerdir. Kontrol grubunda meydana gelen pişirme kayıplarının, lif ilaveli gruplarda meydana gelen pişirme kayıplarından daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Güven (2010), havuç lifi ile hamburger köftesi üretimi çalışmasında, yüksek lifli (%4, %6) köftelerin pişirme verimlerinde önemli oranda düşüşler tespit etmişlerdir. Pişirme kayıplarının artmasının sebebinin, örneklerin yüksek su miktarı olduğunu bildirmişlerdir.

### 4.5.2 Hamburger köftelerinin nem tutulumu değerleri

Hamburger köftelerine farklı oranlarda yağ (%10, %15, %20) ve limon lifi (%0, %2, %4, %6) ilavesine bağlı olarak belirlenen nem tutulumu değerleri çizelge 4.13 ve şekil 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.13 Farklı oranda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin nem tutulumu değerleri (%)

| Yağ (%) / Limon Lifi (%) | 10 | 15 | 20 | Ortalama |
|---|---|---|---|---|
| **0** | $56,23^{Da}$ | $52,32^{Cab}$ | $49,64^{Cb}$ | $52,73^{Z}$ |
| **2** | $59,08^{Ca}$ | $58,45^{Ba}$ | $57,80^{Ba}$ | $58,44^{Y}$ |
| **4** | $58,22^{Ba}$ | $61,59^{ABa}$ | $58,98^{ABa}$ | $59,59^{X}$ |
| **6** | $64,75^{Aa}$ | $64,15^{Aa}$ | $62,42^{Aa}$ | $63,77^{W}$ |
| **Ortalama** | $59,57^{x}$ | $59,13^{xy}$ | $57,21^{y}$ | |

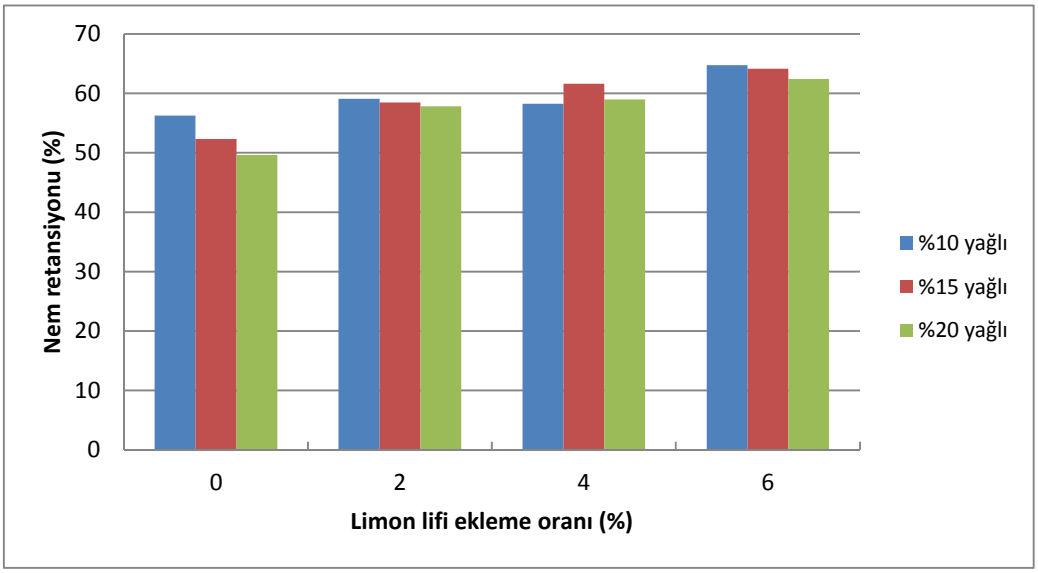
→ x-y : Farklı oranlarda yağ içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
↓ W-Z : Farklı oranlarda lif içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
→ a-c : Aynı lif oranında farklı oranlarda yağ içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)
↓ A-D : Aynı yağ oranında farklı oranlarda lif içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)

Nem tutulumu hesaplamalarına göre; en düşük değer %49,64 ile %20 yağlı limon lifi ilavesi olmayan gruba ait iken, en yüksek değer %64,75 ile %10 yağlı %6 limon lifi ilavesi olan gruba aittir.

Hamburger köftelerine ait nem tutulumu değerleri incelendiğinde, lif miktarı arttıkça nem tutulum değeri de artmaktadır. Limon lifi ilave edilmemiş gruba ait nem tutulum değeri ortalama %52,73 iken, %6 limon lifi ilave edilmiş gruba ait nem tutulum değeri %63,77'e çıkmıştır. Yani ilave edilen limon lifi miktarı arttıkça pişirme sırasında üründen uzaklaşacak su miktarı da azalmaktadır. Bu durumda limon lifinin su bağlama kapasitesinin yüksek olduğu söylenebilir.

Değerler incelendiğinde, yağ oranındaki artış ile nem tutulum değerinin azaldığı gözlemlenmektedir. %10 yağlı grup ortalama %59,57 nem tutulumuna sahipken, %20 yağlı grup %57,21 nem tutulumuna sahiptir. Bu durum, düşük yağlı ürünlerde nemin yaptığı yağ ikamesinin bir sonucudur (Pietrasik ve Duda 2000).

El-Magoli (1996), düşük yağlı köfte üretiminde peynir altı suyu konsantresini (%1, %2, %3, %4) kullandıkları çalışmada, kontrol örnekleri ile karşılaştırıldığında %22'den %11'e düşürülen yağ seviyesi ile nem tutulumunda önemli düzeyde bir artış tespit etmişlerdir.




Şekil 4.13 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin nem tutulum değişimi

Serdaroğlu (2006), farklı oranlarda(%0, %2, %4) mısır unu ilave ettikleri hamburger köftelerinde benzer sonuçları bulmuşlardır. Nem tutulumu, yağ miktarı ile ters orantılı olarak artış/azalış göstermektedir. Tsai (1998), mısır unu ilavesinin hamburger köftelerinin su absorbe etme kapasitesini arttırdığını bildirmiştir.

### 4.5.3 Hamburger köftelerinin yağ tutulumu değerleri

Hamburger köftelerine farklı oranlarda yağ (%10, %15, %20) ve limon lifi (%0, %2, %4, %6) ilavesine bağlı olarak belirlenen yağ tutulumu değerleri çizelge 4.14 ve şekil 4.14'de verilmiştir.

Yağ tutulumu hesaplamalarına göre; en düşük değer %50,85 ile %15 yağlı %2 limon lifi içeren örnekte, en yüksek değer ise %88,52 ile %20 yağlı %6 limon lifi içeren örnekte tespit edilmiştir.

Farklı oranlarda lif içeren gruplarda, lif ilavesiyle yağ tutulumunun arttığı bulunmuştur ($p<0,05$). Limon lifi ilavesi olmayan grupta yağ tutulum değeri %58,89 iken, %6 limon lifi ilavesi yapılan hamburger köftesi grubunda bu değer %81,55'e çıkmıştır. Limon lifi konsantrasyonu arttıkça yağ tutulum değeri de artış göstermektedir. Artan yağ tutulumu değerlerinin ürün lezzetine ve yapısına da katkı sağlayabileceği belirtilmiştir (El-Magoli 1996). Pişirme sırasında, et ürünlerinin matriksinde yağ tutma özellikleri duyusal özelliklerini ve kabul edilebilirliklerini etkilemektedir (Anderson ve Berry 2001).

Çizelge 4.14 Farklı oranda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin yağ tutulumu değerleri (%)

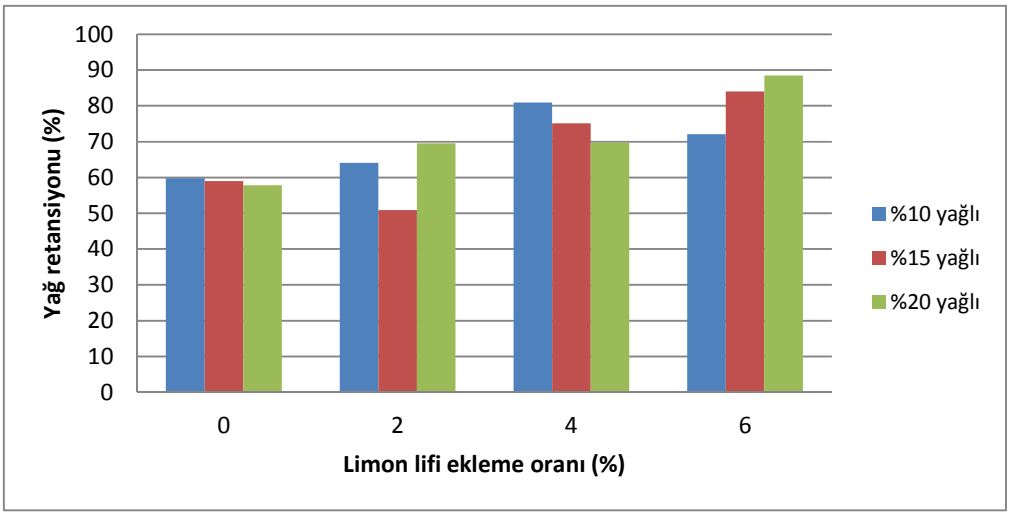
| **Yağ (%) / Limon Lifi (%)** | **10** | **15** | **20** | **Ortalama** |
|---|---|---|---|---|
| **0** | $59,80^{A}$ | $59,00^{C}$ | $57,86^{B}$ | $58,89^{Y}$ |
| **2** | $64,10^{A}$ | $50,85^{C}$ | $69,50^{AB}$ | $61,49^{XY}$ |
| **4** | $80,93^{A}$ | $75,10^{B}$ | $69,27^{AB}$ | $75,10^{WX}$ |
| **6** | $72,08^{A}$ | $84,04^{A}$ | $88,52^{A}$ | $81,55^{W}$ |
| **Ortalama** | 69,22 | 67,26 | 71,29 | |

W-Y : Farklı oranlarda lif içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
A-D : Aynı yağ oranında farklı oranlarda lif içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)

Hamburger köftelerinin yağ tutulum değerleri, yağ miktarlarıyla değişiklik göstermemiştir ($p>0,05$).

Yağ oranı yüksek olan örnekler daha düşük yağlı örneklere göre daha fazla yağ içerdiklerinden pişirme işlemi esnasında kaybettikleri yağ miktarı daha fazla olmuştur. Bu gözlem, çeşitli yağ seviyelerinde üretilen kıyma (Anderson ve Berry 2001), sığır etiyle hazırlanan hamburger köftesi (Carbonell-Aleson 2005) ve Türk tipi köftelerin

(Serdaroğlu ve Değirmencioğlu 2004) yağ tutulumu oranlarıyla benzerlik göstermektedir.




Şekil 4.14 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinde yağ tutulumu değişimi

Güven (2010), yaptığı çalışmada havuç lifi ilavesi ile örneklerin yağ tutulumunun arttığını bulmuştur. %4 ve %6 havuç lifi içeren gruplar arasında önemli düzeyde fark olmasa da, bu grupların yağ tutulum değerleri %2 havuç lifi ilaveli ve lif ilavesi olmayan gruba göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

### 4.5.4 Hamburger köftelerinin çap azalışı değerleri

Hamburger köftelerine farklı oranlarda yağ (%10, %15, %20) ve limon lifi (%0, %2, %4, %6) ilavesine bağlı olarak belirlenen çap azalışı değerleri çizelge 4.15 ve şekil 4.15'de verilmiştir.

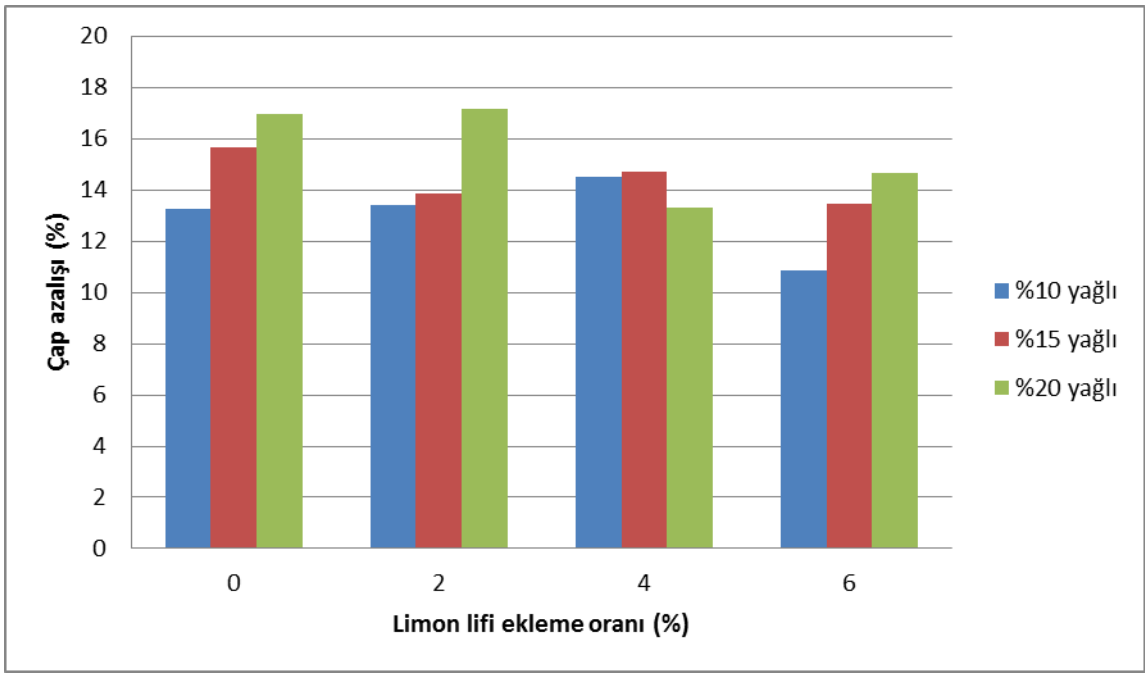
Çizelge 4.15 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin çap azalışı (%)

| Yağ (%) / Limon Lifi (%) | 10 | 15 | 20 | Ortalama |
|---|---|---|---|---|
| **0** | 13,24 | 15,65 | 16,97 | 15,28 |
| **2** | 13,38 | 13,87 | 17,15 | 14,80 |
| **4** | 14,50 | 14,70 | 13,30 | 14,17 |
| **6** | 10,83 | 13,47 | 14,63 | 12,97 |
| **Ortalama** | 12,99 | 14,42 | 15,51 | |

Çap azalışı, yağ ve lif oranlarından etkilenmemiştir ($p>0,05$). Çap azalış değerleri %10,83–17,15 arasındadır. Artan limon lifi konsantrasyonu ya da hamburger köftesinin içerdiği yağ miktarı çap azalışı üzerine etki etmemiştir. Bunun sebebi lifin, su ve yağı tutmasıdır.

Benzer sonuçları Desmond vd. (1998), düşük yağlı hamburgerlerde tapyoka nişastası kullanımı çalışmasında elde etmiştir. Berry (1993) ve Troutt vd. (1992a), lif ilave ettikleri hamburger köftelerinde çap azalışının, lif miktarından etkilenmediğini açıklamışlardır.

Ancak, Mansour ve Kahlil (1997)'in düşük yağlı hamburger köftesi üretiminde çeşitli buğday liflerini kullandıkları çalışmada yağ miktarındaki artışla, çap azalışının önemli düzeyde arttığı belirtilmiştir. Ayrıca lif kullanım oranının artması ile birlikte çap azalış değerlerinde azalma sağlandığı belirtilmiştir. Benzer şekilde Güven (2010), havuç lifi ilave ederek ürettiği hamburger köftelerinde, ilave edilen havuç lifi oranı arttıkça çap azalışında istatistik olarak azalma meydana geldiğini bildirmiştir.




Şekil 4.15 Farklı oranlarda yağ ve limon lif içeren hamburger köftelerinde çap azalışı değişimi

### 4.5.5 Hamburger köftelerinin kalınlık artışı değerleri

Hamburger köftelerine farklı oranlarda yağ (%10, %15, %20) ve limon lifi (%0, %2, %4, %6) ilavesine bağlı olarak belirlenen kalınlık artışı değerleri çizelge 4.16 ve şekil 4.16'de verilmiştir.

Kalınlık artışı değerleri incelendiğinde, en yüksek kalınlık artışı değeri %42,13 ile %20 yağlı %6 limon lifli örneğe, en düşük kalınlık artışı değerinin ise %16,26 ile %10 yağlı ve limon lifi ilavesi olmayan örneğe ait olduğu görülmektedir.

Kalınlık artışı değerleri, yağ oranı arttıkça artış göstermiştir. %20 yağ içeren örnek gruplarının kalınlık artışı, %10 yağ içeren örnek gruplarına göre %24 daha fazladır.

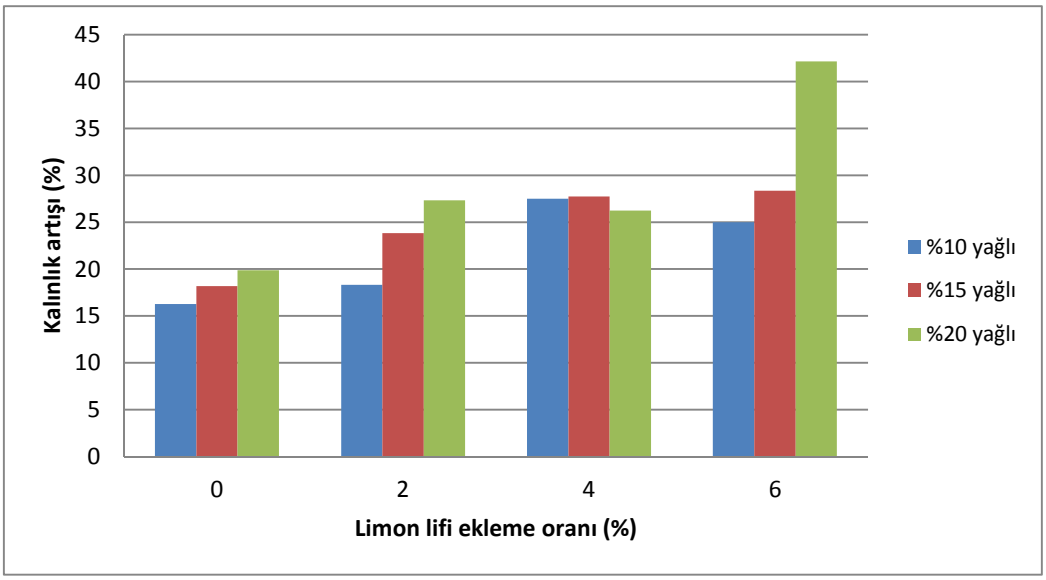
Çizelge 4.16 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin kalınlık artışı değerleri (%)

| Yağ (%) / Limon Lifi (%) | 10 | 15 | 20 | Ortalama |
|---|---|---|---|---|
| **0** | $16,26^{Aa}$ | $18,18^{Aa}$ | $19,88^{Ba}$ | $18,10^{Y}$ |
| **2** | $18,33^{Aa}$ | $23,83^{Aa}$ | $27,32^{Ba}$ | $23,16^{XY}$ |
| **4** | $27,50^{Aa}$ | $27,74^{Aa}$ | $26,24^{Ba}$ | $27,16^{WX}$ |
| **6** | $24,98^{bB}$ | $28,37^{bB}$ | $42,13^{Aa}$ | $31,83^{W}$ |
| **Ortalama** | $21,77^{y}$ | $24,53^{xy}$ | $28,89^{x}$ | |

→ x-y : Farklı oranlarda yağ içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
↓ W-Y : Farklı oranlarda lif içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
→ a-c : Aynı lif oranında farklı oranlarda yağ içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)
↓ A-D : Aynı yağ oranında farklı oranlarda lif içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)

Anderson ve Berry (2000), farklı oranlarda yağ (%10, %14, %18) içeren hamburger köftelerinde bezelye lifinin kullanım olanağını araştırmışlardır. Bu çalışmada, 3 farklı yağ içeren grupta istatistik olarak kalınlık artışında değişim olmamıştır. Buna karşın, Berry ve Wergin (2000), %20 yağ içeren hamburger köftesinde %5 yağ içeren hamburger köftesine oranla daha fazla kalınlık artışı olduğunu, fakat modifiye patates nişasta ilave ettiklerinde bu oranının azaldığını bildirmişlerdir.

Hamburger köftelerine ilave edilen lif miktarı arttıkça, kalınlık artışı da artış göstermiştir ($p<0,05$). Bunun sebebinin, lifin biyokimyasal özelliklerinden olduğu düşünülmektedir. Limon lifi ilavesi olmayan grupta kalınlık artışı değeri ortalama %18,10 iken, %6 limon lifi ilaveli grupta ortalama %31,83'dır.




Şekil 4.16 Farklı oranlarda yağ ve lif içeren hamburger köftelerinde kalınlık artışı değişimi

## 4.6 Hamburger Köftelerinin Renk Değerleri

Et ve et ürünlerinde renk önemli kalite parametrelerden biridir.

Farklı oranlarda yağ (%10, %15, %20) içeren hamburger köfte hamuruna farklı oranlarda (%0, %2, %4, %6) limon lifi ilavesini hamburger köftelerinin renk değerleri (L* : açıklık-koyuluk, a* : kırmızılık, b* : sarılık) üzerine etkileri araştırılmış, elde edilen sonuçlar çizelge 4.17'de gösterilmiştir.

Hamburger köftelerinin L* değerlerinin 42,63–54,22 arasında, a* değerlerinin 10,61-11,47 arasında, b* değerlerinin 17,55–20,78 arasında değiştiği belirlenmiştir.

En yüksek L* değeri %20 yağlı %6 limon lifi ilavesi yapılmış örneğe, en düşük L* değeri ise %10 yağlı limon lifi ilavesi olmayan örneğe aittir (Şekil 4.17).

Çizelge 4.17 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin enstrümental renk değerleri

| Yağ (%) / Limon Lifi (%) | 10 | 15 | 20 | Ortalama |
|---|---|---|---|---|
| **L* değerleri** | | | | |
| **0** | $42,63^{Db}$ | $42,74^{Db}$ | $45,40^{Da}$ | $43,59^{Z}$ |
| **2** | $47,26^{Cb}$ | $47,19^{Cb}$ | $49,19^{Ca}$ | $47,88^{Y}$ |
| **4** | $49,06^{Bb}$ | $50,75^{Ba}$ | $51,58^{Ba}$ | $50,46^{X}$ |
| **6** | $54,00^{Aa}$ | $52,57^{Ab}$ | $54,22^{Aa}$ | $53,60^{W}$ |
| **Ortalama** | $48,24^{y}$ | $48,32^{y}$ | $50,10^{x}$ | |
| **a* değerleri** | | | | |
| **0** | $11,23^{aA}$ | $11,05^{ABa}$ | $11,08^{Aa}$ | 11,12 |
| **2** | $11,47^{Aa}$ | $10,71^{Ba}$ | $11,35^{Aa}$ | 11,18 |
| **4** | $10,89^{Aab}$ | $11,76^{Aa}$ | $10,72^{Ab}$ | 11,13 |
| **6** | $10,71^{Aa}$ | $10,61^{Ba}$ | $10,95^{aA}$ | 10,76 |
| **Ortalama** | 11,07 | 11,04 | 11,03 | |
| **b* değerleri** | | | | |
| **0** | $17,55^{bB}$ | $18,66^{Aab}$ | $19,38^{Aa}$ | $18,53^{Y}$ |
| **2** | $18,99^{ABa}$ | $19,71^{Aa}$ | $19,32^{Aa}$ | $19,34^{XY}$ |
| **4** | $19,27^{Aa}$ | $19,35^{aA}$ | $20,66^{Aa}$ | $19,76^{WX}$ |
| **6** | $20,25^{Aa}$ | $20,19^{Aa}$ | $20,78^{Aa}$ | $20,41^{W}$ |
| **Ortalama** | $19,01^{y}$ | $19,48^{xy}$ | $20,04^{x}$ | |

→ x-z : Farklı oranlarda yağ içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
↓ W-Z : Farklı oranlarda lif içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
→ a-c : Aynı lif oranında farklı oranlarda yağ içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)
↓ A-D : Aynı yağ oranında farklı oranlarda lif içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)

Limon lifi kullanımı L* değerlerini etkilemiş, limon lifi kullanımı arttıkça L* değerlerinde de artış meydana gelmiştir ($p<0,05$). Limon lifi hamburger köftelerine %6 oranında ilave edildiğinde kontrol grubuna göre L* değerleri, %18 oranında artış göstermiştir. Sonuçta, limon lifi ilavesi ile birlikte daha açık renkte ürünler meydana

gelmiştir. Hamburger köftelerinin L* değerinde limon lifi eklenmesi etkili olduğu kadar, eklendiği miktarda önemlidir.

Hamburger köftlerinin L* değerleri, yağ miktarından da etkilenmiştir ($p<0,05$). Hamburger köftelerinin yağ miktarları arttıkça L* değerinde artış meydana gelmiştir. Bu durumda %10 yağlı hamburger köftesi, %20 yağlı hamburger köftesine göre daha koyu bir renge sahiptir.

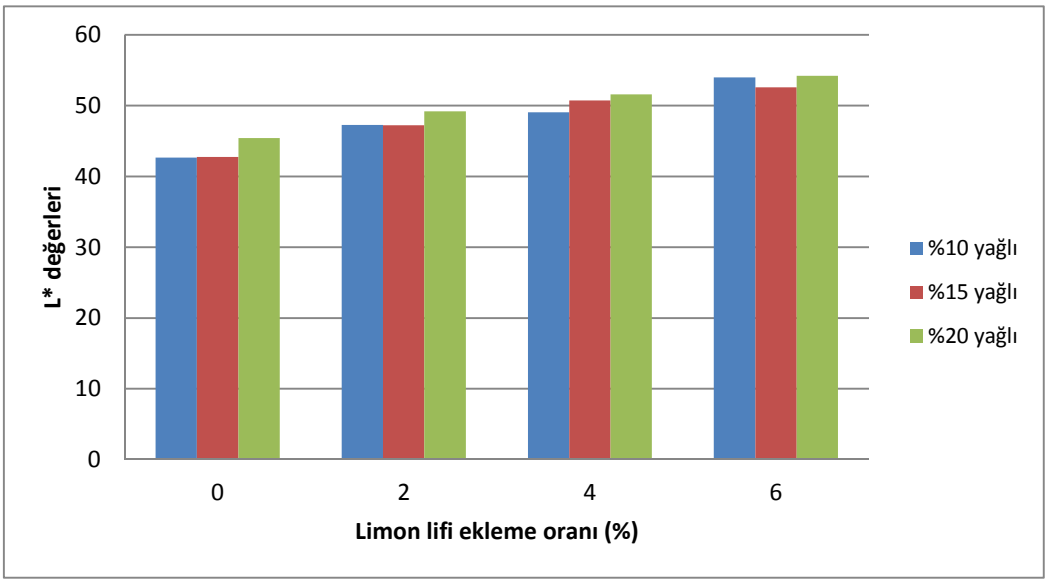
Hamburger köftelerinin L* değerleri istatistik olarak incelendiğinde, yağ-lif interaksiyonunun L* değerleri üzerine etkisi olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Örneğin; %20 yağlı ve %2 limon lifi ilavesi yapılmış hamburger köftesinin L* değeri 49,19 iken, limon lifi ilavesi yapılmamış örnekte bu değer daha düşüktür (45,40), yağ oranı %15 %2 limon lifi ilavesi yapılmış örnekte de bu değer 47,19'e düşmüştür.

Fernandez-Ginez (2003), farklı oranlarda limon albedosu (%2,5, %5, %7,5, %10) kullandığı Bologna sosislerinde, limon albedosu miktarı arttıkça L* değerlerinde artış gözlemlemiştir ($p<0,05$). İlave edilen limon albedosu miktarı arttıkça, sosislerin renginde meydana gelen açıklığı, albedonun ihtiva ettiği beyaz madde yoğunluğunun fazla olmasıyla açıklamışlardır.

Güven (2010), havuç lifi kullanımının L* değerlerini önemli düzeyde etkilediğini, örneklerde kullanılan havuç lifi miktarındaki artışa bağlı olarak L* değerlerinde de önemli düzeyde artış meydana geldiğini bildirmiştir..

Yılmaz (2004), düşük yağlı köftelerde (%10 yağlı) farklı oranlarda (%5, %10, %15, %20) çavdar kepeği kullandığı çalışmada, ilave edilen çavdar kepeği miktarı arttıkça L* değerinin arttığını, ürünlerin renginin daha açık olduğunu bildirmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada, düşük yağlı kontrol örneğiyle kıyaslandığında %15 ve %30 oranında şeftali lifi kullanımının L* değerleri üzerinde artışa sebep olduğu bildirilmiştir (Cofrades 2007).




Şekil 4.17 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinde L* değerleri değişimi

Hamburger köftelerine limon lifi ilavesinin a* değerleri üzerine etkisine bakılırsa; en düşük a* değeri %15 yağlı %6 limon lifi ilavesi olan örneğe (%10,61), en yüksek a* değeri ise %15 yağlı %4 limon lifi ilavesi olan örneğe (%11,76) aittir.

Hamburger köftelerinin yağ içeriklerindeki değişim a* değerlerini istatistik olarak etkilememiştir ($p>0,05$).

Limon lifi ilavesinin hamburger köftelerinde a* değerleri üzerine etkisi istatistik olarak önemli bulunamamıştır ($p>0,05$). Oysa,Yılmaz vd. (2004), düşük yağlı köftelerde(%10 yağlı) farklı oranlarda (%5, %10, %15, %20) çavdar kepeği kullandıkları çalışmada, ilave edilen çavdar kepeği miktarı arttıkça a* değerinin azaldığını bildirmiştir. Lif ilavesinin artmasıyla a* değerlerinde düşme meydana gelmesi, karışıma ilave edilen su miktarının artması miyoglobin miktarını seyreltmesine bağlanmıştır. Ancak farklı oranlarda limon lifi ilavesinin hamburger köftelerinin kırmızılık değerlerini değiştirmediği belirlenmiştir. Bunun sebebi limon lifinin içerdiği karotenoidden olduğu düşünülmektedir.

Güven (2010), farklı oranlarda havuç lifi ilave ederek üretiikleri hamburger köftelerinde, %2 havuç lifi ilave edilmiş grup ile havuç lifi ilave edilmemiş grup

arasında fark gözlemlememiştir. Ancak %4 ve %6 havuç lifi ilave edilmiş örneklerin daha az kırmızı bulunduğunu açıklamıştır.

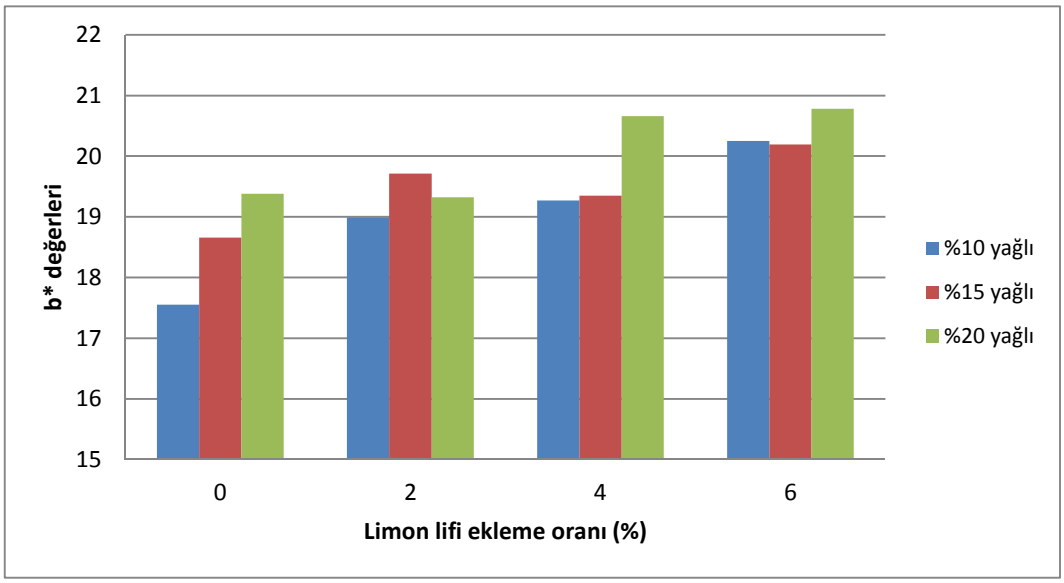
Ancak Grigelmo-Miguel (1999), farklı oranlarda şeftali liflerinin kullanıldığı bir çalışmada, lif miktarı arttıkça kırmızılık değerinin yükseldiğini gözlemlemişlerdir.

Hamburger köftesi örneklerinde en yüksek b* değeri %20 yağlı %6 limon lifi ilavesi olan örnekte, en düşük b* değeri ise %10 yağlı limon lifi ilavesi olmayan örnekte gözlemlenmiştir.

Limon lifi kullanımı, hamburger köftelerinin sarılık değerlerini önemli ölçüde arttırmıştır ($p<0,05$). Limon lifi ilavesi olmayan grupta b* değeri ortalama 18,53 olarak, %6 limon lifi ilavesi yapılan grupta b* değeri 20,41 olarak bulunmuştur. Hamburger köftelerine ilave edilen limon lifi miktarı arttıkça, sarılık değeri de artmaktadır. Benzer şekilde Güven (2010), havuç lifi ekleme oranındaki artışla birlikte b* değerlerinde de artış olduğunu bildirmiştir.

Hamburger köftelerinin yağ miktarındaki artış da b* değerlerini etkilemiştir ($p<0,05$). %20 yağ içeren hamburger köfteleri, %10 yağ içeren hamburger köftelerinden daha yüksek sarılık değerine sahiptir. %20 yağ içeren hamburger köftelerinin b* değerleri ortalama %20,04, %10 yağ içeren grupta ortalama %19,01 olarak bulunmuştur (Şekil 4.18).

Yapılan bir çalışmada, farklı oranlarda limon albedosu ilavesinin bologno sosislerinin sarılık değerleri üzerine etkisi olmadığı bildirilmiştir (Fernandez-Ginez 2003). Limon albedosu ilavesinin sarılık değerini arttırması beklenirken, sosislerin sarılık değerinin değişmemesinin nedeni emülsiyon sistem içerisinde limon albedosunun içerdiği sarı bileşenlerin aktif hale geçememesi ile açıklanmıştır.




Şekil 4.18 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinde b* değerleri değişimi

## 4.7 Hamburger Köftelerinin Tekstür Değerleri

Farklı oranlarda yağ (%10, %15, %20) içeren hamburger köfte hamuruna farklı oranlarda (%0, %2, %4, %6) limon lifi ilavesinin hamburger köftelerinin sertlik 1 ve sertlik 2 değerleri üzerine etkileri çizelge 4.18'de gösterilmiştir.

Hamburger köftelerinden elde edilen sertlik 1 değerleri 1,12 – 3,61 arasında, sertlik 2 değerleri 0,67 – 2,15 arasında tespit edilmiştir (Şekil 4.19 ve Şekil 4.20).

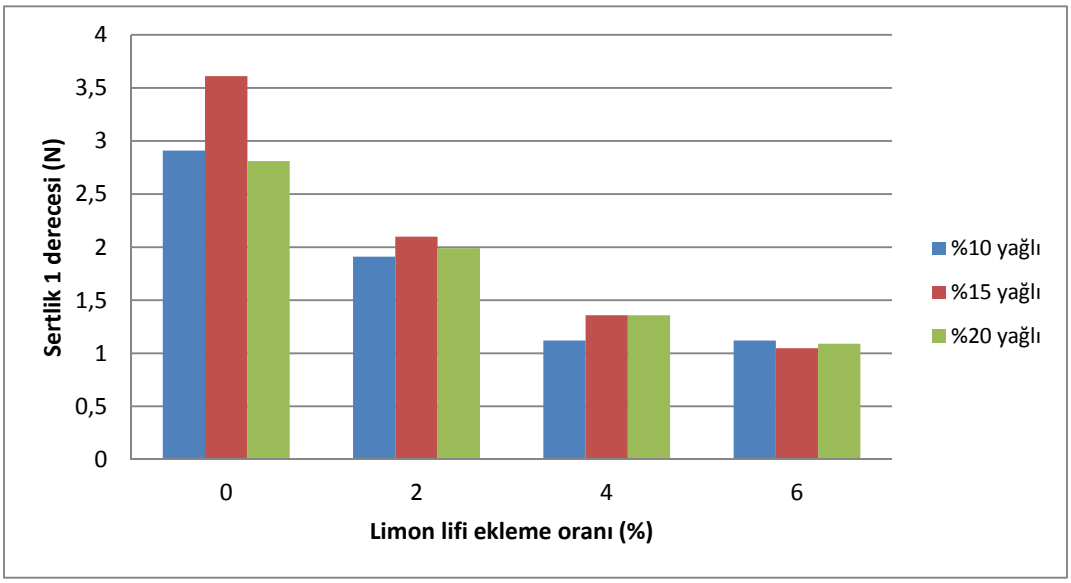
Sertlik değerlerinde, eklenen limon lifi miktarı arttıkça azalma eğilimi tespit edilmiştir ($p<0,05$). En yüksek sertlik değerleri limon lifi ilavesi olmayan gruplara aitken, en düşük sertlik değerleri %6 limon lifi ilavesi olan gruplara aittir. Sertlikte meydana gelen bu azalma limon lifi ilave edilen hamburger köftelerinin yüksek nem içeriğinden dolayı daha yumuşak bir yapı göstermesinden kaynaklanmıştır. Literatürde lif ilavesi ile sertlik değerinin azalması, lifin protein-su ve protein-protein interaksiyonunu kırıp, jelleşme gücünü azaltması ile açıklanmaktadır.

Çizelge 4.18 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin sertlik 1 ve sertlik 2 değerleri (N)

| Yağ (%) / Limon Lifi (%) | 10 | 15 | 20 | Ortalama |
|---|---|---|---|---|
| **Sertlik 1** | | | | |
| **0** | $2,91^{Ab}$ | $3,61^{Aa}$ | $2,81^{Ab}$ | $3,11^{W}$ |
| **2** | $1,91^{Ba}$ | $2,10^{Ba}$ | $1,99^{Ba}$ | $2,00^{X}$ |
| **4** | $1,12^{Ca}$ | $1,36^{Ca}$ | $1,36^{Ca}$ | $1,28^{Y}$ |
| **6** | $1,12^{Ca}$ | $1,05^{Ca}$ | $1,09^{Ca}$ | $1,08^{Y}$ |
| **Ortalama** | 1,76 | 2,02 | 1,82 | |
| **Sertlik 2** | | | | |
| **0** | $1,74^{Ab}$ | $2,15^{Aa}$ | $1,83^{Ab}$ | $1,91^{W}$ |
| **2** | $1,14^{Ba}$ | $1,29^{Ba}$ | $1,21^{Ba}$ | $1,21^{X}$ |
| **4** | $0,69^{Ca}$ | $0,85^{Ca}$ | $0,82^{Ca}$ | $0,78^{Y}$ |
| **6** | $0,69^{Ca}$ | $0,67^{Ca}$ | $0,75^{Ca}$ | $0,70^{Y}$ |
| **Ortalama** | $1,06^{x}$ | $1,24^{y}$ | $1,15^{xy}$ | |

→ x-y : Farklı oranlarda yağ içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
↓ W-Z : Farklı oranlarda lif içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
→ a-c : Aynı lif oranında farklı oranlarda yağ içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)
↓ A-D : Aynı yağ oranında farklı oranlarda lif içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)

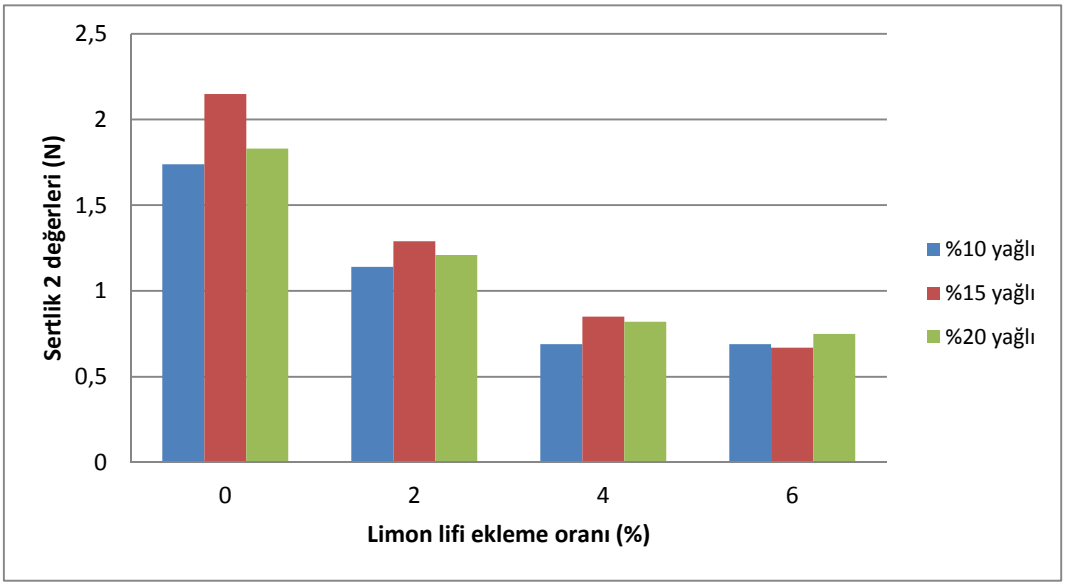
Sertlik değerleri incelendiğinde, hamburger köftelerinin yağ içerikleri arttıkça sertlik 2 değerinde artma gözlemlenmiştir ($p<0,05$). %20 yağ içeren grup 1,15 N sertlik 2 değerine sahipken, %10 yağlı grup 1,06 N sertlik 2 değerine sahiptir. Benzer sonuçlar Güven (2010) tarafından da bildirilmiştir.




Şekil 4.19 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin Sertlik 1 değerleri değişimi (N)

Güven (2010), yaptığı çalışmada havuç lifi kullanımının köftelerin sertliğini önemli düzeyde azalttığını bildirmiştir.

Benzer şekilde Grigelmo-Miguel (1999), farklı yağ oranlarına ( %5, %10, %15, %20) sahip frankfurter tipi sosislere farklı oranlarda (%17, %29) şeftali lifi ilavesinin etkileri üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmada da ilave edilen şeftali lifi miktarı arttıkça, kontrol grubu örneklerine göre daha az sert sosisler elde edilmiştir.




Şekil 4.20 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin sertlik 2 değerleri değişimi (N)

Farklı oranlarda yağ (%10, %15, %20) içeren hamburger köfte hamuruna farklı oranlarda (%0, %2, %4, %6) limon lifi ilavesinin hamburger köftelerinin elastikiyet değerleri üzerine etkileri çizelge 4.19'de gösterilmiştir.

Hamburger köftesi örnekleri elastikiyet bakımından incelendiğinde en düşük değer %15 yağlı limon lifi ilavesi olmayan örneğe, en yüksek değer ise %15 yağlı %6 limon lifi ilavesi olan örneğe aittir. Ancak limon lifi ilavesinin hamburger köftelerinin elastikiyeti üzerine etkisi saptanmamıştır. Benzer şekilde hamburger köftelerinin elastikiyeti üzerine, yağ miktarının da etkisi yoktur ($p>0,05$).

Çizelge 4.19 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin elastikiyet değerleri (mm)

| Yağ (%) / Limon Lifi (%) | 10 | 15 | 20 | Ortalama |
|---|---|---|---|---|
| **0** | $0,26^{Aab}$ | $0,22^{bB}$ | $0,27^{Aa}$ | $0,25^{X}$ |
| **2** | $0,25^{Aa}$ | $0,26^{ABa}$ | $0,25^{Aa}$ | $0,25^{X}$ |
| **4** | $0,25^{Aa}$ | $0,28^{Aa}$ | $0,24^{Aa}$ | $0,25^{X}$ |
| **6** | $0,28^{aA}$ | $0,29^{Aa}$ | $0,28^{aA}$ | $0,28^{W}$ |
| **Ortalama** | 0,26 | 0,26 | 0,26 | |

↓ W-X : Farklı oranlarda lif içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
→ a-c : Aynı lif oranında farklı oranlarda yağ içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)
↓ A-D : Aynı yağ oranında farklı oranlarda lif içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)

Mendoza (2001)'in fermente sosislere %7,5, %12 oranlarındaki inülini toz ve sulu çözelti şeklinde iki farklı yolla ekledikleri çalışmada inülin ilavesi ile hazırlanan düşük yağlı fermente sosislerin elastikiyet değerlerinin yüksek yağlı fermente sosislerin elastikiyet değerleri ile benzerlik gösterdiği bildirilmiştir.

Farklı oranlarda yağ (%10, %15, %20) içeren hamburger köfte hamuruna farklı oranlarda (%0, %2, %4, %6) limon lifi ilavesinin hamburger köftelerinin iç yapışkanlık ve dış yapışkanlık değerleri üzerine etkileri çizelge 4.20'de gösterilmiştir.

Hamburger köftelerinin yağ seviyelerine bakılmaksızın limon lifi ekleme oranına göre kıyaslandığında, %4 ve %6 oranında limon lifi kullanımı iç ve dış yapışkanlık değerlerini azaltmıştır ($p<0,05$). %2 oranında limon lifi kullanımı, yapışkanlık değerleri üzerine etki etmemiştir. Hamburger köftelerinde limon lifi kullanımının yapışkanlık değerleri üzerine etkisi, ilave edilen limon lifi konsantrasyonu ile değişmektedir. Artan limon lifi konsantrasyonu, yapışkanlık değerlerini de arttırmaktadır.

Güven (2010), farklı oranlarda havuç lifi ilave edilmiş hamburger köftelerinde, çeşitli seviyelerde yağ içeren gruplar arasında önemli bir fark olmadığını ancak havuç lifi kullanımının yapışkanlık değerleri üzerine etkili olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4.20 Farklı oranda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin iç ve dış yapışkanlık değerleri

| Yağ (%) / Limon Lifi (%) | 10 | 15 | 20 | Ortalama |
|---|---|---|---|---|
| **Dış yapışkanlık** | | | | |
| **0** | $2,25^{A}$ | $2,33^{A}$ | $2,14^{A}$ | $2,24^{W}$ |
| **2** | $2,22^{A}$ | $2,11^{AB}$ | $2,17^{A}$ | $2,17^{W}$ |
| **4** | $1,89^{B}$ | $2,01^{B}$ | $1,84^{B}$ | $1,91^{X}$ |
| **6** | $2,02^{AB}$ | $1,89^{B}$ | $1,88^{B}$ | $1,93^{X}$ |
| **Ortalama** | 2,10 | 2,08 | 2,01 | |
| **İç yapışkanlık** | | | | |
| **0** | $0,58^{A}$ | $0,61^{A}$ | $0,56^{A}$ | $0,58^{W}$ |
| **2** | $0,57^{A}$ | $0,54^{B}$ | $0,56^{A}$ | $0,55^{W}$ |
| **4** | $0,49^{B}$ | $0,52^{B}$ | $0,47^{B}$ | $0,49^{X}$ |
| **6** | $0,52^{AB}$ | $0,49^{B}$ | $0,49^{B}$ | $0,50^{X}$ |
| **Ortalama** | 0,54 | 0,54 | 0,52 | |

W-X : Farklı oranlarda lif içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
A-D : Aynı yağ oranında farklı oranlarda lif içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)

Farklı oranlarda yağ (%10, %15, %20) içeren hamburger köfte hamuruna farklı oranlarda (%0, %2, %4, %6) limon lifi ilavesinin hamburger köftelerinin sakızımsılık değerleri üzerine etkileri çizelge 4.21 ve şekil 4.21'de gösterilmiştir.

Hamburger köftelerine limon lifi ilavesi, sakızımsılık değerlerini azaltmıştır ($p<0,05$). Limon lifi kullanılmayan grup, en yüksek sakızımsılık değerine sahipken, %2 limon lifi ilavesi ile bu değer düşmüştür. %4 ve %6 oranında limon lifi kullanımı arasında ise sakızımsılık değeri bakımından fark bulunmamıştır.

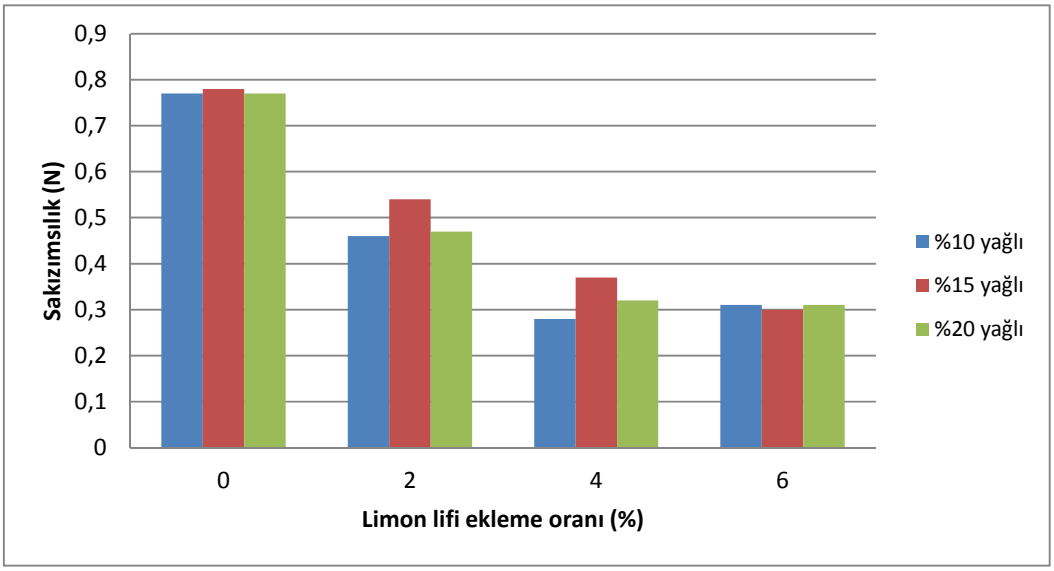
Benzer şekilde Grigelmo-Miguel (1999), %17 ve %29 oranlarında şeftali lifi ilave ettikleri frankfurter sosislerde, lif ilavesi ile sakızımsılık değerlerinde azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.21 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerini sakızımsılık değerleri (N)

| Yağ (%) / Limon Lifi (%) | 10 | 15 | 20 | Ortalama |
|---|---|---|---|---|
| **0** | $0,77^{A}$ | $0,78^{A}$ | $0,77^{A}$ | $0,77^{W}$ |
| **2** | $0,46^{B}$ | $0,54^{B}$ | $0,47^{B}$ | $0,49^{X}$ |
| **4** | $0,28^{C}$ | $0,37^{C}$ | $0,32^{C}$ | $0,33^{Y}$ |
| **6** | $0,31^{C}$ | $0,30^{C}$ | $0,31^{C}$ | $0,31^{Y}$ |
| **Ortalama** | 0,46 | 0,50 | 0,47 | |

W-Y : Farklı oranlarda lif içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
A-D : Aynı yağ oranında farklı oranlarda lif içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)

Güven (2010), yaptıkları çalışmada havuç lifi kullanımı ile sakızımsılık değerlerinde azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir. Havuç lifi ilavesi yapılmayan grup ile havuç lifi ilave edilmiş grupların arasında sakızımsılık değerleri açısından önemli bir fark olduğunu tespit etmişlerdir.




Şekil 4.21 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin sakızımsılık değerleri değişimi(N)

Farklı oranlarda yağ (%10, %15, %20) içeren hamburger köfte hamuruna farklı oranlarda (%0, %2, %4, %6) limon lifi ilavesinin hamburger köftelerinin çiğnenebilirlik değerleri üzerine etkileri çizelge 4.22 ve şekil 4.22'de gösterilmiştir.

Hamburger köftelerinin çiğnenebilirlik değerleri incelendiğinde %10 yağlı ve limon lifi ilavesi olmayan grup en yüksek değere sahipken, %10 yağlı %4 limon lifi içeren grup en düşük değere sahiptir. Hamburger köftelerine limon lifi ilavesi çiğnenebilirlik değerlerini düşürmüştür ($p<0,05$). Limon lifi ilavesi olmayan grup 1,75Nmm çiğnenebilirlik değerine sahiptir, bu değer limon lifi ilavesi arttıkça azalmaktadır.

Çizelge 4.22 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin çiğnenebilirlik değerleri (Nmm)

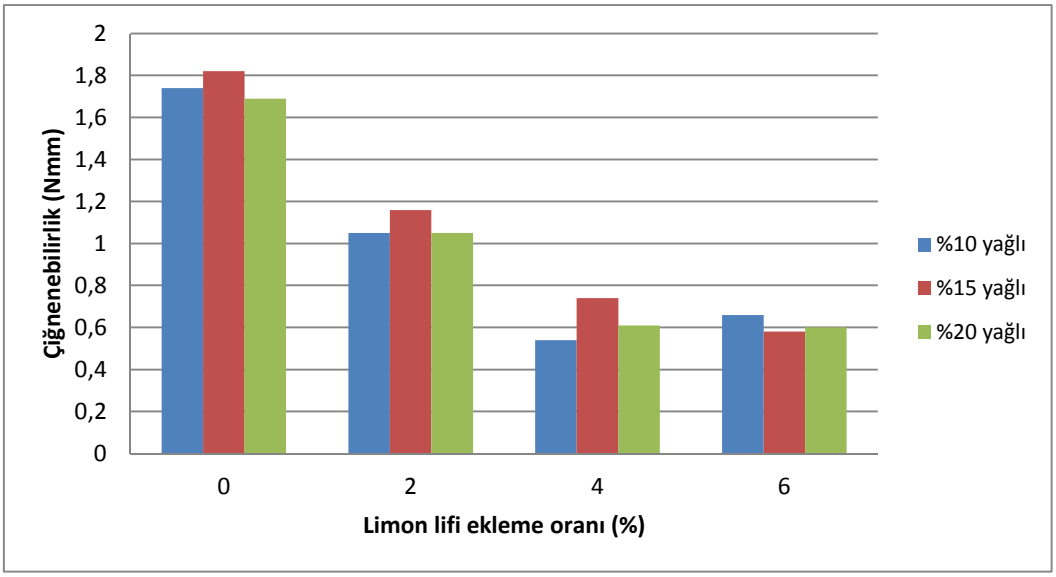
| **Yağ (%) / Limon Lifi (%)** | **10** | **15** | **20** | **Ortalama** |
|---|---|---|---|---|
| **0** | $1,74^{A}$ | $1,82^{A}$ | $1,69^{A}$ | $1,75^{W}$ |
| **2** | $1,05^{B}$ | $1,16^{B}$ | $1,05^{B}$ | $1,08^{X}$ |
| **4** | $0,54^{C}$ | $0,74^{C}$ | $0,61^{C}$ | $0,63^{Y}$ |
| **6** | $0,66^{C}$ | $0,58^{C}$ | $0,60^{C}$ | $0,61^{Y}$ |
| **Ortalama** | 0,99 | 1,07 | 0,98 | |

W-Y : Farklı oranlarda lif içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)
A-D : Aynı yağ oranında farklı oranlarda lif içeren gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)

Güven (2010), yaptığı çalışmada havuç lifi ilavesinin hamburger köftelerinin çiğnenebilirlik değerlerini önemli ölçüde azalttığını ancak köftelerin yağ miktarlarının çiğnenebilirlik değerleri üzerine etkisi olmadığını bildirmiştir. Lif ilavesi olmayan grup ile lif ilave edilmiş gruplar arasında fark bulunduğu ancak lif ilave miktarı arttıkça çiğnenebilirlik değerlerinde değişim gözlemlenmediği bildirilmiştir.

Kumar ve Sharma (2004), farklı oranlarda karragenan (%0,25, %0,5, %0,75) ilave ettikleri domuz hamburgerlerinde, karragenan ilavesi ile çiğnenebilirlik değerlerinde azalma olduğunu saptamışlardır.

Garcia (2002), farklı yağ seviyelerindeki fermente sosislerde çeşitli meyve lifi kullanıldığı çalışmada, %10 yağlı gruplarda %1,5 oranında portakal lifi kullanımının çiğnenebilirlik değerlerini düşürdüğünü bildirmişlerdir.




Şekil 4.22 Farklı oranlarda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin çiğnenebilirlik değerleri değişimi (Nmm)

## 4.8 Hamburger Köftelerinin Duyusal Değerlendirmesi

Farklı oranlarda yağ (%10, %15, %20) içeren hamburger köfte hamuruna farklı oranlarda (%0, %2, %4, %6) limon lifi ilavesinin hamburger köftelerinin görünüş, renk, koku, lezzet, yapı ve genel beğeni üzerine etkileri çizelge 4.23 ve şekil 4.23'de gösterilmiştir.

Hamburger köftesi örnekleri görünüş açısından 5,19 – 8,03, renk açısından 5,32 – 7,78, koku açısından 5,69 – 7,32, lezzet açısından 5,08 – 7,88, yapı açısından 4,91 – 7,69, genel beğeni açısından 5,41 – 7,82 aralığında puanlar almışlardır.

Çizelge 4.23 Farklı oranda yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinin görünüş, renk, koku, lezzet, yapı ve genel beğeni puanları

| Yağ (%) / Limon Lifi (%) | 10 | 15 | 20 | Ortalama |
|---|---|---|---|---|
| **Görünüş** | | | | |
| **0** | 8,03 | 7,85 | 7,82 | $7,89^{W}$ |
| **2** | 7,19 | 7,09 | 6,48 | $6,91^{X}$ |
| **4** | 5,63 | 5,81 | 5,89 | $5,71^{Y}$ |
| **6** | 5,50 | 5,13 | 5,19 | $5,27^{Y}$ |
| **Ortalama** | 6,59 | 6,47 | 6,33 | |
| **Renk** | | | | |
| **0** | 7,78 | 7,65 | 7,63 | $7,69^{W}$ |
| **2** | 7,13 | 7,22 | 6,85 | $7,06^{X}$ |
| **4** | 6,00 | 6,00 | 6,06 | $6,02^{Y}$ |
| **6** | 5,32 | 5,63 | 5,32 | $5,42^{Y}$ |
| **Ortalama** | 6,56 | 6,27 | 6,46 | |
| **Koku** | | | | |
| **0** | 7,44 | 7,29 | 7,56 | $7,43^{W}$ |
| **2** | 7,32 | 7,06 | 7,06 | $7,15^{W}$ |
| **4** | 6,09 | 6,41 | 6,53 | $6,35^{X}$ |
| **6** | 5,72 | 5,97 | 5,65 | $5,78^{Y}$ |
| **Ortalama** | 6,64 | 6,68 | 6,70 | |
| **Lezzet** | | | | |
| **0** | 7,88 | 7,56 | 7,31 | $7,85^{W}$ |
| **2** | 6,91 | 7,06 | 6,97 | $6,98^{X}$ |
| **4** | 5,88 | 6,00 | 5,85 | $5,91^{Y}$ |
| **6** | 5,03 | 5,22 | 5,38 | $5,21^{Z}$ |
| **Ortalama** | 6,42 | 6,46 | 6,38 | |
| **Yapı** | | | | |
| **0** | 7,69 | 7,50 | 7,47 | $7,55^{W}$ |
| **2** | 7,28 | 6,87 | 6,63 | $6,92^{X}$ |
| **4** | 5,56 | 5,87 | 6,06 | $5,83^{Y}$ |
| **6** | 4,91 | 5,31 | 5,34 | $5,19^{Z}$ |
| **Ortalama** | 6,36 | 6,39 | 6,37 | |
| **Genel beğeni** | | | | |
| **0** | 7,82 | 7,59 | 7,56 | $7,65^{W}$ |
| **2** | 7,15 | 6,87 | 6,81 | $6,95^{X}$ |
| **4** | 5,88 | 5,97 | 6,25 | $6,03^{Y}$ |
| **6** | 5,41 | 5,59 | 5,47 | $5,49^{Z}$ |
| **Ortalama** | 6,56 | 6,51 | 6,53 | |

W-Z : Farklı oranlarda lif içeren grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$)

Hamburger köftelerinin görünüş puanları değerlendirildiğinde, limon lifi oranı arttıkça azaldığı görülmektedir ($p<0,05$).Limon lifi miktarından bağımsız, görünüş puanları yağ miktarından etkilenmemektedir. En yüksek görünüş puanı ortalaması 8,03 ile limon lifi ilavesi olmayan ve %10 yağlı hamburger köftesine ait iken, en düşük görünüş puanı ortalaması 5,13 ile %15 yağlı %6 limon lifi ilave edilmiş gruba aittir.

Benzer sonuçlar Güven (2010) tarafından bildirilmiştir. Hamburger köftelerine ilave edilen havuç lifi miktarının artması sonucunda görünüş puanlarında azalma meydana geldiği, ancak yağ miktarının değişmesi ile görünüş puanlarının etkilenmediği açıklanmıştır.

Kumar ve Sharma (2004), farklı oranlarda (%0,25, %0,5, %0,75) karragenan ilavesinin domuz köftelerinin görünüş puanlarını etkilememiştir. Ancak Turhan (2005), farklı oranlarda (%1, %2, %3, %4, %5) fındık iç zarı ilave edilen hamburger köftelerinde en yüksek görünüş puanını kontrol grubunun aldığını bildirmiştir. Fındık iç zarı miktarı arttıkça görünüş puanları azalmıştır.

Hamburger köftelerinin renk puanları değerlendirildiğinde, limon lifi oranı arttıkça azaldığı görülmektedir ($p<0,05$).Limon lifi miktarından bağımsız, renk puanları yağ miktarından etkilenmemektedir ($p>0,05$). Renk puanları 5,32 ile 7,78 aralığında değişiklik göstermiştir ancak bu değişiklikler istatistik açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

Güven (2010), havuç lifi ilavesi ile üretilen hamburger köftelerinde renk puanlarının havuç lifi ilavesi ile azaldığını ancak yağ miktarından etkilenmediğini bildirmiştir.

Yang (2007), hidratlaştırılmış yulaf unu ve soya proteinin domuz etinden hazırlanan düşük yağlı sosislerin tekstürel ve duyusal özelliklerine olan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, %10, %15, %25 oranlarında kullanılan yulaf unu ve soya proteinin renk değerlerini düşürdüğünü bildirmiştir.

Hamburger köftelerinin koku puanları değerlendirildiğinde, limon lifi oranı arttıkça azaldığı görülmektedir ($p<0,05$). Kontrol grubu örnekleriyle, %2 limon lifi ilaveli grup örneklerinin koku puanları arasında fark gözlemlenmemiştir. Ancak kontrol grubu örneklerin koku puanları ile %4 ve %6 limon lifi ilaveli grupların koku puanları arasında fark saptanmıştır.

Diğer taraftan havuç lifi ekleme oranına bakılmaksızın yağ seviyelerindeki farklılık koku puanlarını etkilememiştir ($p>0,05$).

Güven (2010), düşük yağlı hamburger köftesi üretiminde havuç lifi kullanımını araştırdığı çalışmada, havuç lifi ekleme oranındaki artış ile koku puanlarında azalma meydana geldiğini ancak koku puanlarının yağ miktarından etkilenmediğini açıklamıştır.

Hamburger köftelerinin lezzet puanları değerlendirildiğinde, limon lifi oranı arttıkça azaldığı görülmektedir ($p<0,05$).

Hamburger köftelerinin yağ miktarındaki değişim ise lezzet puanlarını etkilememektedir ($p>0,05$).

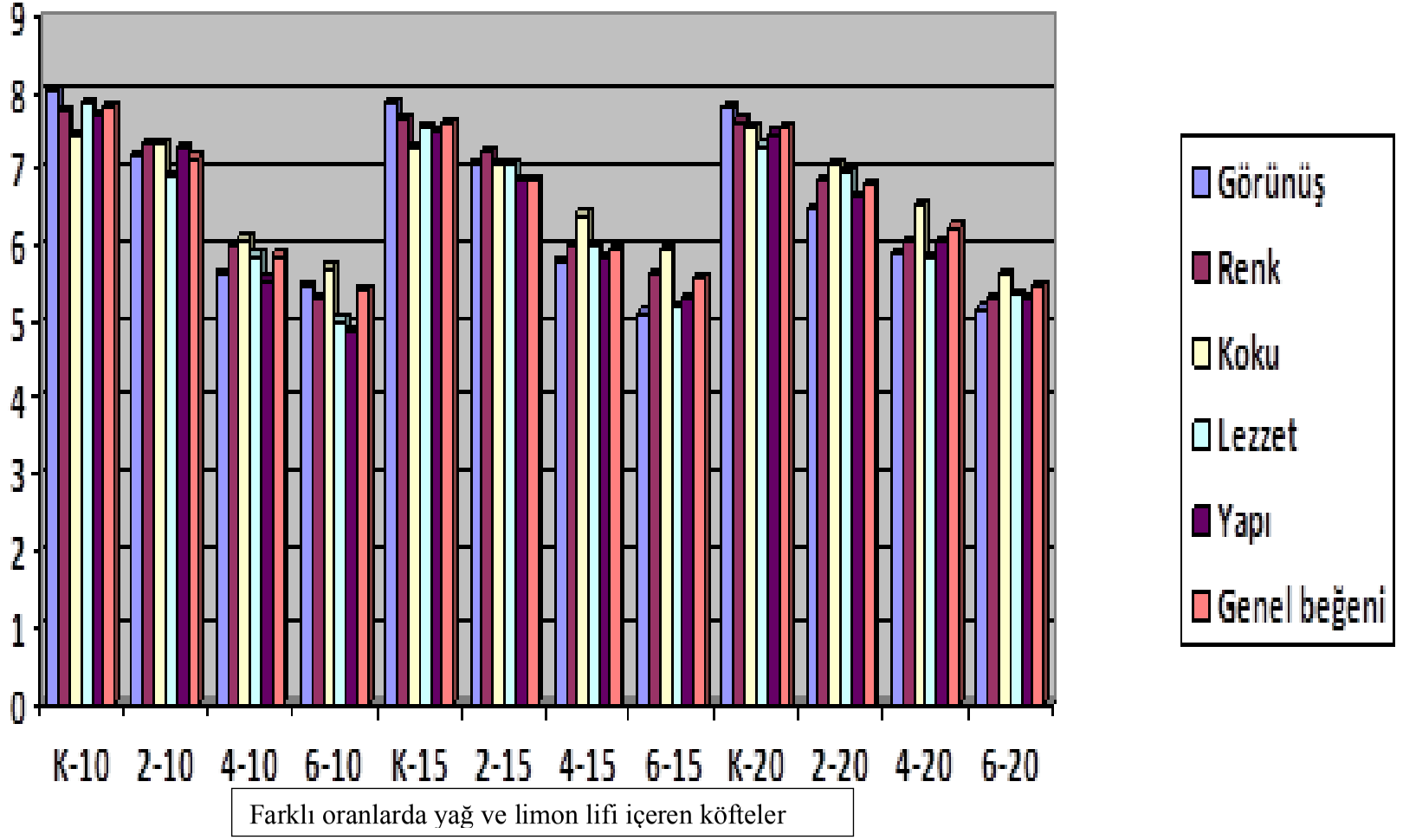
Düşük yağlı hamburger köftesi üretiminde havuç lifinin kullanıldığı çalışmada, havuç lifi miktarı arttıkça lezzet puanlarında düşme meydana geldiği ancak köftelerin yağ içeriklerinin lezzet puanlarını etkilemediği bildirilmiştir (Güven 2010).

Yapılan bir çalışmada, karragenan ilavesinin sosislerin lezzet puanlarında azalışa sebep olduğu bildirilmiştir (Kumar ve Sharma 2004). Bunun sebebi olarak, düşük yağlı sosislerde %0,75 oranında kullanılan karregenanın off-flavor oluşturması olarak bildirilmiştir.

Hamburger köftelerinin yapı puanları değerlendirildiğinde, limon lifi oranı arttıkça azaldığı görülmektedir ($p<0,05$). Yapılan çalışmada, karragenan ilavesi yapı puanlarını

düşürmüştür. Bunun sebebi olarak, büyük yağ parçacıkları hücre içersinde karragenan gibi davranması verilmiştir (Wallingford ve Labuza 1983).

Hamburger köftelerinin yağ içeriklerinin ise yapı puanları üzerine etkisi görülmemektedir ($p>0,05$).




Şekil 4.23 Farklı yağ ve limon lifi içeren hamburger köftelerinde duyusal değerlendirme puanları

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada %10, %15, %20 yağ içeren hamburger köftesi hamurlarına %0, %2, %4, %6 oranlarında hidratlaştırılmış limon lifi ilavesinin köftelerin fiziksel, kimyasal, duyusal ve tekstürel özelliklerine olan etkileri incelenmiştir. Sonuç olarak;

* Hamburger köftesi formülasyonunda limon lifi kullanımı köftelerin yağ değerlerinde azaltıcı etki göstermiş; nem değerlerini arttırmıştır. En yüksek nem içeriği ile en düşük yağ içeriği aynı örnekte (%10 yağlı köfte hamuruna %6 limon lifi ilaveli) görülmüştür.

* Limon lifi ilavesinden bağımsız olarak yağ oranının düşürülmesi ile protein içeriklerinde artış meydana gelmiştir. Ancak, limon lifi ilavesi su ile birlikte yapıldığından birim köftedeki et miktarı azalmış ve limon lifi ilave miktarı arttıkça köftelerin protein içeriklerinde azalma meydana gelmiştir.

* Limon lifi ilavesi köftelerin kül ve tuz içeriklerinde azalma yapmıştır. Ayrıca pH değerleri düşmüştür.

* Limon lifi kullanım oranı arttıkça köftelerin kollajen içerikleri azalmıştır. Farklı oranlarda yağ eklenen gruplar kıyaslandığında %10 yağlı grupların daha fazla et içermelerinden dolayı kollajen içeriklerinin daha yüksek olduğu görülmüştür.

* Hamburger köftelerine ilave edilen limon lifi oranı arttıkça kolesterol değerinde azalma meydana gelmiştir. Farklı oranlarda yağ içeren gruplar kıyaslandığında ise istatistik açıdan farklılık gözlemlenmemiştir.

* Pişirme ölçümleri değerlendirildiğinde, ilave edilen limon lifi miktarı pişirme verimi değerlerini değiştirmemiştir. Limon lifi kullanımı ile yağ tutulumu ve nem tutulumu değerlerinde artış görülmüştür. Limon lifi ilavesinin çap azalışı değerleri üzerine etkisi istatistik olarak önemli bulunmasa da, kalınlık artışı değerlerini arttırdığı belirlenmiştir.

* Limon lifi ilavesi ile çözünür diyet lif, çözünmeyen diyet lif ve toplam diyet lif miktarları artış göstermiştir.

* Limon lifi kullanımı köftelerin daha açık ve daha sarı renge sahip olmasına sebep olurken, kırmızılık değeri üzerine etki etmemiştir.

* Tekstür analiz sonuçlarına göre limon lifi kullanımı köftelerin sertlik 1, sertlik 2, dış yapışkanlık, iç yapışkanlık, sakızımsılık, çiğnenebilirlik değerlerini azaltırken; elastikiyet değerini üzerine etki etmemiştir.

* Duyusal analiz sonuçlarına göre en yüksek puanı %10 yağlı limon lifi ilavesi olmayan grup alırken, limon lifi ilaveli gruplar arasında en yüksek puan %2 limon lifi ilaveli %10 yağlı hamburger köftesine verilmiştir. Formülasyona eklenen yağ seviyesinin genel beğeni puanları üzerine etkisi olmamakla birlikte, %6 limon lifi ilaveli hamburger köfteleri en az beğenilmiştir. %2 lif ilaveli grupların koku puanları lif ilavesi olmayan gruplarla benzer çıkmıştır.

* Bunlara ek olarak, limon lifinin formulasyona hidratlaştırılarak katılmasıyla hamburger köftesi hamurundaki su oranı artış göstermiş, böylece toplam kütlede artış sağlamıştır. Hamburger köftesi üretim maliyetlerinde önemli ölçüde düşüş sağlanmıştır.

Bu çalışmada köftelerin (yağ+et) oranları sabit tutulmuş, formülasyona ek olarak (1:13) oranında hidratlaştırılmış limon lifi ilave edilmiştir. Genel değerlendirme yapıldığında bütün oranlardaki limon lifi (%2, %4, %6) ilavesinin kabul edilebilir sonuçlar verdiği görülmekle beraber; özellikle %2 ve %4 oranındaki limon lifinin köftelerde hem teknolojik hem de duyusal açıdan en uygun oran olduğu sonucuna varılmıştır. Bu değerlendirmeler doğrultusunda et, yağ ve suyun formulasyonlardaki oranlarının daha farklı düzenleneceği ilerdeki çalışmaların teknoloji ve sağlık açısından önemli fonksiyonel özelliklere sahip et ürünleri üretiminde faydalı olacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR


Akoh, C.C. 1998. Fat replacers. Food Technology, Vol.52(3), pp. 47 – 53.

Aktan, H.T. 1976. Piyasada yüksek fiyatla satılan yerli sucukların hidroksiprolin yardımı ile kalite durumlarının tesbiti. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak., Ankara

Anderson, E. T. and Berry, B. W. 2000. Sensory, shear and cooking properties of lower-fat beef patties made with inner pea fiber. Food chemistry and toxicology, Vol. 65(5), pp. 805 – 810.

Anderson, E.T. and Berry, B.W. 2001. Effects of inner pea fiber on fat retention and cooking yield in high fat ground beef. Food research ınternatıonal, Vol.34, pp. 689 – 694.

Anonymous, 2003. Diet, nutrition and prention of chronic diesases. Technical report series 916. Food and agriculture organizzation of united nations and the World health organization.

Anonymous, 2006. Diet and lifestyle recommendations revision. American heart association, Vol. 114, pp. 82 – 96.

Anonymous, 2009. Web sitesi : http://www.dietaryfiberfood.com/fiber-content.php, Erişim tarihi : 06.09.2009

Anonymous 2000. Ofiicial methods of analyses, association of official analytical chemists, Washington, DC.

Berry, B.W.J. 1993. Fat level and freezing temperature affect sensory, shear, cooking and compositional properties of ground beef. Journal of food science, Vol. 58, pp.34 – 37.

Berry, B.W. and Wergin, W.P. 1993. Modified pregelatinized potato starch ın low-fat ground beef pattıes. J. Muscle Foods,Vol. 4,pp. 305 – 320.

Biesalski H.-K. 2005. Meat as a component of a healty diet – are they any risk or benefits if meat is avoided in the diet? Meat Science, Vol.70, pp.509-524.

Bligh, E.G.and Dyer, W.J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J.Biochem. Physiol.,Vol. 37, pp.911-917.

Bloukas, J.G. and Paneras, E.D. 1993. Substituting olive oil for pork backfat affects quality of low-fat frankfurters. Journal of food science, Vol. 58 (4), pp.705 – 709.

Brauer, H. 1993. Fat reduced frankfurter-type sausage. A technology for preventing too firm and rubbery a bite, Fleischwirtsch, Vol. 731,pp. 64 – 65.

Burdurlu, H.S. and Karadeniz, F. 2003. Gıdalarda diyet lifin önemi. Gıda mühendisliği dergisi, Vol. 7(15), pp. 18 – 25.

Caceres, E. ve Garcia, M.L., Toro, J. and Selgas, M.D. 2004. The effect of fructoolıgosaccharides on the sensory characteristics of cooked sausages. Meat Science,Vol. 68, pp. 87 -96.

Candoğan, K. and Kolsarıcı, N. 1995. Yağ Oranı Düşük Et Ürünleri Üretimi. Standart, Eylül, s.49 – 52

Candoğan, K. and Kolsarıcı, N. 2003. The effects of carregenan and peçtin on some quality characteristics of low-fat beef frankfurters. Meat Science,Vol. 64, pp.199 – 206.

Carbonell-Aleson, L. 2005. Charecteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo. Innovative Food Science And Emerging Technologies, Vol. 6, pp. 247- 255.

Chizzolini, R., Zanardi,E., Dorigoni, V. and Ghidini, S. 1999. Calorific value and cholestrol content of normal and low-fat meat and meat products. Trends in Food Science & Technology, Vol. 10, pp.119 – 128.

Cofrades, S., Lopez-Lopez, I., Solas, M.T., Bravo, L. and Jımenez-Colmenero, F. 2007. Influence of different types and proportions of added edible seaweeds on characteristics of low-salt gel/emulsion meat systems. Meat Science, Vol. 79(4), pp.767 – 776.

Coşkun, T. 2005. Fonksiyonel besinlerin sağlığımız üzerine etkileri. Çocuk Sağlığı Hastalıkları Dergisi, Sayı 48, 1, s. 69-84.

Das, A.K., Anjaneyulu, A.S.R, Kondaiah, N. And Verma, A.K.2007. Effects of levels of full-fat soy paste on quality of goat meat patties. J Food Sci Technol, Vol.44(3), pp.323 – 326.

Desmond, E.M., Troy, D.J. and Buckley, D.J. 1998. The effects of tapioca starch, oat fibre and whey protein on the physical and sensory properties of low-fat beef burgers. Lebensm.-Wiss. U.- Technol., Vol. 31, pp.653 – 657.

Dror, Y. 2003. Dietary fiber intake for the elderly. Nutrition, Vol. 19(4), pp.388-389.

Dzudie, T., Scher, J. and Hardy, J. 2002. Common bean flour as an extender in beef sausages. Journal of food engineering, Vol. 52, pp.143 – 147.

Ekici, L. Ve Ercoşkun, H. 2007. Et ürünlerinde diyet lifi kullanımı. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, Sayı 1 s. 83-90.

Eim, V.S., Simal, S., Rossello, C. and Femania, A. 2007. Effects of addition of carrot dietary fiber on the ripening process of a dry fermented sausage(sobrassada). Meat Science, 1 – 35.

El-Magoli, S.B., Laroia, S. and Hansen, P.T.M. 1996. Flavour and texture characteristics of low-fat ground beef patties formulated with whey protein concentrate. Meat science, Vol. 42(2), pp.179 – 193.

Fernandez-Gines J.M, Fernandez-Lopez J, Sayas-Barbera M.E, Sendra E. and Perez-Alvarez J.A. 2003. Effect of storage conditions on quality characteristics of bologna sausages made with citrus fiber. J Food Sci Vol. 68 (2) pp.710–5.

Fernandez-Lopez, J., Fernandez-Gines, J.M., Aleson-Carbonell, L., Sendra, E., Sayas Barbera, E., and Perez-Alvarez, J.A. 2004. Application of functional citrus by-products to meat products. Trends in Food Science&Technology, Vol. 15(3-4), pp.176-185.

Fernandez-Ginez, J., M., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E. and Perez-Alvarez, J.A. 2005. Meat products as functional foods: A review. Journal of Food Science, Vol. 70(2),pp. 37 – 43.

Garcia, M. L., Dominguez, R., Galz, M.D., Casas, C. and Selgas, M. D. 2002. Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. Meat Science, Vol 60, pp. 227 – 236.

Gonzalez-Molina, E., Domınguez-Perles, R., Moreno, D.A. and Garcia-Vıguera, C. 2010. Natural bıoactıve compounds of Cıtrus lımon for food and health. Journal of pharmaceutıcal and bıomedıcal analysıs, Vol. 51, pp.327 – 345.

Grigelmo-Miguel, N., Abadias-Seros, M. I. and Martin-Belloso, O. 1999. Characterisation of low-fat high-dietary fibre ftankfurters. Meat Science, Vol.52, pp.247- 256.

Güven, N. 2010. Düşük yağlı hamburger üretiminde havuç lifi kullanım olanağı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fak., Ankara

Harris, P.J. and Ferguson, L.R. 1999. Dietary fibres may protect or enhance carcinogenesis. Nutrition Research, Vol. 443, pp. 95-110.

Hughes, E., Cofrades, S. And Troy, D.J. 1997. Effects of fat level, oat fibre and carregenan on frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. Meat Science, Vol. 45 (3), pp.273 – 281.

Hullberg, A. and Lundström, K. 2004. The effects of RN gentype and tumbling on processing yield in cured smoked pork loins. Meat Science, Vol. 67, pp. 409 – 419.

Idouraine, A., Khan, M.J., Weber, C.W. 1996. In vitro binding capacity of wheat bran, rice bran, and oat fiber for Ca, Mg, Cu, and Zn alone and in different combinations. J Agric Food Chem, Vol. 44; pp. 2067-2072.

Jımenez-Colmenero, F. 1996. Technologies for developing low-fat meat products. Trends in Food Science & Technology. Vol. 7, pp.41 - 47.

Jımenez-Colmenero, F., Carballo, J. and Cofrades, S. 2001. Healthier meat and meat products: Their role as functional foods. Meat Science, Vol. 59, pp.5 -13.

Kesici, T. ve Kocabaş, Z .2007. Biyoistatistik. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, Ankara

Khalil, A.H. 2000. Quality characteristics of low-fat beef patties formulated with modified corn starch and water. Food Chemistry, Vol. 68, pp.61 -68.

Köksel, H. ve Özboy, Ö. 1993. Besinsel liflerin insan sağlığındaki rolü. Gıda, Sayı 18(5), S. 309-314.

Kumar, M. and Sharma, B.D. 2004. The storage stability and textural, physico-chemical and sensory quality of low-fat ground pork patties with carregenan as fat replacer. International Journal of Food Science and Technology, Vol. 39, pp.31 – 42.

Mansour, E.S. and Khalil, A.H. 1997. Characteristics of low-fat beefburger as influenced by various types of wheat fşber. Food Research International, 30, Number. ⅜, 199 -205.

Mendoza, E., Garcia, M.L., Casas, C. and Selgas, M.D. 2001. Inulin as fat substitute in low-fat,dry fermented sausages. Meat Science, Vol. 57, pp.387 – 393.

Pietrasik, Z. and Duda, Z. 2000. Effect of fat content and soy protein/carregenan mix on the quality characteristics of comminuted, scalded sausages. Meat Science,Vol. 56, pp.181 – 188.

Pinero, M. P., Parra, K., Huerta-Leidenz, N., Arenas de Moreno, L. Ferrer,M.,Araujo,S. and Barboza, Y.2008. Effect of oat's soluble fiber (β-glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties. Meat Science,Vol. 80, pp.675-680.

Ralapati, S. and La Course, W. R. 2002. Carbonhydrayes and other electrochemically activecompounds in 'Methods of Analysis for Functional Foods and Nutraceuticals'.Edt. by W. J. Hurst, CRC pres, USA..400 p.

Ramulu, P. and Rao, P. U. 2003. Total ınsoluble and soluble dietary fiber contents of Indianfruits. Journal of Food Composition Analysis, Vol.16(6), pp.677-688.

Resurreccion, A.V.A. 2003. Sensory aspects of consumer choises for meat and meat products. Meat Science,Vol. 66, pp.11 -20.

Rudel, L.L. and Morris, M.D. 1973. Determination of cholesterol using o-phthalaldehyde. Journal of Lipid Research, Vol. 14: pp.364-366

Sarıçoban, C., Özalp, B., Yılmaz, M.T., Özen, G., Karakaya, M. and Akbulut, M., 2008. Characteristics of meat emulsıon systems as ınfluenced by different levels of lemon albedo, Meat Science, Vol. 80, pp.599 -606.

Schneeman, B. 1987. Soluble vs insoluble fiber-different physiological responses. Food Technol, Vol. 41; pp.81- 82.

Serdaroğlu, M. ve Yıldız Turp, G. 2004. Diyet lifi ve et ürünlerinde diyet lifi kullanılması.Akademik Gıda Dergisi, 2 (10)18- 21.

Serdaroğlu, M. and Değirmencioğlu, Ö. 2004. Effects of fat level (5%, 10%, 20%) and corn flour (0%, 2%, 4%) on some properties of Turkısh type meatballs(koefte). Meat Science, Vol. 68, pp.291 – 296.

Serdaroğlu, M. 2006a. The characteristics of beef patties containing different levels of oat and oat flour. International Journal of Food Science and Technology, Vol. 41, pp. 147 – 153.

Serdaroğlu, M. 2006b. Improving low fat meatball characteristics by adding whey powder. Meat Science, Vol. 72, pp.155 – 163.

Tamer, C. E., Aydoğan, N. ve Çopur, U. 2004. Besinsel liflerin sağlık üzerine etkileri. Türkiye 8. Gıda Kongresi, 26-28Mayıs 2004, Bursa (poster bildiri).

Thebaudin, J.Y., Lefebvre, A.C., Harrington, M. and Bourgeois, C.M. 1997. Dietary fibres:nutritional and tecnological interest. Trends Food Sci Tech,Vol. 8, pp.41-48.

Troy, D.J., Desmond, E.M. and Buckley, D.J. 1999. Eating quality of low-fat beef burgers containing fat-replacing functional blends. Journal of the Scince of Food and Agriculture, Vol. 79, pp.507 – 516.

Troutt, E.S., Hunt, M.C., Johnson, D.E., Claus, J.R., Kastner, C.L., Kropf, D.H.and Stroda, S., 1992b. Chemical, physical and sensory chracterization of ground beef containing 5 to 30 percent fat. Journal of food science, Vol.57(1), pp.25 – 29.

Tsai, S. J., Unklesbay, N., Unklesbay, K., and Clarke, A. (1998). Textural properties of restructured beef products with five binders at four isothermal temperatures. Journal of Food Quality, Vol. 21, pp.397– 410

Ulu, H. 2006. Effects of carragenan and guar gum on the cooking and textural properties of low fat meatballs. Food Chemistry, Vol. 95, pp.600-605.

Vasanthan, T., Gaosong, J., Yeung, J. and Li, J. 2002. Dietary fiber profile of barley flour as affected by extrusion cooking. Food Chem, Vol.77, pp.35-40.

Viuda-Martos, M., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E., Sendra, E., Navarro, C., and Perez-Alvarez, J.A. 2009. Citrus co-products as technological strategy to reduce residual nitrite content in meat products. Journal of Food Science, Vol. 74(8), pp.93-100.

Vural, H. ve Öztan, A. 1996. Et ve Ürünleri Kalite Kontrol Laboratuvarı Uygulama Kılavuzu.H.Ü. Müh. Fak. Yay. No:36, 236 s.

Wallıngford, L.W. and Labuza, T.P. 1983. Evaluatıon of the water bındıng propertıes of food hydrocolloıds by physıcal/chemıcal methods and ın a low meat emulsıon. Journal of food scıence, Vol.48, pp.1-5

Yang, T.S. and Froning, G.W. 1992. Changes in myofibrillar protein and collagen content of mechanically deboned chicken meat due to washing and screening. Poultry Sci., Vol. 71, pp.1221-1227.

Yang, H.S., Choi, S.G., Jeon, J.T., Park, G.B. and Joo, S.T. 2007. Textural and sensory propertıes of low fat pork sausages wıth added hyradet oatmeal and tofu öas texture modıfyıng agents. Meat Science, Vol. 75, pp.283 – 289.

Yılmaz, İ. 2004. Effects of rye bran addition on fatty acid composition and quality characteristics of low-fat meatballs. Meat Science, Vol. 67, pp.245 – 249.

**EK 1 DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU**

LİMON LİFLİ HAMBURGER KÖFTESİ DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU

PANELİSTİN ADI SOYADI : TARİH:

Tadıma başlamadan önce ve tadım esnasında örnekler arasında bir önceki örnekten ağzınızda kalanı su ve krakerle giderin.

Her bir örnek ve duyusal karakteristik için belirtilen sıkaladan bir numara kodlamayı unutmayın.

| Örnek kodu | Görünüş | Renk | Koku | Lezzet | Yapı (Tekstür) | Genel beğeni |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

SIKALA:

9 : Mükemmel

8: Çok iyi

7: İyi

6 : Ortanın üstü

5 : Orta

4 : Ortanın altı

3 : Kötü

2 : Çok kötü

1 : Son derece kötü

Ek notlar :

# ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Görsen Şura SALMAN

Doğum Yeri : Sakarya –Adapazarı

Doğum Tarihi : 1986

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dil : İngilizce , Almanca

Eğitim Durumu :

Lise : Bozüyük Mustafa Şeker Anadolu Lisesi (1999 – 2004)

Lisans : Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü (2004 – 2009)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı ( Eylül 2009- Mart 2012)

Çalıştığı Kurum /Kurumlar ve Yıl :

Banvit A.Ş. (2010 ---)