



**SOSİS ÜRETİMİNDE KULLANILAN FARKLI YAĞ İKAME  
MADDELERİN TERMAL ÖZELLİKLERİ VE ÜRÜN  
KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

**THERMAL PROPERTIES OF DIFFERENT FAT  
REPLACERS USED IN FRANKFORTER PRODUCTION  
AND THEIR EFFECTS ON PRODUCT QUALITY**

**REZA JAFARZADEH YADEGARİ**

**Prof. Dr. Halil VURAL**

**Tez Danışmanı**

Hacettepe Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim – Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı için Öngördüğü  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
olarak hazırlanmıştır

2015

## KABUL ve ONAY

Reza Jafarzadeh Yadegari'nin hazırladığı “**SOSİS ÜRETİMİNDE KULLANILAN FARKLI YAĞ İKAME MADDELERİN TERMAL ÖZELLİKLERİ VE ÜRÜN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**” adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Yrd. Doç. Dr. E. Burçin Özvural

Danışman

Prof. Dr. Halil Vural

Üye

Doç. Dr. Ali Topçu

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof.Dr.Fatma SEVİN DÜZ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum tüm eserleri kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı,

beyan ederim.

30/01/2015

Reza Jafarzadeh Yadegari

## ÖZET

# SOSİS ÜRETİMİNDE KULLANILAN FARKLI YAĞ İKAME MADDELERİN TERMAL ÖZELLİKLERİ VE ÜRÜN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

**REZA JAFARZADEH YADEGARİ**

**Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Bölümü**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. HALİL VURAL**

**Ocak, 2015 73 Sayfa**

Bu çalışmada farklı yağ ikame maddeleri kullanılarak üretilen düşük yağlı sosislerin kalitesi ve termal özellikleri incelenmiştir. Bu amaçla ürünlerin nem, yağ, protein, su tutma kapasitesi, proses verimi, renk, tekstür profil analizi, tiyobarbütirik asit değerleri, duyu özellikleri incelenmiştir. Kimyasal ve mikroskopik özellikleri fourier dönüşümlü infrared spektroskopisi ve taramalı elektron mikroskopisi ile incelenmiştir. Model sistemler oluşturularak, sosis üretiminde uygulanan ısı işlemler uygulanmadan önce örneklerin termal özellikleri analiz edilmiştir. Model sistemlere ait termal analiz sonuçları tuz eklenmesinin myosin ve aktini destabilize ettiğini göstermiştir. Gerçekleştirilen analizler sonucunda ürünlerin proses verimi değerleri yüksek yağ içerikli kontrole göre daha düşük olduğu bulunmuş, bu durumun üretimde düşük yağlı ürünlerde daha fazla su kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Model sistemlerde incelenen emülsiyon stabilitesi değerleri hidrokolloidlerden farklı şekillerde etkilenmiştir. Ürünlerin yağ değerleri beklenen değerler içinde bulunmuştur. Et ve Et Ürünleri Tebliğine göre emülsifiye et ürünlerinin nem miktarının toplam et proteini miktarına oranı kütlece 6.5'in altında olması gerekmektedir. Elde edilen sonuçlar bu değerlere uygun bulunmuştur. Ürünlerin pH değerleri kontrol grubundan yüksek bulunmuştur. Sosislerin protein değerleri kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuş, ancak belirlenen limitler içinde olduğu gözlenmiştir. Yağ oranı azaltılarak hidrokolloidlerin eklendiği sosislerin su tutma kapasitesi değerlerinin kontrole göre genellikle daha iyi olduğu belirlenmiştir. Renk değerlerine bakıldığında ise parlaklık değerlerinin eklenen hidrokolloidlerden farklı şekillerde etkilendiği gözlenmiş, kırmızılık değerleri kontrole göre azalırken sarılık değerlerinin ise arttığı belirlenmiştir. Tekstür profil analizi sonuçlarına göre hidrokolloid eklenen ürünlerin sertlik değerlerinin kontrole göre azaldığı, özellikle en düşük sertlik değerinin % 1 oranında pektin kullanılan örneklerde saptanmıştır. Tiyobarbütirik asit analizi değerleri örneklerin oksidasyon

dereceleri ile ilgili bilgi vermektedir. Beklendiği üzere depolama süresince artış göstermiş ancak acılığa neden olan sınırı aşmamıştır. FTIR-ATR analizleri ürünlerin kimyasal bağları hakkında bilgi vermekte olup elde edilen sonuçlarda yeni bir bağ oluşumu belirlenmemiştir. Ancak  $\alpha$ -sarmal/ $\beta$ -düzlemsel tabaka oranına bakıldığında bazı örneklerde azalma olduğu bulunmuştur. Bu orandaki azalma protein kalitesinin kontrole göre daha düşük olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Ürünlerin taramalı elektron mikroskopisi analizlerinde patates nişastasının ısı işlem dolayısıyla oluşturduğu boşluklar ve hidrokolloidlerin oluşturduğu jel benzeri yapılar belirlenmiştir. Duyusal analiz sonuçları; yağ oranı azaltılarak üretilen ürünlerden en fazla tercih edilen örneklerin 0.5 metil selüloz ve 0.5 pektin içeren örnekler olduğunu göstermiştir. Sosislere ait termal analiz sonuçlarında üretim esnasında proteinlerin denatüre olmasından dolayı herhangi bir pik elde edilememiştir. Sosislerin camsı geçiş sıcaklıkları ile ürünlerin nem içerikleri arasında negatif korelasyon bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Düşük Yağlı Sosis, metil selüloz, Karboksimetil Selüloz, Pektin, Diferansiyel Taramalı Kalorimetre.

## **ABSTRACT**

# **THERMAL PROPERTIES OF DIFFERENT FAT REPLACERS USED IN FRANKFURTER PRODUCTION AND THEIR EFFECTS ON PRODUCT QUALITY**

**REZA JAFARZADEH YADEGARI**

**Master's Degree, Department of Food Engineering**

**Supervisor: Prof. Dr. HALİL VURAL**

**January, 2015 73 Pages**

In this study, the thermal properties and quality of low fat frankfurters containing different fat replacers were investigated. The moisture, fat, protein, water holding capacity, process yield, colour, texture profile analysis, thiobarbituric acid values, sensorial properties were examined. The changes in the chemical and microscopic properties were investigated by fourier transform infrared spectroscopy and by scanning electron microscopy. For the investigation of thermal properties of frankfurter batter before heat treatment, model systems were produced and thermal analysis were performed. Thermal analysis results of the model systems showed that salt addition destabilized the myosin and actin proteins. According to the results obtained, the process yield of the low fat frankfurters were lower than the high fat control, this was thought to be probably due to the excess water used in low fat containing products. The emulsion stability of the batter was effected differently due to the different hydrocolloids used. The fat content of the samples were found to be in the expected range. According to the Meat and Meat Products Procedure the ratio of moisture content to total meat proteins should be less than 6.5, the results found were lower than this value. The pH of the low fat samples was found to be higher than the control. The protein levels of the frankfurters were lower than the control but were in the accepted levels. The water holding capacity of the low fat samples was found to be higher than the high fat control. Lightness values of the low fat frankfurters were effected differently from the added hydrocolloids, redness of the samples were decreased while the yellowness of the samples were increased when compared to control. According to the texture profile analysis, the hardness values of the low fat frankfurters containing hydrocolloids were decreased according to the control, and especially it is specified that they used pectin in the ratio of 1% which

is the lowest rate. Tiobarbutiric acid values give information about the oxidation levels of the samples, and it was found that the values were increased during storage however did not exceed the level that causes rancid flavour. FTIR-ATR analysis gives information about the chemical bondings, there were no new formed bonds in the samples containing hydrocolloids. However the  $\alpha$ -helix/ $\beta$ -sheet ratio showed decrease in some of the samples which is an indicates that the protein quality of these samples were low when compared to the control. The scanning electron microscopy result of the samples showed voids which were probably due to the potato starch used, and there were gel-like structures due to the hydrocolloids. According to the sensorial analysis it is indicated that the closest samples to the control were 0.5 methyl cellulose and 0.5 pectin by the consumers. The thermal analysis of frankfurters showed no endothermic or exothermic peak in the thermograms which was due to the denaturation of proteins during production. However, it was found that the glass transition temperatures of the frankfurters were negatively correlated with the moisture content of the sample.

**Anahtar Kelimeler:** Low-fat frankfurters, methyl cellulose, carboxymethyl cellulose, pectin, Differential Scanning Calorimetry.



## TEŞEKKÜR

Bu tez çalıőmamda bilimsel olarak ve özellikle manevi desteği sayesinde ve her zaman beni dinleyip sıkıntılarımda yardımcı olduğu ve huzur verdiği için Danıőmanım Sayın Prof.Dr.Halil Vural'a

Çalıőmamda her konuda bana yardımcı olan Dr. Esen Eyiler'e,

Çalıőmadaki sosis örneklerinin hazırlanmasında hem malzeme teminini, hem de AR-GE laboratuvarının kullanımını sağlayan Pınar Entegre Et ve Un Sanayi A.Ő (Pınar-Et)'e ve özellikle AR-GE ekibine,

Bana őefkatla her türlü yardımı yapan Uz. Yelda Zencir, Uz.Meltem Yıldırım'a,

Ve bana her türlü yardımı sunan anne ve babama teőekkürlerimi sunarım.

zet olarak üç kutsal varlığa teőekkürler:

Annelerimiz

Atalarımız

Hocalarımız

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa No

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	iii
TEŞEKKÜR .....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ÇİZELGELER.....	viii
ŞEKİLLER .....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ .....	3
2.1 Düşük Yağlı Et Ürünleri Üretimi .....	3
2.2. Düşük Yağlı Et Ürünleri Üretiminde Kullanılan Hidrokolloidlerin Termal Özellikleri.....	5
2.2.1 Pektin .....	8
2.2.2 Karboksimetil selüloz (CMC) .....	12
2.2.3 Metil selüloz (MC).....	14
2.2.4 Nişasta .....	15
2.3 Kas Proteinleri İle Düşük Yağlı Et Ürünlerinde Kullanılan Hidrokolloidler Arasındaki Etkileşimler .....	18
2.4 Diferansiyel Taramalı Kalorimetri .....	23
3. MATERYAL - METOT .....	28
3.1. Materyal.....	28
3.2. Kıyma ve Model Sistemlerin Termal Özelliklerinin Belirlenmesi .....	28
3.3 Model Sistemlerin Emülsiyon Stabilitesinin Belirlenmesi .....	29
3.4 Sosis formülasyonlarının oluşturulması ve sosis üretimi .....	29
3.5 Sosis örneklerine uygulanan analizler .....	32
3.5.1 Nem tayini .....	32
3.5.2 Yağ miktarı tayini .....	32
3.5.3 pH tayini .....	32
3.5.4 Protein analizi .....	32

3.5.5 TBA analizi .....	32
3.5.6 Renk analizi .....	33
3.5.7 Tekstür profil analizi.....	33
3.5.8 Su tutma kapasitesi analizi .....	34
3.5.9 Termal özelliklerin belirlenmesi.....	34
3.5.10 Mikroskobik özelliklerin belirlenmesi .....	34
3.5.11 Fourier dönüşüm infrared spektroskopi (FTIR) analizleri.....	34
3.5.12 Proses verimi.....	34
3.5.13 Duyusal analizler .....	34
3.5.14 İstatistiksel değerlendirme .....	35
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	36
4.1. Hammadde ve Model Sistemlere Ait Termal Analiz Sonuçları .....	36
4.2. CMC, MC ve PEK Kullanılarak Üretilen Sosislere Ait Analiz Sonuçları .....	38
4.2.1. Proses Verimi, Pişme Kaybı ve Emülsiyon Stabilitesi.....	38
4.2.2. % Nem, Yağ, Protein ve Su Tutma Kapasitesi Değerleri.....	39
4.2.3. pH Değerleri .....	42
4.2.4. Renk Değerleri.....	43
4.2.5. Tekstür Profil Analizi Değerleri .....	45
4.2.6. Tiyobarbütirik Asit Değerleri .....	51
4.2.7. Fourier Dönüşüm İnfrared Spektroskopisi-Azaltılmış Toplam Reflektans Sonuçları .....	53
4.2.8. Taramalı Elektron Mikroskopisi Görüntüleri.....	54
4.2.9. Sosis Örneklerine Ait Termal Analiz Sonuçları .....	60
4.2.10. Duyusal analiz sonuçları.....	62
5. SONUÇ .....	63
KAYNAKÇA.....	66
ÖZGEÇMİŞ .....	72

## ÇİZELGELER

### Sayfa No

<b>Çizelge 2.1.</b> Suda çözünebilen gam tipleri .....	7
<b>Çizelge 2.2.</b> Denatürasyon pik sıcaklığı (Td) ve entalpi ( $\Delta T$ ), protein ve pektin karışımı .....	11
<b>Çizelge 2.3.</b> PVA/CMC oranları DTK analizi .....	14
<b>Çizelge 2.4.</b> Sosis ürünlerindeki pişirme kayıpları ve su tutma kabiliyetleri .....	22
<b>Çizelge 2.5.</b> Sosis ürünlerinin reaksiyon entalpileri ve DSC sonuçları .....	23
<b>Çizelge 3.1.</b> Sosis formülasyonları.....	30
<b>Çizelge 3.2.</b> Örneklerin hidrokolloid içerikleri .....	31
<b>Çizelge 4.1.</b> CMC, MC ve PRK kullanılarak emülsiyon stabilitesi belirlenen örnekler için DTK sonuçları .....	37
<b>Çizelge 4.2.</b> CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine ait proses verimi (%), pişme kaybı ve emülsiyon stabilitesi değerleri.....	39
<b>Çizelge 4.3.</b> CMC, MC ve PEK kullanılan örnekler için % nem, yağ, protein ve STK sonuçları.....	41
<b>Çizelge 4.4.</b> CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine ait pH değerleri. ....	42
<b>Çizelge 4.5.</b> CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine ait parlaklık ( $L^*$ ) değerleri .....	43
<b>Çizelge 4.6.</b> CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine kırmızılık ( $a^*$ ) değerleri .....	44
<b>Çizelge 4.7.</b> CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine sarılık ( $b^*$ ) değerleri	45
<b>Çizelge 4.8.</b> CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine sertlik 1 değerleri ....	46
<b>Çizelge 4.9.</b> CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine sertlik 2 değerleri ....	47
<b>Çizelge 4.10.</b> CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine bağlayıcılık değerleri .....	48
<b>Çizelge 4.11.</b> CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine ait gam özelliği değerleri. ....	49
<b>Çizelge 4.12.</b> CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine ait esneklik değerleri. ....	50
<b>Çizelge 4.13.</b> CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine ait çiğnenebilirlik değerleri. ....	50
<b>Çizelge 4.14.</b> CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine ait TBA değerleri (mg malonaldehit/kg Örnek) .....	51

<b>Çizelge 4.15.</b> CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerinin FTIR spektrumlarından hesaplanan $\alpha$ -sarmal, $\beta$ -düzlemsel tabaka % değerleri ve $\alpha$ -sarmal/ $\beta$ -düzlemsel tabaka oranları .....	54
<b>Çizelge 4.16.</b> CMC, CM ve PEK kullanılan örneklerin camsı geçiş sıcaklığının değişimi. ....	61
<b>Çizelge 4.17.</b> CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine ait duyusal analiz sonuçları.....	62

## ŞEKİLLER

	Sayfa No
<b>Şekil 2.1.</b> Pektinin hücredeki konumu .....	8
<b>Şekil 2.2.</b> Yüksek esterleşme dereceli pektin, DE=75% (HMP) .....	9
<b>Şekil 2.3.</b> Düşük esterleşme dereceli pektin, DE=25% (LMP) .....	10
<b>Şekil 2.4.</b> CMC yapısı .....	12
<b>Şekil 2.5.</b> Metil selüloz yapısı .....	15
<b>Şekil 2.6.</b> Nişasta granülünün yapısı .....	16
<b>Şekil 2.7.</b> Amiloz ve amilopektinin yapıları .....	17
<b>Şekil 2.8.</b> Bir DSC termogramında gözlenebilen üç olaya ait eğriler .....	24
<b>Şekil 2.9.</b> DSC numune tutucuları ve fırınlarının şeması .....	24
<b>Şekil 2.10.</b> Isı akışlı DSC hücresinin şematik gösterimi .....	25
<b>Şekil 4.1.</b> CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine ait TBA değerleri .....	52
<b>Şekil 4.2.</b> Kıyma, yağ ve kontrol grubuna ait SEM görüntüleri .....	55
<b>Şekil 4.3.</b> CMC'a ait SEM görüntüleri a: ısıtılmış işlem görmemiş örnek. b: ısıtılmış işlem görmüş örnek .....	56
<b>Şekil 4.4.</b> % 0.5 oranında CMC kullanılan örneğe ait SEM görüntüleri a: 200x büyütme. b: 500x büyütme .....	57
<b>Şekil 4.5.</b> % 1 oranında CMC kullanılan örneğe ait SEM görüntüleri a: 200x büyütme, b: 500x büyütme .....	57
<b>Şekil 4.6.</b> MC'a ait SEM görüntüleri. a: ısıtılmış işlem görmemiş örnek. b: jelleşip ısıtılmış işlem gören örnek .....	58
<b>Şekil 4.7.</b> %0.5 oranında MC kullanılan örneğe ait SEM görüntüleri a: 200x büyütme. b: 500x büyütme .....	58
<b>Şekil 4.8.</b> % 1 Oranında MC kullanılan örneğe ait SEM görüntüleri. a: 200x büyütme. b: 500x büyütme. ....	59
<b>Şekil 4.9.</b> PEK'e ait SEM görüntüleri. a: ısıtılmış işlem görmemiş örnek. b: jelleşip ısıtılmış işlem gören örnek .....	59
<b>Şekil 4.10.</b> %0.5 oranında PEK kullanılan örneğe ait SEM görüntüleri a: 200x büyütme. b: 500x büyütme .....	60
<b>Şekil 4.11.</b> %1 oranında PEK kullanılan örneğe ait SEM görüntüleri a: 200x büyütme. b: 500x büyütme .....	60

## SİMGELER VE KISALTMALAR

- DTK: Diferansiyel taramalı kalorimetre  
PEK: Pektin  
CMC: Karboksimetil selüloz  
MC: Metil selüloz  
SEM: Taramalı Elektron Mikroskopisi  
FTIR: Fourier Dönüşümlü Infrared Spektroskopisi  
TEF: Toplam salınan sıvı  
WHO: Dünya sağlık örgütü  
HPMC: Hidroksipropilmetil selüloz  
DE: Degree of esterification (esterifikasyon derecesi)  
BSA: bovin serum albümin  
 $\kappa$ CGN: Kappa karragenan  
 $\lambda$ CGN: Lambda karragenan  
GDDTK: Güç dengeli DTK  
ISDTK: Isı akışlı DTK  
 $\Delta C_p$ : Isı kapasitesi değişim  
 $T_o$ : Denatürasyon/jelatinizasyon başlangıç sıcaklığı  
 $T_p$ : Denatürasyon/jelatinizasyon pik sıcaklığı  
 $T_c$ : Denatürasyon/jelatinizasyon tamamlanma sıcaklığı  
 $T_g$ : Camsı geçiş sıcaklığı

# 1. GİRİŞ

Beslenme; büyüme ve yaşamın ilerlemesi ve sağlığın korunması açısından önemli bir olgudur. İnsanın sağlığını etkileyen faktörler kalıtım ve çevresel faktörler olmakla birlikte beslenme düzeni ve vücudun direncine bağlı çeşitli hastalıklar da ortaya çıkabilmektedir [1].

Günümüzde kötü beslenme ve fazla kolesterol düzeyi, yüksek tansiyon, kilo ve kalp hastalıklarına sebep olmaktadır. Et ürünlerinde doymuş yağların ve kolesterolün bulunması nedeniyle, et ürünler hep gündemde olmuştur. Bu bakımdan daha az tuzlu ve daha az yağlı ürünleri üretmek konusunda çalışmalar hızlanmaktadır [2].

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) daha az yağ ve kolesterol tüketilmesini önermektedir. Toplam kalori ihtiyacının en fazla %30'unun yağlardan, toplam enerjinin ise en çok %10'unun doymuş yağlardan karşılanması önerilmektedir. Ayrıca, günlük kolesterol alımının 300 mg'ı aşmaması gerektiği belirtilmektedir [2, 3].

Et; B<sub>12</sub> ve A vitaminleri, folik asit ve demir açısından zengin bir kaynaktır. Bu değerler bitkisel kaynaklarda oldukça sınırlıdır ya da insan vücudunda absorpsiyon oranı düşüktür. Etin protein içeriği yüksektir ve amino asitlerin en önemli kaynaklarından biridir [4, 5].

Et emülsiyonlarında yapının oluşabilmesi için ette mevcut olan proteinler yeterli olmamakta, bu nedenle karışıma buğday veya mısır nişastası, tahıl unları, soya unu ve yağsız soya unu, soya protein konsantresi, soya protein izolatı, çöktürülmüş süt proteini (kazein) ve yumurta akı gibi emülgatör maddeler ilave edilmektedir [6, 7].

Sosis tipi et ürünleri, diğer et ürünlerine oranla daha fazla yağ içeren ürünler olup, yağ miktarları %20-40 arasında değişir. Et ürünlerine hayvansal yağ, ekonomik olması yanında, ürünün tekstürünü geliştirmesi nedeniyle ilave edilir [8, 9].

Sosis gibi ürünler, tüketiciler tarafından hissedilmeden yağın fazla miktarda kullanıldığı ve değerlendirildiği ürünlerdir. Ancak koroner kalp hastalıklarında yağın ve kolesterol miktarının önemli bir risk faktörü olarak görülmesi nedeniyle sağlık bilimcileri, sağlıklı beslenme için yağ miktarı ve dolayısıyla da kolesterol miktarı fazla olan gıda maddelerinin günlük diyetle sınırlandırılmasını tavsiye etmektedirler [10, 11, 12]. Çünkü, kanda düşük yoğunluktaki lipoprotein-kolesterol fraksiyonunun



yükselişini etkileyen doymuş yağ asitlerini hayvansal yağların fazla miktarda içerdiği ifade edilmektedir.

Az yağlı et ürünlerinin üretim prosesinde bağ doku proteinleri [13, 14] soya proteinleri [15] ve hidrokolloidler [16, 17, 18] yapının oluşmasına katkıda bulunmak amacıyla kullanılabilir.

Hidrokolloidler, tekstür oluşturma, stabilite ve emülsifikasyondaki özelliklerinden dolayı önemli rol oynamaktadırlar [19, 20]. Et ürünlerinde yağın azaltılarak yerine yağ ikame maddesi olarak farklı hidrokolloidlerin kullanılması ile üretilen ürünlerin yapı, tat, koku, su tutma kapasitesi ve emülsiyon kapasitesi gibi birçok özelliği incelenmiştir [21, 22, 23].

Aynı zamanda et ürünlerinde myofibriler proteinler, ısı işlem sonucunda üç boyutlu jel oluşturma kabiliyetlerinden dolayı etin işlenmesi sırasında büyük role sahiptir [25, 26]. Gıdalardaki proteinlerin çözünürlük, jel oluşturma ve emülsifiye etme kapasiteleri gibi fonksiyonel özellikleri, polisakkaritlerle aralarındaki etkileşimlerden etkilenmektedir. Literatürde et proteinleri dışındaki proteinler için polisakkarit-protein etkileşimleri yoğun şekilde çalışılmıştır. Ancak istenilen özellikte et ürünlerinin elde edilebilmesi için et proteinlerinin hidrokolloidler ile etkileşimlerinin incelenmesi gerekmektedir. Bu etkileşimler üzerine son yıllarda yapılan çalışmalar artmıştır ve incelemeler genellikle differansiyel taramalı kalorimetre (DTK) yardımı ile gerçekleştirilmektedir [21, 27].

Bu tezde; düşük yağlı et ürünlerinin üretilmesinde yapı oluşumunun sağlanabilmesi için pektin, karboksimetli selüloz (CMC) , metil selüloz (MC) hidrokolloidleri kullanılarak sosis kalitesinin belirlenmesi ve sosislerin termal özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

### 2.1 Düşük Yağlı Et Ürünleri Üretimi

Sağlık ve sağlıklı beslenme kavramı konusunda toplumun daha bilinçli bir hal alması gıda tüketimini de etkilemektedir. Tüketiciler tuz, kolesterol ve yağ gibi sağlık açısından zararlı bileşenleri en az olan ürünleri tercih etmektedir. Bu durum karşısında gıda sektörü farklı şekillerde ve farklı içeriklere sahip ürünler üreterek ve formüller geliştirerek özellikle ürünlerin yağ oranlarını azaltmaktadır. En önemli stratejilerden biri de sağlıksız bileşenlerin konsantrasyonunda azaltmalar sağlamak ve sağlıklı bileşenlerin varlığını desteklemektir [28].

Konuyla ilgili olarak yapılan çok sayıda araştırma, aşırı yağ tüketiminin şişmanlık, kanser ve kalp rahatsızlıklarının görülmesinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Fakat diyetle yağın olması yağda eriyen vitaminler ve esansiyel yağ asitlerinin vücuda alınması bakımından beslenmede olumlu etkilere sahiptir. Yağlar gıdaların karakteristik özellikleriyle tekstür ve doygunluğunu belirlemekte, gıdaya gevreklik ve yumuşaklık katmaktadır [28].

Et tüketiminin yoğun olması ve ete dayalı ürünlerin çeşitliliği diyet ürünleri içerisinde et yada ete dayalı ürünleri öne çıkarmaktadır. Diyet et ürünleri konusunda yapılan araştırmaların çoğunda sığır etinden yapılmış olan kıyma ve köfte gibi ürünler üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu gibi ürünlerde yağ en önemli etkenlerden biridir. Kıyma ve diğer et ürünlerindeki yağ miktarlarının önemi araştırmacıları da bu konuda çalışmaya yöneltmektedir.

Et ürünlerinde yağ miktarının azaltılması ile ilgili olarak yapılanlar;

a) Hayvanda Genetik ve Beslenme Modifikasyonları: Az yağlı yada yağsız et konusuyla ilgili tüketici talepleri ve yapılan çalışmalar et üreticilerini de bu konuda çalışmaya sevk etmektedir. Bunun için et üreticileri hayvan türü seçiminde genetik dizilime bakarak yağsız dokuya sahip hayvanı tercih etmektedir. Aynı zamanda hayvanların yağlı yada yağsız olması üzerinde beslenmeleri de etkilidir. Bu nedenle üreticiler hayvanların beslenmeleri ile ilgili olarak da çalışmalar yapmaktadırlar.

Yağ içeriği düşük hayvanlar için başarılı olunan bir diğer strateji ise anabolik steroidler gibi eksojen ajanlarla yağ oluşumunu en aza indirmektir.

b) Karkastan Yağın Uzaklaştırılması (Trimming) : Taze tüketimde etteki görünür yağların kesilerek uzaklaştırılması da tercih edilen bir diğer yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Fakat sosis, salam, hamburger vb. et ürünleri normal olarak kesilip üretilen et ürünlerinden daha fazla miktarlarda yağ içermektedirler. Bu ürünlerin çoğunda %30 dolayında yağ oranları bulunmaktadır. Bu durum temelde etin işlenmiş olması ve yağ oranlarının gözle görülür durumda olmamasından kaynaklanmaktadır. Ancak son dönemlerde tüketicinin bilinçlenmesi ve ürünlerin içeriklerine bakarak alternatifler arasında tercih yapması bu karışık ve işlenmiş ürünlerin de yağ oranlarının azaltılması yönündeki çalışmalara ağırlık verilmesine neden olmuştur.

c) Yağ İkamelerinin Kullanımı: Yağ oranı et ürünlerinin lezzetleri ile doğrudan ilişkilidir. Sağlık açısından istenen bir durum olan az yağlı et tüketimi lezzet bakımından istenmeyen bir durum teşkil etmektedir. Bu durum yağsız et tüketimi üzerinde de önemli bir etkiye sahiptir. Yağın azalmasıyla azalan lezzeti farklı katkı maddeleriyle bir ölçüde ete geri kazandırmak mümkündür. Bu durum "bağlayıcı" olarak kullanılan maddelerin su ve yağları bağlama özellikleriyle lezzet ve dilimlenebilme özelliklerinde de bir düzeltme oluşturur. Düşük yağlı et ürünlerinin üretimi için çok sayıda protein ve karbonhidrat esaslı yağ ikameleri denenmiştir.

Protein olarak bitkisel ve hayvansal proteinler kullanılmakta olup bu ikameler arasında ise en sık kullanılanlar, farklı boyutlarda soya protein unu, konsantratu ve izolatu, yağsız süt tozu, kazeinatlar, buğday unu ve buğday gluteni olarak görülmektedirler.

Karbonhidrat olarak ise, nişastalar, gamlar, maltodekstrinler, dekstrinler ve diyet lifler gösterilebilir. Bu ikameler et üzerindeki pişirme kayıplarını önleyerek su tutmayı artırmakta ve ürünün tekstürünün düzelmesinde yardımcı olmaktadır [28].

Et ürünlerinin yağının azaltılmasından başka, azaltılan bu yağ yerine bitkisel yağların kullanımı da denenmiştir. Bitkisel yağlar et yağına göre kolesterol içermemesi ve doymamış yağ oranının yüksek olmasından dolayı tercih edilmiştir [28].

Et ürünlerine hayvansal yağ ilavesi, ekonomik olması yanında ürünün lezzetini ve gevrekliğini artırması ve tekstürünü geliştirmesi nedeniyledir. Bu tip ürünler, tüketici tarafından hissedilmeden hayvansal yağın fazla miktarda kullanıldığı ve

değerlendirildiği ürünlerdir [29,30]. Ancak koroner kalp hastalıklarında hayvansal yağın ve kolesterol miktarının önemli bir risk faktörü olarak görülmesi nedeniyle sağlık bilimcileri, sağlıklı beslenme için hayvansal yağ miktarı fazla, dolayısıyla kolesterol miktarı fazla gıda maddelerinin günlük diyetle sınırlandırılmasını tavsiye etmektedirler [31, 32]. Çünkü kanda düşük yoğunluktaki lipoprotein-kolesterol fraksiyonunun yükselişini etkileyen doymuş yağ asitlerini hayvansal yağların fazla miktarda içerdiği bilinmektedir [33].

Sosis tipi işlenmiş et ürünlerinde hayvansal yağ kullanımının birden çok gerekçesi mevcuttur. Hayvansal yağlar sosis tipi et ürünlerinin lezzetlerinde ve yapılarında olumlu etkiye sahiptir. Örneğin az yağlı üretilen sosislerin yapılarında sertleşme görülmekte ve buda çiğneme kalitesini olumsuz etkilemektedir. Hayvansal yağların muadili olarak düşünülen bitkisel yağlar sosis tipi et ürünlerinin lezzetlerinde olumlu etki ortaya koymaktadır, ancak bitkisel yağlar ve hayvansal yağlar arasındaki yapısal farklılıklar bitkisel yağ kullanılan sosislerin yapısal kalitelerinde düşüşe neden olmaktadır [34].

## **2.2 Düşük Yağlı Et Ürünleri Üretiminde Kullanılan Hidrokolloidlerin Termal Özellikleri**

Yağ ikame maddeleri içinde yer alan hidrokolloidleri; nişasta ve türevleri, selüloz ve türevleri, gamlar (karagenan, alginat, pektin, ksantan gam, guar gam ve keçiyoynuzu gamı) ve diğer hidrokolloidler olmak üzere 4 ayrı grupta toplamak mümkündür. Hidrokolloidler, stabilizör olarak kullanılmalarının yanısıra viskozite arttırıcı, jelleştirici ve stabilize edici işlevlere sahip yüksek molekül ağırlıklı polisakkaritleri içeren polimerlerdir. Yüksek hidrofilik özellikte moleküller olup, kendi ağırlıklarının 100-500 katından fazla suyu tutabilmektedirler. Et ürünlerinde pişirme verimini iyileştirmek, nem tutmayı artırmak, formülasyonun maliyetini azaltmak, ürünün tekstürünü modifiye etmek ve donma-çözünme stabilitesini iyileştirmek için kullanılmaktadırlar. Bu katkıların kullanımı ile düşük-yağlı et ürünlerinin gelişimi artmıştır. Emülsiyon tipi et ürünlerinde ise viskoziteyi ayarlamak, jel oluşturmak, emülsiyonların stabilitesi ve büzülmenin inhibisyonu için kullanılmaktadırlar [35].

Gam terimi ilk olarak yapışkan, zamkimsı, bitkilerden sıızan doğal maddeler için kullanılmıştır. Gamın teknik olarak kabul edilen tanımı ise, kıvam arttırıcı ve/veya jelleştirici etki vermek için suda dağılabilen veya çözünebilen polimerik

karbonhidratlar olarak açıklanmaktadır. Bu tip maddeler koloidal yapıda ve hidrofilik kolloid özellikte olduklarından "hidrokolloidler" olarak da adlandırılırlar. Hidrokolloidler, kalınlaştırıcı, emülsiyonları stabilize edici, film ve jel oluşturucu, tekstürel özellikleri ve su tutmayı artırıcı, su hareketini kontrol edici ve genellikle gıda kalitesini artırıcı ve muhafaza edici ajanlar olarak kullanılmaktadırlar [31].

Hidrokolloidler çeşitli biyolojik kaynaklardan elde edilirler ve değişik arıtma işlemlerine tabi tutulurlar. Hidrokolloidlerin bir çoğu molekül içinde birleşmiş olarak kalsiyum, magnezyum, potasyum ve bazen de diğer metalik katyonları bulunduran anyonik veya nötral kompleks ve dallanmış heteropolisakkaritlerin bir grubunu oluşturmaktadırlar. Hidrokolloidler, un formülasyonunda %1'den düşük konsantrasyonlarda kullanıldıkları zaman, su absorpsiyonunu ve hamur hacmini artırmakta; ekmek içi sertliğini ve nişasta retrogradasyonunu azaltmaktadırlar [31].

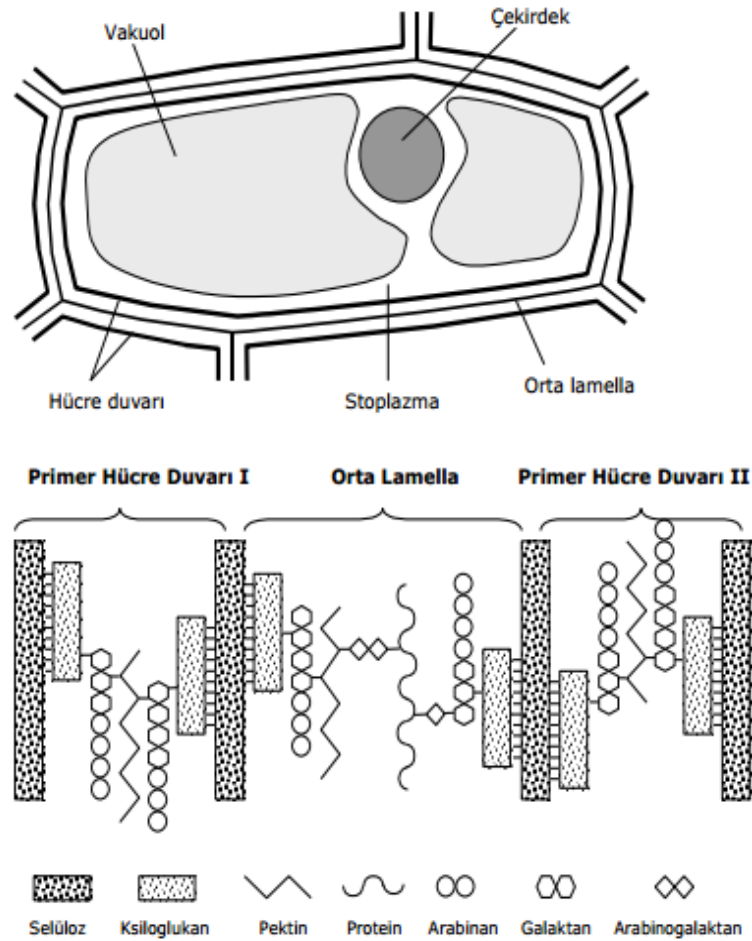
Genellikle suda çözünebilir gamlar olarak bilinen hidrokolloidler çeşitli biyolojik kaynaklardan elde edilen ve değişik arıtma işlemlerine tabi tutulan ve esas olarak çözünebilir liflerden oluşan polimerik karbonhidratlardır [31].

**Çizelge 2.1.** Suda çözünebilen gam tipleri [31]

<b>TİP</b>	<b>KAYNAK</b>
<b>Reçine gamları</b>	
<b>Gam arabik</b>	Acacia sp.
<b>Karaya</b>	Sterculia sp.
<b>Tragakant</b>	Astragalus sp.
<b>Deniz yosunu ekstraktları</b>	
<b>Karragenan</b>	Chondrus, Eucheuma spp.
<b>Agar</b>	Gracilaria, Gelidium spp.
<b>Aljinat</b>	Laminaria, Macrocystis spp.
<b>Tohum ekstraktları</b>	
<b>Guar</b>	Cyamopsis tetragonolobus
<b>Keçiboynuzu gamı</b>	Ceratonia siliqua
<b>Mikrobiyel gamlar</b>	
<b>Ksantan gam</b>	Xanthomonas compestris
<b>Gellan gam</b>	Pseudomonas clodea
<b>Bitki ekstraktları</b>	
<b>Pektinler</b>	Elma, turunçgil kabukları
<b>Konjac unu</b>	Amorphophallus sp.
<b>Modifiye gamlar</b>	
<b>Selüloz gam</b>	Sodyum karboksimetil selüloz
<b>Selüloz jel</b>	Mikrokristalin selüloz
<b>Metil selüloz</b>	Metil selüloz
<b>HPMC</b>	Hidroksipropilmetil selüloz

## 2.2.1 Pektin

Pektin pektik maddeler grubundan koloidal özellikte bir karbonhidrat bileşimidir. Yüksek bitkilerin hücreleri arasında yada hücre duvarlarında bulunmaktadır. Pektin Yunanca "pektos" koyu kıvamlı, ağır anlamına gelen bir kelimedenden türetilmiştir. Bazı meyvelerin yapısında pektin ve asit doğal olarak bulunmaktadır. Jelleşmenin sağlanması için pektin miktarı önemlidir. Bünyesinde yeterli miktarda pektin bulundurmayan meyvelere jelleşmenin sağlanabilmesi için pektin ilavesi yapılabilmektedir. Pektin, selüloz ve hemiselüloz ile birlikte bitkilerin hücre duvarlarında bulunur ve hücreleri birbirine bağlayan ve dokuya sertlik veren temel bileşiktir. Ayrıca hücre stoplazmasında çözülmüş halde de pektin bulunmaktadır [36].



**Şekil 2.1.** Pektinin hücredeki konumu

Pektin jeli oluşturmada dikkat edilmesi gereken bazı önemli hususlar bulunmaktadır. Bu hususlar [36];

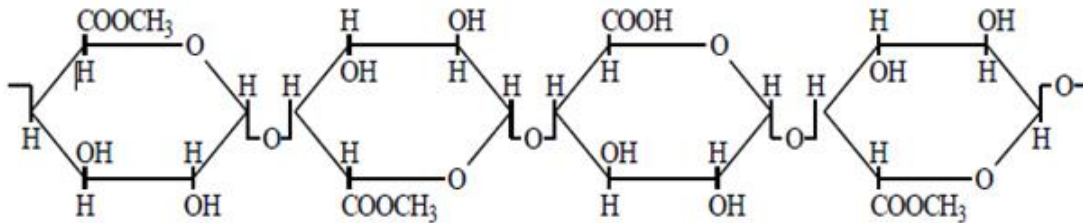
- Kullanılan pektinin miktarı ve niteliği
- Ortamın pH derecesi
- şeker konsantrasyonu

İyi bir jel oluşumu için ortamda %1 oranında pektin bulunması gerekmektedir. Ayrıca bulunan pektinin esterleşme derecesi de yüksek olmalıdır. Pektin moleküllerinin uzun zincirlerden oluşması iyi bir jel oluşumu için gereklidir. Ayrıca suda çözünebilirliktir.

Pektin jeli oluşturmada ortamın pH derecesi 2.8 - 3.2 arasında olmalıdır. Bu nedenle üretimde ortamın pH derecesi kontrol altına alınmalı, gerektiğinde asit ilavesi yapılmalıdır. Eğer ortamın pH derecesi istenilen seviyenin altına düşerse pektin jeli sulanarak "sineresis" adı verilen cıvıklaşma durumu görülür.

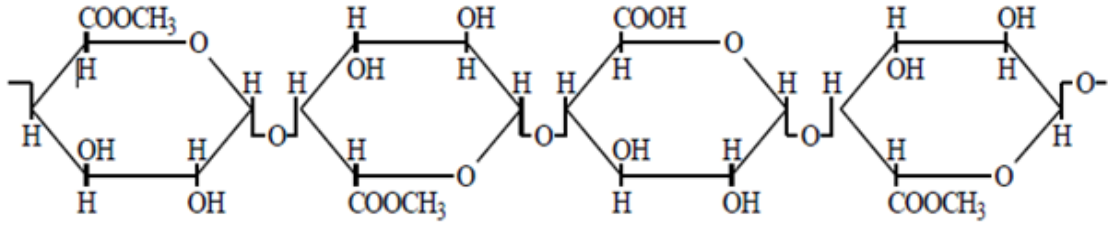
Ayrıca iyi bir jel oluşumu için ortamdaki şekerin %65 civarında olması gereklidir.

Pektinler beyaz, amorf kompleks karbonhidratlardır. Doğal olarak olgun meyvelerde ve sebzelerde bulunurlar. Pektin kimyasal bir polisakkarittir ve bitki ve meyvelerin başlıca bağlama ve yapıştırma maddesidir. Pektin,  $\alpha$ -D galaktüronik asit moleküllerinin birbirlerine düz zincir halinde birleşmesi ile oluşan bir polimerdir [34,35]. Ana zincire  $\alpha$ -1,2-glikozidik bağla bağlı ramnoz üniteleri vardır. Ramnoz moleküllerine uzun yan zincirler veya monomerler olarak nötral şekerler bağlanmıştır. Pektinlerin moleköl ağırlığı 30.000-100.000 arasında değişir.



**şekil 2.2.** Yüksek esterleşme dereceli pektin, DE=75% (HMP)





**Şekil 2.3.** Düşük esterleşme dereceli pektin, DE=25% (LMP)

Moleküldeki galaktüronik asidin bir kısmı metil alkol ile esterleşmiştir. Pektin molekülünde 100 galaktüronik asit ünitesinde, esterleşmiş olanların sayısı, 'esterleşme sayısı' olarak bilinir ( DE, degree of esterification) ve istenen düzeye ayarlanabilir. Genellikle ticari pektinlerde DE değeri %55-75 arasındadır. Pektinin başlıca endüstriyel kaynakları turunçgil kabukları, elma posası, pancar küspesi, ayçiçeği tablası gibi materyallerdir [34, 35, 36] Üretim aşamalarında uygulanan asit veya alkali de-esterifikasyon işlemleriyle DE ayarlanabilir. Genel olarak DE açısından pektinler;

- a. Yüksek esterli pektin. DE > %50,
- b. Düşük esterleşmiş pektin. DE < %50,
- c. Amide edilmiş pektin, DE < %50,
- d. Amidasyon derecesi en çok % 25 olarak sınıflandırılır [35, 38].

Pektinin çözülmesinde ve jelleşmesinde birçok etken devreye girmektedir. Bunlar; sıcaklık, pektin tipi ve esterleşme derecesi (DE), ortam pH'sı, şeker ve diğer çözümler katılar ve  $Ca^{2+}$  iyonları ve diğer iki-değerli iyon konsantrasyonudur. Pektin içeren sıcak bir çözelti soğutulduğunda moleküllerin termal hareketliliği azalır ve bir jel ağı oluşturma eğilimleri artar. Potansiyel jelleşme koşullarına sahip herhangi bir pektin içeren sistemin jelleşmesi için kritik bir sıcaklık değeri vardır. Bu değer üzerinde pektinin jelleşmesi mümkün değildir. Bu kritik sıcaklığın altında düşük esterli pektinler hemen jelleşirken, yüksek esterli pektinlerde jelleşme sıcaklığa göre zamana bağlı olarak gerçekleşir. Bu bilgilerden yola çıkarak ester değeri yükseldikçe jelleşme süresi de uzamaktadır çıkarımı yapılabilir.

Jelleşme gerçekleştikten sonra sıcaklık artırıldığında, düşük esterli pektinlerin jel yapılarında bozulma meydana gelebilir. Ancak yüksek esterli pektinlerde böyle bir

bozulma söz konusu değildir. Pektin molekülündeki toplam hidrofilik ve hidrofobik grupların dağılımları o molekülün çözünme (jelleşme) özelliklerini belirler. Yüksek esterli pektinlerde DE jel özelliklerini belirler. Ester grubu moleküldeki asit grubundan daha az hidrofilik olduğundan yüksek DE'li pektinler düşüklere göre daha yüksek sıcaklıklarda jelleşirler.

Pektin için çeşitli termal analizler üzerine yapılan bir çalışmada high methoxyl pectin için diferansiyel taramalı kalorimetri (DTK) ile incelenmiş ve 0- 180°C aralık sıcaklığında pektinde endotermik sıcaklık 154°C'de görünmüştür [39]. Aynı zamanda soğutarak camsı geçiş sıcaklığı ( $T_g$ ) 37°C de izlenmiştir.

Başka bir çalışmada -150 ve 200°C sıcaklık aralığında yüksek metoksil pektin için 150°C'de pik saptanmış ve kristal formdan amorf forma geçiş görünmüştür [40]. Farklı çalışmada alkali demetoksilasyon pektinleri incelediğinde başlangıç endotermik pik sıcaklığı 250,3°C olarak saptanmıştır [41]. Yine hidrokolloid ile protein arasında ilişkilerin incelendiği farklı bir çalışmada [42], bovin serum albumin (BSA), ve peynir altı suyu protein izolatu ile pektin karışımı üç pH noktasında (BSA ile pektin oranı 20:1, peynir altı suyu ile pektin oranı 20:5) incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir.

**Çizelge 2.2.** Denatürasyon pik sıcaklığı ( $T_d$ ) ve entalpi ( $\Delta T$ ), protein ve pektin karışımı

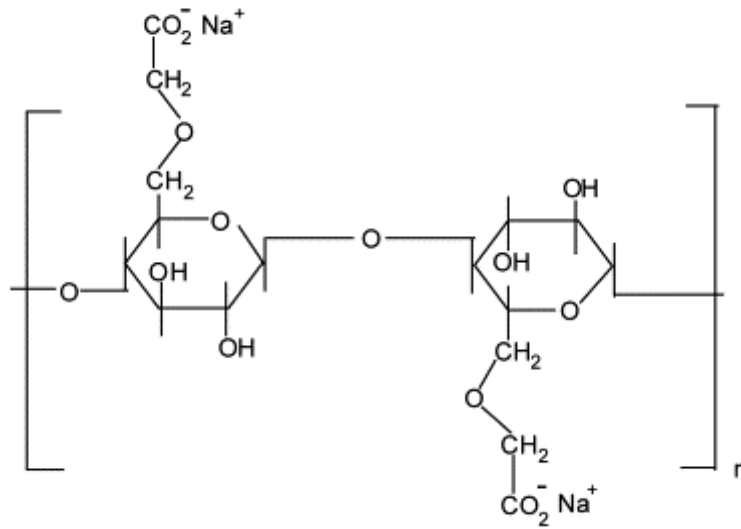
	<b><math>T_d</math>°C</b>	<b><math>\Delta T</math> (J/g)</b>
BSA	87.9	1.84
Peynir altı suyu (PH 7.0)	80.1	0.65
(PH 4.0)	80.8	0.63
(PH 9.0)	77.5	0.98

Çizelgede görüldüğü gibi ortam asidik olduğu zaman denatürasyon sıcaklığıda artmaktadır, bunun nedeni hidrojen bağları asidik ortamda daha fazla olduğundandır [43].

### 2.2.2 Karboksimetil selüloz (CMC)

Önemli selüloz esterlerinden birisi olan karboksimetilselüloz (CMC), alkali selüloz ile monokloroasetik asit veya sodyum monokloroasetatın reaksiyonu sonucu üretilmektedir. Karboksimetil selüloz; kalınlaştırıcı, yapıştırıcı, bağlayıcı ve stabilizatör olması, yağlara ve organik çözücülere karşı dayanıklı olan mükemmel film oluşturması, emülsiyon oluşturması ve suda çözünmesi gibi özellikleri ile deterjan, boya, kağıt ve mukavva, tekstil, petrol sondaj çamurları, seramik, gıda maddeleri, kozmetik ve eczacılık endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır [44].

Karboksimetil selüloz (CMC) ya da sodyum karboksimetil selüloz başlıca gıda, ilaç ve kozmetik ürünlerinde viskoziteyi geliştirici, emülsiyon stabilizatörü, gıdalarda kıvam arttırıcı ve tekstürü iyileştirmek amacıyla katkı maddesi olarak kullanılır ve E 466 olarak numaralandırılmıştır. CMC, anyonik, suda çözünebilir selülozun karboksile edilmesiyle üretilir ve selüloz eterleri grubuna girer. Kimyasal formülü  $C_6H_7O_2(OH)_2OCH_2COO_2^-Na^+$ , beyaz ile sarımsı arası renkte ve lifli yapıdadır [45].



Şekil 2.4. CMC yapısı

Karboksimetil selüloz sıcak ve soğuk suda çözünebilir, organik çözücülerde çözünmez, su/alkol sistemleriyle uyumludur. CMC'nin fonksiyonel özellikleri selülozun yapısal özelliklerine (örneğin; içerdiği hidroksil gruplarına) bağlıdır. Kullanıldığı ürünlerde viskoziteyi jelleştirmeden arttırır.

Koyulaştırıcı, su tutucu, sabitleyici, koloit engelleyici, süspansiyon hali koruyucu, geciktirici, akıcılığı kontrol edici olarak gıdalarda ve diğer endüstrilerde kullanılır. Yağlara ve organik çözücülere karşı dayanıklı, su ve oksijen geçirgenliği olmayan ince tabakalar oluşturur. Suda çözünen tüm hidrokolloidler içinde çok yönlü fonksiyona sahip olan karboksimetil selüloz, gıda endüstrisinde yaygın bir şekilde kullanılmakta, katıldığı formülasyonların yapısını, hidrofilik özelliklerini ve fonksiyonel kalitesini olumlu yönde etkilemektedir.

CMC'nin doğal pH'ı 8.25 iken ticari olarak daha iyi çözünmeye amacıyla 7-7,5 pH'ta üretilir. Ürünün pH'ı düşürüldükçe, çözünlüğü de azalır, 4 ve 6 pH'larda suda çözünmez hale gelir.

Diferansiyel termal kalorimetri (DTK) ile yapılan bir çalışmada, CMC için endotermik sıcaklık 79°C olarak bulunmuştur [45]. Tebriz Üniversitesinde yapılan başka bir çalışmada biyofilm üretim amacı için mısır nişastası ve CMC karışımıyla, yenilenebilir poşet üretilmiş ve camsı geçiş sıcaklığı 162.1°C olarak bulunmuştur [46], aynı çalışmada bu bileşiğe 1%, 3% ve 5% oranında Montmorillonite (MMT) eklenmiş ve camsı geçiş ve endotermik pik sıcaklığında artış görünmüş, bu artışın nedeninin nişasta zincirinin amorf bölgesinde düzenli bir zincire organize olduğu şeklinde açıklanmıştır [46].

Yine farklı bir çalışmada [47], CMC ile polivinil alkol (PVA)'ün farklı oranda karışımıyla elde edilen DTK sonuçları Çizelge 2.3'de verilmiştir.

**Çizelge 2.3.** PVA/CMC oranları DTK analizi

PVA/CMC Oranı	T <sub>g</sub>	T <sub>m</sub>	ΔH
100:0	87	218.5	2.81
80:20	92	217.8	2.75
50:50	102	217.4	2.50
20:80	80	221.0	2.70
0:100	75	-	2.92

T<sub>g</sub>: Camısı Geçiş  
T<sub>m</sub>: Erime Noktası  
ΔH: Entalpi

Aynı çalışmada CMC için ekzotermik kristalleşme sıcaklık noktası 278°C saptamıştır [47].

### 2.2.3 Metil selüloz (MC)

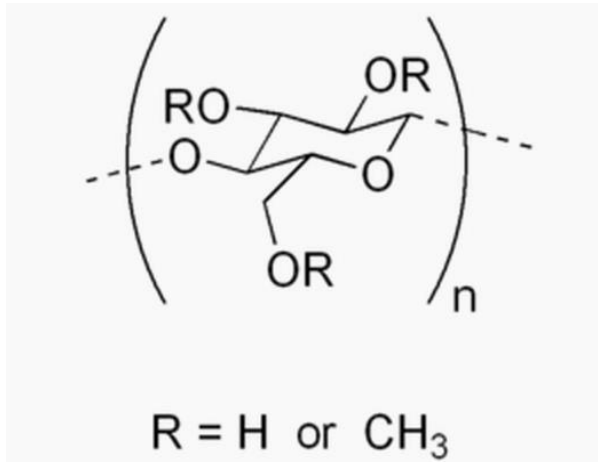
Metil selüloz (MC), selüloz özlü bir kimyasal bileşiktir. Metil selüloz beyaz renkli kokusuz ve kuru şekilde toz haldedir. Metil selüloz soğuk suyla karıştırıldığında yoğun bir kıvam kazanır ve jel oluşturabilir. Çözünürlüğü ise sıcaklık ile ters orantılı olarak değişir. Viskozitesine göre 40-70°C arasında çökeltme gerçekleştirir. Konservasyon yanında kalınlaştırıcı, koruyucu ve yapıştırıcı adı altında kozmetik, ilaç, tekstil ve gıda sanayinde kullanılmaktadır [48].

MC düşük konsantrasyonlarda yüksek vizkoziteye sahiptir, ayrıca köpük önleyici yeteneği de iyidir, toksik değildir ve insanlarda alerjik reaksiyonlara neden olmamaktadır. MC'nin bu özellikleri onun yaygın şekilde birçok alanda kullanılabilir olmasına imkan sağlamaktadır [49].

MC'nin konservasyonda kullanım oranı oldukça yüksektir. Bunun temel nedenleri olarak; saf olarak selüloz üretimi olması, geri dönüşüm oranının yüksek olması, kolayca hazırlanabilirlik ve saklanabilirlik ve son olarak yapıştırıcı olarak çok rahat olarak kullanılması gibi özellikleri örnek gösterilebilir. MC hazırlanırken kullanılan su deiyonize veya distile olmalıdır. Pişirme işlemi yapılmadığından oda sıcaklığındaki

su kullanılır. MC uygulama alanına göre su ve kimyasal oranı değiştirilerek farklı kıvamlarda hazırlanabilir. Karıştırma işlemi elle veya bir karıştırıcıyla yapılabilir, ancak karıştırma hızı çok yüksek olmamalıdır. Hazırlanan yapıştırıcı kullanmadan önce en az bir saat bekletilmelidir. Böylelikle karışımın içerisindeki hava kabarcıkları kaybolur ve homojen bir görüntü alır. Saklama kabı hava geçirmez olmalıdır [49].

MC yapıştırıcı jel görünümüne ve uzun süre bozulmayan niteliktedir. MC özellikle düz yüzeyli (yoğun lifli olmayan veya iyi liflendirilmemiş) kağıtlar arasında çok iyi bir bağ kuramaz. Gerekliğinde güçlendirmek için buğday nişastası kolası ile karıştırılabilir [49].



**Şekil 2.5.** Metil selüloz yapısı

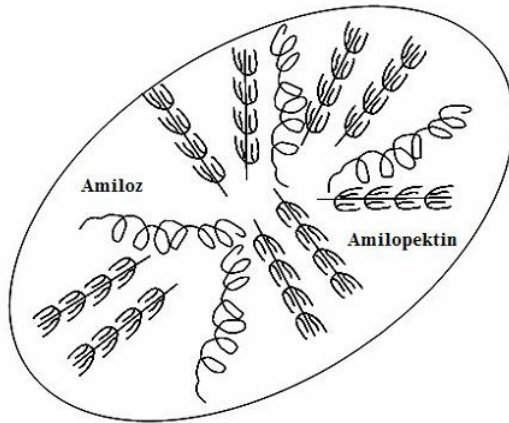
#### 2.2.4 Nişasta

Nişasta granülleri, bitkilerin tohum, kök ve yumrularında, ayrıca gövde, yaprak, meyve ve hatta polenlerinde bulunabilen enerji depolarıdır. Nişasta içeren gıdalar çok önemli bir enerji kaynağıdır. Nişastanın enerji kaynağı olmasının yanı sıra gıda maddelerinde kıvamlandırıcı olarak da kullanım alanı mevcuttur. Örneğin pudringlerin jelleşmesi, yemek soslarının kıvamının oluşması ve keklerin pişme sırasında sıvı halden katı hale dönüşmesinde (setting) nişastanın etkisi bulunmaktadır. Nişasta bitkilerde granül formunda bulunur [50]. Hububat ve diğer gelişmiş bitkilerde granüller plastidler içinde oluşturulur. Nişasta granülleri, kaynağına bağlı olarak değişik şekil ve büyüklükte bulunabilirler. Basit nişasta granüllerine sahip olan buğday, arpa, çavdar, mısır, sorgum gibi tahıllarda her plastid bir granül içerir. Bileşik nişasta granüllerine sahip olan pirinç ve yulafta ise

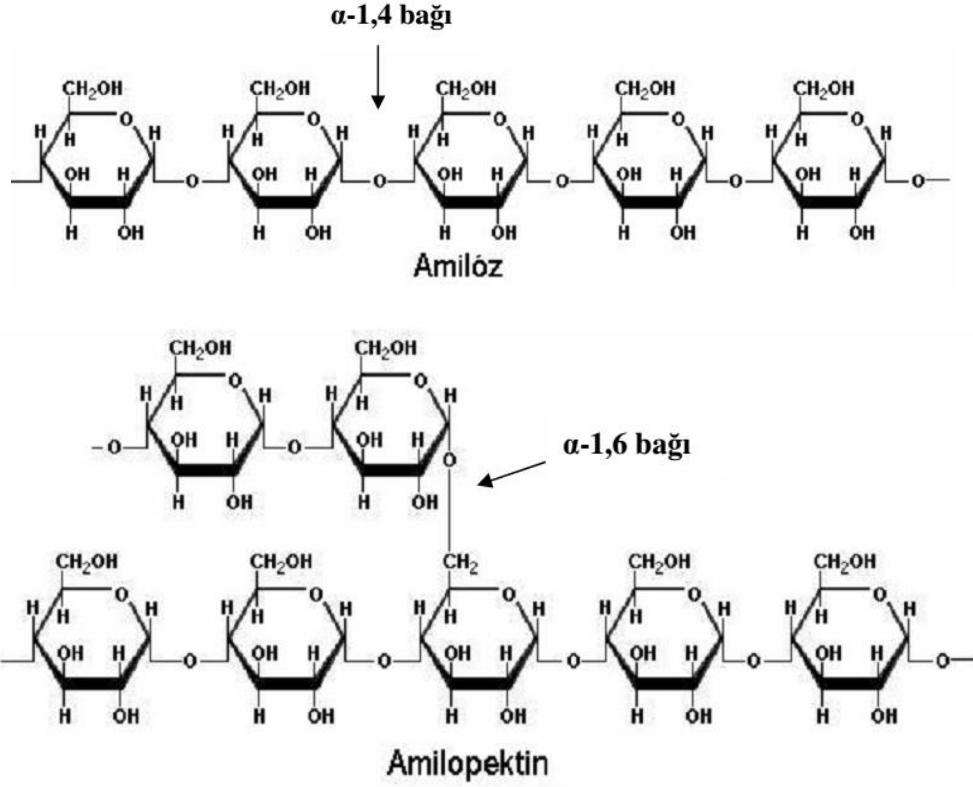
her bir amiloplast içerisinde birçok granül bulunur. Yumru nişastaları geniş, elips veya küre şeklindedirler. Baklagil nişastaları oval ya da böbrek şeklindedirler [51, 52].

Nişastanın yapısı fiziksel açıdan heterojen olup kristal veya amorf fazlar mevcuttur. Doğal nişasta granülleri %15 ile %45 arasında değişen kristaliteye sahiptirler. Mikroskopta polarize ışık altında incelendiklerinde tipik malta haçı görüntüsü (çift kırınım; birefringence) vermektedirler. X-ışını kırınım tekniği nişastada olduğu gibi kısmen veya diğer bazı maddelerde olduğu gibi tamamen kristal yapıda olan maddeleri incelemek için güçlü bir araç olarak kullanılmaktadır Nişasta granülleri X-ışını kırınım desenlerine göre üç sınıfa ayrılmıştır. Hububat nişastaları genellikle A tipi X-ışını kırınım deseni verirken, patates gibi yumru nişastaları B tipi desenine sahiptirler. Bezelye ve fasulye gibi baklagil nişastaları ise C tipi X-ışını kırınım deseni vermektedirler. C deseni, A ve B desenlerinin bileşimi şeklinde bir desendir [50, 51].

Nişastanın yapısı temel olarak glikoz polimeri olan amiloz ve amilopektinden oluşur, fakat yapısında az da olsa fosfat ve lipid de içerir. Amiloz temelde 600-3000 sayıda 1-4  $\alpha$ -glikozil grubuna sahip lineer formda olup, her 1000 glikozilde bir 1-6  $\alpha$ -glikozil yan gruplarına sahiptir. Amilopektin ise daha büyük bir molekül olup amiloza göre daha fazla dallanma gösterir. Yaklaşık 6000-60000 glikozil gruba sahip ve her 20-26 ünite de bir 1-6  $\alpha$ -glikozil yan grubu taşır [50].



**Şekil 2.6.** Nişasta granülünün yapısı



**Şekil 2.7.** Amiloz ve amilopektinin yapıları

Niştasta granülleri birbirini takip eden amorf bölge ve semi-kristal büyüme halkalarından oluşur. Amorf bölge amiloz ve kristal yapıda olmayan amilopektin içerir. Semi-kristal büyüme halkaları ise yine birbirini dönüşümlü olarak takip eden, yaklaşık 9-10 nm genişliğinde amorf ve kristal lamellerden meydana gelir. Kristal lameller amilopektin zincirlerinin sol elli  $\alpha$ -helix şeklinde paketlenmesiyle oluşur, dallanma noktaları ise amorf bölgede yer alır [51].

Farklı zincir yapılarına sahip olan niştasta türleri su absorpsiyon kapasitesinde ve pişirme sıcaklığında da farklılıklar gösterir. Jelleşme sıcaklık aralığı 50- 85°C'dir. Örneğin patatesten elde edilen niştastalar 60-65 C°'lerde jelleşme gösterirken, tahıl niştastaları 80-85 C°'lerde jelleşmektedir. [53] Ayrıca patates niştastasının önceliği viskozitesinin yüksekliği ve jelleşme ısısının düşük olmasının yanı sıra jel çözeltisinin son ürüne renk ve parlaklık açısından etkilemeyecek oranda yarı saydam olmasıdır. Oda sıcaklığında niştasta polimer zincirlerinin birbirine sıkıca kenetlendiği granüllerden oluşur. Suyun normalde içine giremediği granüllerdeki zincirler, yüksek sıcaklıkta birbirlerinden uzaklaşır ve suyla etkileşebilir hale gelirler.



Su ve sıcaklığın etkisiyle, nişastadaki polimerler birbirleriyle hidrojen bağları kurmak yerine suya bağlanırlar. Su, nişastanın içine nüfuz ettikçe genel polimer yapısının düzeni bozulmaya başlar, granüllü bölgeler küçülür ve amorflaşır. Suyla etkileşen amiloz, nişasta tanesinden dışarı sızar, Böylece su emip şişen nişastaya jelleşmiş denir [52, 53].

Nişastanın yapısındaki amiloz ve amilopektin çeşitli enzimlerin etkisiyle parçalanma ürünlerine dönüşmektedirler.  $\alpha$ -amilaz nişasta içerisindeki  $\alpha$ -1,4 bağlarını rastgele noktalardan kırarak daha küçük parçalar oluşturmaktadır.  $\beta$ -amilaz ise nişasta zincirlerinde indirgen olmayan uçlardan başlayarak  $\alpha$ -1,4 bağlarını kırarak maltoz ve dekstrinleri oluşturmaktadır. Glukoamilaz (amiloglukozidaz) nişastanın indirgen olmayan uçlarından  $\alpha$ -1,4 bağlarını kırarak D glukoz birimleri oluşturur, ayrıca dallanma noktalarındaki  $\alpha$ -1,6 bağlarını da kırarak nişastayı hemen hemen tamamen D-glukoza dönüştürmektedir [52].

DTK, özellikle nişasta granüllerinin yapısının saptanmasında uygun bir tekniktir. Nişasta yarı amorf, camsı polimerlerdendir. DTK, nişasta içeren ürünlerin öğütme, şeker ve tuz katımı ve jelleşme sonucu etkileşimlerini saptama amaçları ile de kullanılmaktadır. DTK ayrıca nişastaya bağlı olan retrogradasyonla ilgili önemli bilgiler de verir. Retrogradasyon egzotermik tepkime olup, ürün şekillendirmeden, uzamadan ve nişastanın jellerinden sorumludur. Örneğin çözünübilirlik kabiliyetinde azalma, enzimlere duyarlılığı kaybetme, yonlaşma yeteneğini kaybetme gibi değişiklikler bir işlenmiş gıda için çok değerli bilgilerdir [53].

Svegmark ve ark, farklı bölgeden elde edilen patates nişastasası ve amilopektini termal analizler yaparak özelliklerini incelemiştirler. Raporu göre, amilopektin patates nişastasasının incelenen her yılda normal patates nişastasasına göre daha yüksek jelatinizasyon pik sıcaklığı ve entalpi değerleri verdiği belirtilmiştir. Normal patates nişastasasının jelatinizasyon sıcaklığı 58.8-64.2°C aralığında iken, amilopektin patates nişastasasının jelatinizasyon sıcaklığının 62.8-68.0°C aralığında olduğu rapor edilmiştir [54].

Nişastanın et ürünlerindeki kullanımı et ürünlerindeki jöle maddelerin dışarı taşmasını engellemek amacıyla. Nişasta katılan et ürünleri daha kuru olmaktadır. Ancak nişasta et ürünlerinde dolgu maddesi olarak katılmasına rağmen yapısı gereği enzimatik ve mikrobiyal faaliyet sonucu alt gruplara parçalanarak ette tadın

oluşmasına da yardımcı olur. Nişastanın yaygın olarak kullanıldığı et ürünlerine soşis, köfte gibi işlenmiş ürünler örnek gösterilebilir. Özellikle az yağlı besinlerin üretimi ve tüketiminde meydana gelen artışla azaltılan yağın neden olduğu lezzet kaybı bu ve benzeri ilavelerle yeniden kazandırılmaya çalışılmaktadır [55].

### **2.3 Kas Proteinleri İle Düşük Yağlı Et Ürünlerinde Kullanılan Hidrokolloidler Arasındaki Etkileşimler**

Kuru madde üzerinden etin büyük bir kısmını protein oluşturmaktadır. Kas dokusunun 16%-22 si proteindir. Kas proteinleri genellikle miyofibriler, sarkoplazmik ve bağ dokusal (stromal) olarak sınıflandırılır.

Tuzda çözünen proteinler myozin, aktin, troponin, M proteinler, a-aktinin, C protein ve B-aktinin miyofibriller proteinlerin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Bunlardan en önemlisi aktin ve myozindir. Emülsiyonun devamlı fazını tuzlu suda çözünen proteinler, tuz ve su oluşturmaktadır. Ancak, bu fazda etkin olan protein myosin'dir. Çünkü myosinin yağ küreciklerinin etrafını bir kapsül gibi sarıp onları içerisinde tutma özelliği, diğer proteinlerden çok daha üstündür. Böylece, kütle içerisinde dağılmış olan yağ kürecikleri myosin proteinleri tarafından kapsüle edilir [7, 9].

Verbeken ve arkadaşları; myofibriler proteinlerin jelleşme prosesinin  $\kappa$ -karregenanın varlığından ve kontrasyonundan nasıl etkilendiğini ve et jellerinin, ısıtma ve soğutma işlemleri esnasındaki değişimlerini reolojik osilasyon ölçümleri ile incelemişlerdir. Bunun yanı sıra jellerin gücü ve su tutma kapasiteleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre jellerin özellikleri üstüne esas etkinin et konsantrasyonu olduğu belirtilse de,  $\kappa$ -karregenanın eklenmesi, jel gücünde, sertliğinde, su tutma kapasitesinde artışa neden olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca saf protein ile protein/karregenan karışımından elde edilen yapının birbirleri ile aynı olmasından dolayı karragenan ile et proteinleri arasında bir etkileşim olmadığını belirtmişlerdir [56].

Amako ve Xiong; karragenanların tavuk but ve göğüs etlerindeki proteinler üzerine etkilerini tuz varlığında ve yokluğunda incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre, tuzun olmadığı ortamlarda karragenanların (Kappa, Lambda) et proteinleri (myosin, aktin ve sarkoplazmik proteinler) üzerine etkilerinin çok az olduğunu, daha yüksek

iyonik güçlü ortamlarda ise (%2.5 tuz) bu gamların proteinlerin konformasyonel stabilitelerini daha fazla etkilediklerini göstermişlerdir [57].

DeFreitas ve arkadaşları, myofibriller et proteinleri ve domuz eti ile  $\kappa$ , ve  $\lambda$ -karragenan arasındaki etkileşimleri DTK ile incelemişler ve karragenanların et proteinlerinin termal denatürasyon sıcaklıklarında protein-hidrokoloid etkileşimini göstermeyecek kadar düşük seviyede bir değişim ortaya çıkardığını vurgulamışlardır [58].

Ramirez ve arkadaşları; farklı kalsiyum seviyelerinde ksantan gam ve keçiyoynuzu gamının, myofibriller proteinlerin jelleşme özelliklerini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, surimi üretiminde ksantan ve keçiyoynuz'un tek başlarına kullanımı uygun değilken, 0.25/0.75 ksantan/keçiyoynuz gam oranında kullanımın olumlu etkileri olduğu belirtilmiştir. Ayrıca %0.4 oranında kalsiyum eklenmesinin hidrokoloidlerin etkisini arttırdığı rapor edilmiştir [59].

Li ve Yeh; üç farklı nişastanın (pirinç, patates, mısır), ısıtma esnasında domuz pastırması hamurunun oluşumuna etkilerini DTK ve küçük genlikli osilatör ile incelemişlerdir. Elde ettikleri DTK sonuçlarına göre nişasta ile et proteinleri arasında ısıtma esnasında herhangi bir kimyasal etkileşim gözlenmediğini bildirmişleridir [60].

Chen, Xu ve Wang; keten tohumu gamı ve tuzda çözünen et proteinleri karışımlarının termal özelliklerini, dinamik reolojik özelliklerini, tekstür ve mikroyapılarını incelemişlerdir. Eklenen keten tohumu gamının, tuzda çözünen et proteinlerini geçiş sıcaklıklarını ve storage depolama koşulunu arttırdığı belirtilmiştir. Elde edilen sonuçların keten tohumu gamı ile proteinler arasında bir etkileşim olduğunun göstergesi olarak kabul edilmiştir [61].

Hachmeister ve Herald; düşük yağlı hindi hamurunun oluşturulmasında, dört farklı mısır nişastası, modifiye tapioca ve modifiye patates nişastası kullanmışlar ve elde edilen ürünlerin termal ve reolojik özelliklerini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, modifiye nişastaların ürünün dayanıklılık ve diğer tekstürel özelliklerini geliştirmede farklı davrandığını belirtilmişlerdir. Çapraz bağlanmış nişastaların düşük yağlı kanatlı ürünlerinin üretiminde kullanıldığında, ürünün pişirme ve tekrar ısıtma kayıplarını azalttığını, tekstürel özelliklerinin de modifiye patates nişastası ya da tapioca nişastası kullanılmış ürünlere benzediğini rapor etmişlerdir. Bunlara ek olarak çapraz bağlanmış nişastaların termal özellikleri sayesinde üreticinin daha

düşük işleme sıcaklıkları kullanabileceğinden dolayı, dumanlama kombinalarının veriminin artacağını ve daha kaliteli ürünler elde edilebileceğini belirtmişlerdir [62].

Kurozawa, Park ve Hubinger; multidekstrin ve arabik gamin tavuk eti protein hidrolizatının camsı geçiş sıcaklığı (Tg) üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, kullanılan katkı maddelerinin hidrolizatın Tg'sini arttırdığı ve bunun sonucunda da hidrolizatın stabilitesine katkıda bulunduğu belirtilmiştir [63].

Akköse ve Aktaş; gum arabic ve  $\kappa$ -karragenan bulunan etlerin camsı geçiş sıcaklığı ile  $-18^{\circ}\text{C}$ 'da depolanan ürünlerin kalitesinde belirgin bir farklılık gözlenmediğini, bu nedenle de ürünlerin  $-18^{\circ}\text{C}$  yerine camsı geçiş sıcaklığı olan  $-13^{\circ}\text{C}$ 'da saklanabileceğini belirtmişlerdir [64].

Morin ve arkadaşları tarafından az yağlı sosislere eklenen  $\beta$ -glukan ve CMC ilavesi sonucu ürünlerin pişirme kayıpları ve su tutma kabiliyetlerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada [65], pişirme kayıpları CMC'li örneklerde %26.9'luk oranla en yüksek seviyede bulunmuştur. Araştırmadan elde edilen su tutma kapasitesi ve pişirme kayıpları ile ilgili bulguları özetleyen çizelge 2.4'de gösterilmiştir.

**Çizelge 2.4.** Sosis ürünlerindeki pişirme kayıpları ve su tutma kapasiteleri

Örnekler	Pişirme Kaybı (%)	Su Tutma Kapasitesi (g su/g Protein)
HF	20.73	3.15
W	25.12	3.32
CMC	26.91	3.38
0.3 $\beta$ -gl	24.16	3.37
0.8 $\beta$ -gl	22.25	3.03

HF: 22% yağ  
W: 12% yağ, 0.3% su  
CMC: 12% yağ, 0.3% CMC gum  
0.3 $\beta$ -gl: 12% yağ, 0.3%  $\beta$ -glucan gum  
0.8 $\beta$ -gl: 12% yağ, 0.8%  $\beta$ -glucan gum

Diferansiyel kalorimetri taraması ile yapılan analiz sonuçlarına göre; referans olması amacıyla yapılan birincil ölçümlerde domuz yağının erime derecesi 25-35°C, sığır kası proteininin erime derecesi ise 45-88°C arasındadır. İkinci ölçümlerde ise bütün işlemlerinde (W, CMC, 0.3  $\beta$ -gl ve 0.8  $\beta$ -gl) endotermik pik ilk ölçüme göre 0.2-4.0 °C daha yüksektir. Ayrıca pik sıcaklığı da 2.2-4.7 °C artmıştır. Bu ölçümlerle ilgili detaylar çizelge 2.5 'de verilmiştir.

**Çizelge 2.5.** Sosis ürünlerinin reaksiyon entalpileri ve DTK sonuçları

İşlemler	Birinci Pik				İkinci Pik			
	T <sub>o</sub> (°C)	T <sub>p</sub> (°C)	T <sub>e</sub> (°C)	ΔH <sub>1</sub> (kj/kg)	T <sub>o</sub> (°C)	T <sub>p</sub> (°C)	T <sub>e</sub> (°C)	ΔH <sub>2</sub> (kj/kg)
HF	24.06	29.55	46.00	3.20	53.13	66.53	82.03	1.43
W	24.63	30.73	47.61	1.72	49.72	66.85	83.10	1.44
CMC	23.77	29.59	46.10	1.35	49.52	66.26	81.33	1.55
0.3β-gl	24.02	29.91	46.59	1.63	47.89	65.84	83.99	1.60
0.8β-gl	24.22	29.59	46.09	1.37	48.09	66.23	83.64	2.37

HF: 22% yağ

W: 12% yağ, 0.3% su

CMC: 12% yağ, 0.3% CMC gum

0.3β-gl: 12% yağ, 0.3% β-glucan gum

0.8β-gl: 12% yağ, 0.8% β-glucan gum

T<sub>o</sub>, T<sub>p</sub>, T<sub>e</sub> ve ΔH: Birinci ölçüm, pik, entalpi

## 2.4 Diferansiyel Taramalı Kalorimetri

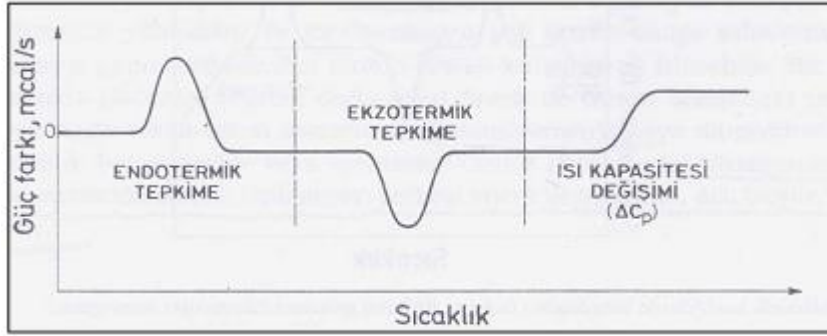
DTK günümüzde enerji farklarının ölçülmesinde kullanılan kalorimetrik termal yöntemler arasında en yaygın kullanıma sahip yöntemdir [66].

DTK yönteminde, numuneye ve karşılaştırma maddesine aynı sıcaklıklar uygulanarak ikisinin de eşit sıcaklıklarda kalması istenir. Numunede karşılaşılabilecek herhangi bir ısı kaybı yada olumsuzluk her iki ürüne de ısı ilavesi yapılarak giderilir [67].

DTK denemelerinde genellikle sıcaklık tarama modu kullanılmaktadır. Ancak az da olsa izothermal deneyler de kullanılmaktadır. DTK eğrileri ürünün kendi sıcaklığı ve dışarıdan verilen sıcaklığa tepkisi, bu iki olay arasındaki etkileşimi verir bir grafik niteliğindedir. Pikin aşağısında kalan alan tepkime sonucunda absorbe edilen veya verilmiş olunan ısıyla doğru orantılı durumda iken, pik yüksekliği ise tepkime hızı ile doğru orantılıdır. ΔH pozitif ise numune ısıtıcısının ısısı artırılır ve pozitif olarak

sinyaller gözlemlenir.  $\Delta H$  negatif durumda ise karşılaştırma maddesine ısı girişi yapılır ve negatif bir sinyal gözlemlenir [68].

DTK'de numune ile karşılaştırma maddesinin ısı kapasitesi arasındaki fark da gözlenebilir. İki maddenin ısı kapasitesindeki değişim DTK eğrilerinde taban çizgisinin yer değiştirmesine yol açar. Gerçek taban çizgisi ile aletin sıfır çizgisi arasındaki farkın, ısıtma hızına oranı, numune ile karşılaştırma maddesinin ısı kapasiteleri arasındaki farka,  $\Delta C_p$ , eşittir [68].

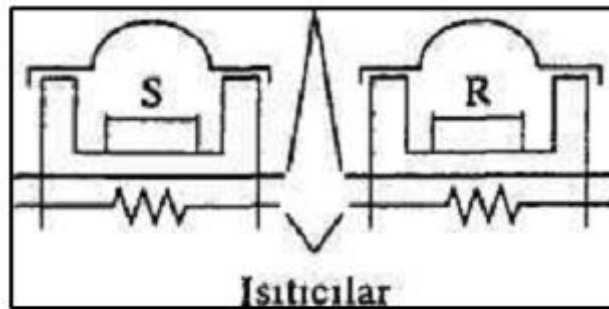


**Şekil 2.8.** Bir DTK termogramında gözlenebilen üç olaya ait eğriler

DTK'de kullanılan, temelde birbirinden farklı iki tür cihaz geliştirilmiştir. Her iki yöntemle de aynı bilgiler elde edilir. Bu cihazlar güç dengeli DTK ve ısı akışlı DTK cihazlarıdır [68]. Bu cihazlar ise şu şekillerde tanımlanmışlardır.

### Güç dengeli DTK Cihazı

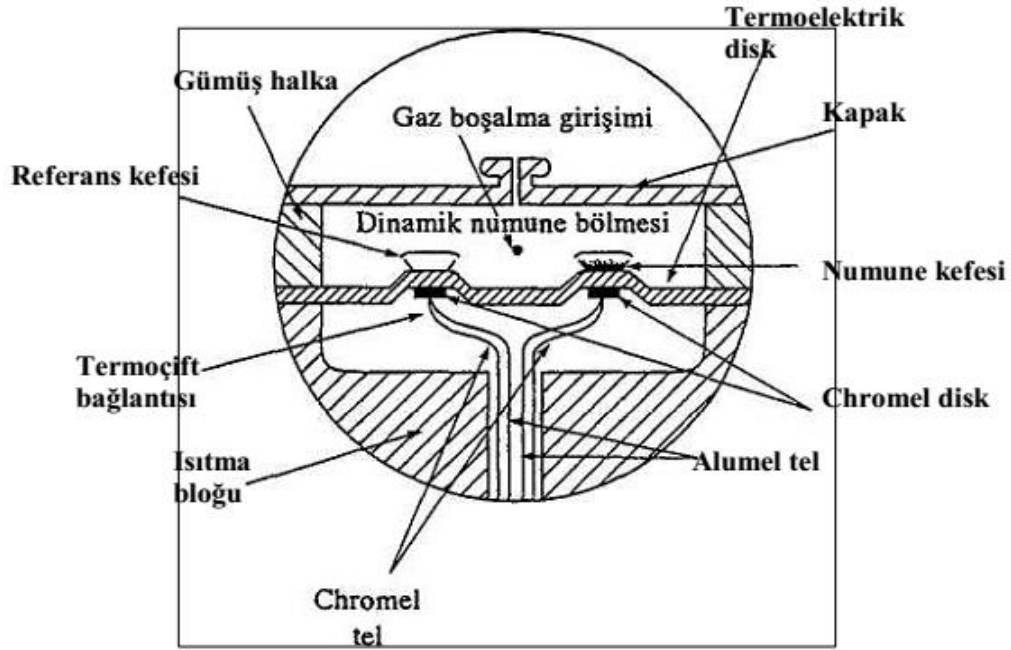
Bu tanımdaki güç dengeli DTK (GDDTK) cihazında numune ve referans madde için ayrı ayrı birbirinden bağımsız şekilde iki fırın mevcuttur. Her fırında ise bir grama kadar madde tartılabilir. Bu bakımdan fırınlar çok küçüktürler. Çok hızlı olarak ısıtma, dengeleme ve soğutma özellikleri vardır.



**Şekil 2.9.** DTK numune tutucuları ve fırınlarının şeması

GDDTK cihazında iki ayrı kontrol devresi bulunur. İlki ortalama sıcaklığı ölçerken diğeri ise diferansiyel sıcaklığı kontrol edebilen devredir. İlkinde numune ve referansın ortalama sıcaklıkları kontrol edilir. Diğesinde yani diferansiyel olanında ise fırınların güç girişlerindeki farklar ölçülür ve numune sıcaklığına karşı grafiğe geçirilir.

### Termal akışlı DTK Cihazı



Şekil 2.10. Isı akışlı DTK hücresinin şematik gösterimi

Isı akışlı DTK (ISDTK) cihazında numune ve referans madde kaselerinin tam alt bölümünden konstantan termoelektrik bir disk geçer. Numune ve referans ise bu alttaki disk üzerindeki platformlar üstünde bulunan alüminyumdan yapılmış küçük tepsilere yerleştirilir. Isı, elektrikle ısıtılan diskten tepsilere oradan da maddelere aktarılır [69].

Diferansiyel ısı akışı chromel/konstantan termočiftlerle izlenir. Bu termočiftler, platformların alt tarafına tutturulmuş chromel diskleri ile konstantan platform arasındaki bağlantıyla oluşturulur. İki tepside diferansiyel ısı akışı termočiftler yardımıyla ölçülür. Numune sıcaklığı, numune diskinin altındaki chromel/alumel bağlantısı ile bulunabilir [68].



Spektroskopik analiz gibi, maddelerin kararlılığını ve yapısını hesaplamak için birçok tanımlanmış teknik vardır. Bu teknikler, yapıların doğruluğunu kanıtlayabilmek ve sırasıyla biçimlerini garantiye almak için sık sık kullanılır. Diğer tekniklerde maddelerdeki farklılıklar kolaylıkla görülemezken kalorimetri güç fark edilebilen farklılıkları tanımlayabilir. Buna ek olarak, kalorimetri meydana gelen değişimin oranını, ne kadar olduğunu ve olasılığını ölçebilir. Değişme çeşitli anlamlarla ifade edilebilir. Kimyasal değişimler, otokatalitik reaksiyonlar, çözücü reaksiyonlar, hidroliz ve fotolitik reaksiyonlardan, indirgeme ve oksidasyon tepkimeleri şeklinde gösterilmektedir. Değişme ayrıca katı hale değişim olarak da nitelendirilir. Hidrattaki değişimler, faz değişimleri, yüzey alandaki değişimler ve polimorfik değişimler maddeler için ortaktır. Bir yerde değişiklik söz konusuysa değişme kaçınılmazdır. Ancak, değişim oranı basınç, sıcaklık gibi çevresel durumlara bağlı olabilir [70].

Kalorimetri, ısının ölçümü olarak tanımlanmaktadır.1870'ten bu yana reaktif sistemleri çalışmak için kullanılmaktadır. Toplanan su miktarı ve erime oranı, respirasyon için termodinamik ve kinetik hesaplamasını verir. O zamandan beri, kalorimetri teknolojisinde önemli derecede bir ilerleme olmuştur. Lavoisier 273.15 ekzotermik reaksiyonları K'de ölçmekle sınırlandırdı ve cihazın duyarlılığı eritilmiş buzun ağırlığının doğruluğuna bağlı olduğunu gösterdi. Sıfırın üzerindeki çok düşük sıcaklıklardan 2000 veya 3000K üzerindeki sıcaklıklara enerji değişimlerini hesaplamak için cihazlar geliştirildi. Ev yapımı cihazlar 1960 yılına kadar bir yöntemdi, ancak yüksek kalite ölçümleri yaygındı. Kalorimetri laboratuarda kullanılan alışılmış bir cihaz değildi. Elektronikteki ilerlemeler ve yeni cihazların gelişimi bu durumu değiştirdi. Bu yüzden kalorimetri şu an araştırma uygulamalarında maddelerin kimyasal ve fiziksel karakterizasyonu için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Katı, sıvı ve gazlar için kimyasal ve fiziksel süreçler araştırılmıştır ve literatürde kalorimetrimin farklı birçok çeşitleri bulunmaktadır. Modern kalorimetri daha sonra tanımlanacak olan madde gelişiminde birçok yararlı uygulamalar bulmuştur. Yüksek duyarlılık ve zaman periyotlarındaki sinyal kararlılığı modern kalorimetreleri değişim çalışmaları için çok uygun hale getirilmiştir [70].

Kalorimetri bilimsel topluluklarda farklı disiplinlerde çok sayıda kullanım alanına sahiptir. Geçmiş yıllarda, kalorimetri ile ilgili temel yayınların 2400'ün üzerinde

olduğu belirlenmiştir. Polimerler, nükleer endüstri, kimyasal sistemler, seramikler, tekstil, tarım, gıda, metal gibi çeşitli endüstri alanlarında aktif araştırma alanları vardır. Metal endüstrisinde çalışmalar, metal alaşımların faz geçişlerinden, metal hidrasyon kinetiklerinden, çözünmüş alüminyumun çökelmesinden ve katı hal geçişlerinin mekanizmalarından yapılmaktadır. Gıda uygulamaları yiyeceklerin raf ömrünü içermektedir. Mineral sistemleri ve seramik çalışmaları madde endüstrisi ve yapısı için değerli bilgiler vermiştir ve kimyasal endüstri ayrıca fiziksel işlemler ve reaksiyon çalışmalarından yarar sağlamıştır. Kalorimetri prensibi, bir çalışma altında bir reaksiyonun termal olaylarını kaydetmektir. Kalorimetrik deney sırasında toplanan veriler, reaksiyon termodinamikleri, reaksiyon kinetikleri, reaksiyon ısı kapasite değerimi, entalpi değerimi, entropi değerimi, denge sabiti, reaksiyon mekanizması hakkında yararlı bilgiler verir. Kalorimetrik cevap bir reaksiyonla doğal bir süreç içeren doğrudan gözlemin bir sonucudur. Kalorimetri yıkıcı olmayan metot olarak bilinir. Reaksiyon parametreleri reaksiyonun başlangıcından bitimine kadar benzer olacaktır [70].

Başlangıçtaki kalorimetrik verilerle reaksiyon parametrelerinin hesaplanması, verinin sonundan veya ortasından belirlenen reaksiyon parametreleri ile aynı olacaktır. Kalorimetrik sinyal, reaksiyonu kinetiği ile ilgili fikir verir ve zamanın fonksiyonu olarak gücü ler. Bir reaksiyon hakkında bilinen hem termodinamik hem kinetik özellikler bulunabilir. Kinetik ve termodinamik terimler birçok farklı ve bağımsız parametrelerden oluşur. Bu parametrelerin katsayıları ancak değerkenleri düzenli bir şekilde tanımlayabilen bir matematik modelden hesaplanabilir. Diğer tekniklerin kullanımı da analizde sık sık yardımcı olabilir [70].

### 3. MATERYAL - METOT

#### 3.1. Materyal

Araştırmada kullanılan patates nişastası, Pektin, Karboksimetil selüloz (CMC) ve Metil selüloz (MT) GMT-Food (İstanbul, Türkiye)'den temin edilmiştir. Ayrıca hidrokolloidler dışındaki sosis üretiminde kullanılan tüm hammadde ve katkı maddeleri Pınar-Entegre Et ve Un Sanayi A.ř tarafından temin edilmiştir.

#### 3.2. Kıyma ve Model Sistemlerin Termal Özelliklerinin Belirlenmesi

Kıyma, model sistemler ve sosis örneklerine ait termal özellikler TA Instruments Q series Differansiyel Taramalı Kalorimetre (DTK) Q20 (Delaware USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Örneklerin analizi gerçekleştirilmeden önce DTK'nın sıcaklık kalibrasyonu indium (erime sıcaklığı 156.6°C ve erime entalpisi 28.5J/g) ile gerçekleştirilmiştir. Deneyler 50 ml/dak akış hızındaki azot atmosferinde gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda elde edilen termogramlar TA universal analysis 2000 programı kullanılarak incelenmiştir.

Patates nişastasının termal özelliklerinin incelenmesi için %5 yoğunluğunda patates nişastası çözeltisi, hidrokolloidler termal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla da %2 yoğunluğunda çözeltiler hazırlanmış ve bir gece buzdolabında bekletilmiştir. Bu çözeltilerden elde edilen örnekler alüminyum hermetik kaplara tartılarak, boş referansa karşı 20-100°C arasında 5°C/dk ile taranmıştır.

Kıymadaki et proteinlerinin denatürasyon sıcaklıklarının belirlenebilmesi için, 6.5±0.2 mg örnek alüminyum örnek kaplarına tartılarak hermetik olarak kapatılmış, DTK'de boş referansa karşı 20-100°C arasında 5°C/dk ile taranmıştır. Camsı geçiş sıcaklığının belirlenmesinde hermetik olarak kapatılan örnek kaplarının DTK hücrelerine yerleştirilmesinden sonra örnekler 20°C'da dengelenmiştir. Örnek ve referans kabı denge sıcaklığına ulaştığında 5°C/dk ile kaplar -80°C'a soğutulmuş ve bu sıcaklıkta 15 dakika bekletilmiştir. Bekleme süresinin sonunda kaplar tavlama sıcaklığına getirilmiş ve 60 dakika daha beklenmiştir. Kaplar tekrar -80°C'a soğutulularak 15 dakika bu sıcaklıkta tutulmuş ve devamında 5°C/dk ile 20°C'a kadar taranmıştır.

Model sistemler sosis formülasyonuna benzer şekilde kıyma, yağ ve su karışımına tuz (%1.5), fosfat (%0.3), patates nişastası (%3.2) ve hidrokollodilerin (%0.5 veya

%1) eklenmesi ile oluşturulmuştur. Karışımlardan  $6.5 \pm 0.2$  mg örnek alınarak alüminyum hermetik kaplara tartılmış ve kaplar hermetik olarak kapatılarak DTK'da 20-100°C arasında 5°C/dk ile tarama gerçekleştirilmiştir.

DTK'dan elde edilen termogramların analizlerinde TA Universal Analysis 2000 programı kullanılmıştır. Programda var olan hesaplama yöntemi ile jelatinizasyon ve denatürasyona ait endotermik piklerin başlangıç ve sonlanma noktaları belirlenerek iki nokta arasında integrasyon gerçekleştirilerek entalpi değerleri J/g cinsinden hesaplanmıştır. Program seçilen noktalar ve pik noktasındaki sıcaklıkları ayrı ayrı vermektedir.

### **3.3 Model Sistemlerin Emülsiyon Stabilitesinin Belirlenmesi**

Model sistemlerin emülsiyon stabilitesi Zhou ve ark [71] uyguladıkları yöntemle göre gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan örneklerden santrifüj kaplarına 10 g tartılmış ve 3600 g'de 1 dakika santrifüjlenmiş (Sigma 3-30K) ve bağlı olmayan su uzaklaştırılmıştır. Bu işlemden sonra örnekler 85°C'da 35 dakika ısıtılmış ve 3600g'de 3 dakika tekrar santrifüj işlemi uygulanmıştır. Süpernatant uzaklaştırıldıktan sonra tekrar tartılmış ve başlangıç ve son ağırlıklar arasındaki farktan yararlanılarak toplam salınabilen su (total expressible fluid-TEF) bulunmuştur. %TEF miktarı ise aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\%TEF = (TEF/\text{örnek ağırlığı}) * 100$$

### **3.4 Sosis formülasyonlarının oluşturulması ve sosis üretimi**

Çalışmada kullanılan sosiler Pınar-Et İzmir Kemalpaşa tesisleri AR-GE bölümünde üretilmiştir.

Kontrol grubuna ait sosiler %35 sığır eti (%15 yağlı), %25 sığır eti (%30 yağlı), %15 sığır yağı ve %25 buz içermektedir. Çizelge 3.1'de et/yağ/su karışımının kilogramı başına ilave edilen katkıları verilmiştir.

Çalışmada kontrol grubu dışındaki örneklerde diğer katkıların oranı sabit tutularak yağ oranı %5'e düşürülmüş yapı oluşumunun sağlanabilmesi amacıyla değişik oranlarda, değişik hidrokolodiler kullanılmıştır (Çizelge 3.1).

**Çizelge 3.1.** Sosis formülasyonları

	Kontrol grubu 1 nolu örnek	Diğer örnekler (2-11)
<b>Bileşenler</b>	%	%
Sığır eti (%15 yağlı)	35	35
Sığır eti (%30 yağlı)	25	25
Sığır yağı	15	5
Buz	25	35
<b>Katkılar</b>	%	
Tuz	1.5	1.5
Fosfat	0.3	0.3
Askorbik asit	0.05	0.05
Askorbat	0.05	0.05
Karabiber	0.2	0.2
Kişniş	0.05	0.05
Zencefil	0.04	0.04
Kırmızıbiber	0.2	0.2
Nitrit	0.0125	0.0125
Kazeinat	0.8	0.8
Patates Nişastası	3.2	3.2

**Çizelge 3.2.** Örneklerin hidrokolloid içerikleri

Kullanılan Hidrokolloid	Hidrokolloid oranı (%)	İsmlendirme
-	-	Kontrol
Karboksimetil selüloz	0.5	0.5 CMC
Karboksimetil selüloz	1	1 CMC
Metil selüloz	0.5	0.5 MC
Metil selüloz	1	1 MC
Pektin	0.5	0.5 PEK
Pektin	1	1 PEK

Sosislerin hazırlanmasında öncelikle et ve yağ kuterde (Kilia Almanya, Vakumlu), düşük devirde (1000dev/dk) kuterlenmiş ve bu esnada buzun bir kısmı ve nişasta dışındaki tüm katkı maddeleri eklenmiştir. Katkı maddelerinin eklenmesinden sonra karışım önce 3500dev/dk devamında 5500dev/dk ile hamur sıcaklığı 6°C olana kadar kuterlenmiştir. Sıcaklık 6°C'a ulaştığında nişasta, kazeinat ve buzun kalanı ilave edilerek hamur sıcaklığı 12°C olana kadar 5500dev/dk ile kuterlenmiştir. Oluşan emülsiyon kuterden alınarak dolun makinasına (Mado Almanya) koyulmuş ve 18 Ø yapay kılıflara dolun yapılmış ve elle büküm gerçekleştirilmiştir. Dolun ve büküm işlemlerinden sonra ürünler kombine fırına alınarak ısıl işlem uygulanmıştır. Sosislerde ön kurutma aşaması 60°C sıcaklık ve % 60 bağıl nemde 50 dk, tütsüleme 60°C'da %60 bağıl nemde 50 dk. ve pişirme aşaması ürün iç sıcaklığı 72°C'a ulaştığında 10 dk olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Örnekler kombine fırından alındıktan sonra 5 dk. Soğuk su duşuna tabii tutularak soğutulmuş ve soyma işlemi gerçekleştirilmiştir. Ürünler 10'lu olarak vakum paketlenerek 78°C kabin sıcaklığında 30 dk pastörize edilmişlerdir.

Örnekler Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği'ne ulaştırılıp, 4°C'da 90 günlük depolamaya alınmıştır.

### **3.5 Sosis örneklerine uygulanan analizler**

Her bir formülasyon için sosis üretimleri 2 kez tekrarlanmış ve analizler 2 paralel olarak uygulanmıştır. pH, TBA, renk, tekstür ve termal analizler üç aylık depolama süresi boyunca 0, 30, 60 ve 90. günlerde; nem, yağ, protein, proses verimi, duyu analizi, SEM ve FTIR analizleri ise depolamanın başlangıcında gerçekleştirilmiştir.

#### **3.5.1 Nem tayini**

Ürünlerin nem içerikleri Vural ve Öztan [72]'a göre depolamanın başlangıcında saptanmıştır.

#### **3.5.2 Yağ miktarı tayini**

Örneklerin yağ miktarı Soxhlet ekstraksiyon düzeneğiyle çözücü olarak n-hekzan kullanılarak depolamanın başlangıcında saptanmıştır [72].

#### **3.5.3 pH tayini**

pH-metre denemenin yapıldığı sıcaklıkta kesin pH değeri bilinen ve örneklerin pH'sına yakın pH'lı bir tampon çözeltiyle kalibre edilmiştir. Elektrod homojen hale getirilmiş örneklerin içine daldırılıp okuma yapılmıştır. Ölçümler her bir örnek için farklı bölgelerine daldırılarak yapılmış ve bu ölçümlerin ortalaması gerçek değer olarak alınmıştır [72]. Analizler depolama süresince 0, 30, 60 ve 90. günlerde gerçekleştirilmiştir.

#### **3.5.4 Protein analizi**

Sosislerin protein miktarları Vural ve Öztan [72]'a göre depolamanın başlangıcında saptanmıştır.

#### **3.5.5 TBA analizi**

Örneklerin TBA değeri malonaldehit miktarına göre belirlenmiştir. 10 g örnek, % 4 perklorik asit içeren 35 ml'lik soğuk (4°C) ekstraksiyon çözeltisine 1 ml BHA ve 1 ml sülfanilamid eklenerek Ultra Turrax Homojenizatör ile 13800 rpm'de 1 dk. homojen hale getirilmiştir. Örnek Whatman No: 4 filtre kağıdı kullanılarak 50 ml'lik balon jöjeye süzölmüş ve 5 ml destile su ile filtre kağıdı yıkanmıştır. Filtrat %4 perklorik asitle 50 ml'ye tamamlanmıştır. Tüplere 5 ml ekstrakt ile 5 ml 0.02 M TBA konulup, tüpler 80 ± 2°C'de su banyosunda TBA-malonaldehit kompleksini oluşturmak amacıyla 40 dk. bekletilmiştir. Su banyosundan alınan tüpler soğutulup UV-

spektrofotometre kullanılarak 532 nm’de 5 ml destile su ve 5 ml 0.02 M TBA içeren kör denemeye karşı okuma yapılmıştır. TBA değeri aşağıdaki formülden hesaplanmıştır [73,74].

$$\frac{mg \text{ malonaldehit}}{kg \text{ örnek}} = 7.8 \times \text{Absorbans değeri}$$

Analizler depolama süresince 0, 30, 60 ve 90. günlerde gerçekleştirilmiştir.

### 3.5.6 Renk analizi

Ürünlerin renk ölçümleri ‘Minolta Spectrophotometer CM-3600d’ cihazıyla Hunter renk skalası baz alınarak kesit alanda gerçekleştirilmiştir. CIE “L\*” parlaklık, “a\*” kırmızılık, “b\*” sarılık değerleri ölçülmüştür [4]. Analizler depolama süresince 0, 30, 60 ve 90. günlerde gerçekleştirilmiştir.

### 3.5.7 Tekstür profil analizi

Sosislerin tekstür değerleri Texture Analyser (Ametek Lloyd Instruments Ltd, UK) aletiyle Warner Bratzier kesme bıçak seti kullanılarak saptanmıştır. Aletin test hızı 200 mm/dk., trigger değeri 0.05 N, sıkıştırma değeri % 50, örnek kesit uzunluğu da 15 mm olarak ayarlanıp ölçümler yapılmıştır. Tekstür kriterleri olarak sertlik 1, sertlik 2, bağlayıcılık, gam özelliği, esneklik ve çiğnenebilirlik değerlerindeki değişimler izlenmiştir [75,76]. Analizler depolama süresince 0, 30, 60 ve 90. günlerde gerçekleştirilmiştir.

Tekstür profil analizinde izlenen parametrelerin açıklamaları

Sertlik 1 (Hardness 1) (N): Örneğin ilk sıkıştırıldığı anda gerekli olan gücün maksimum seviyesidir. Örneğin ilk ısırmadaki sertliğini temsil eder.

Sertlik 2 (Hardness 2) (N):Örneğin ikinci kez sıkıştırılması için gerekli olan gücün maksimum seviyesidir. Örneğin ikinci ısırmadaki sertliğini temsil eder.

Bağlayıcılık (Cohesiveness) (Birimsiz): İkinci sıkıştırma döngüsünün birinciye olan pozitif kuvvet oranıdır.

Gam özelliği (Gumminess) (N): Yarı katı bir örneği yutma amacıyla parçalamak için gerekli olan kuvvettir (Sertlik 1 x Bağlayıcılık).

Esneklik (Springness) (mm): Deforme edici kuvvet kaldırıldıktan sonra örneğin orijinal şeklini kazanma yeteneğidir.



Çiğnenebilirlik (Chewiness) (Nmm): Örneği yutma amacıyla çiğnerken yapılan iştir (Esneklik x Gam özelliği).

### **3.5.8 Su tutma kapasitesi analizi**

Örneklerin su tutma kapasiteleri Zayas & Lin [76, 77] tarafından geliştirilen ve Öztan & Vural [78] tarafından modifiye edilen yönteme göre depolamanın başlangıcında belirlenmiştir.

### **3.5.9 Termal özelliklerin belirlenmesi**

Sosislere ait termal özellikler depolama süresince 0, 30, 60 ve 90. günlerde 3.2 başlık numaralı bölümde açıklandığı şekilde belirlenmiştir.

### **3.5.10 Mikroskobik özelliklerin belirlenmesi**

Mikroskobik analizler Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Bölümünde bulunan taramalı elektron mikroskopisi (SEM) (Zeis EVO50 Almanya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sosis, kıyma ve yağ örnekleri hiçbir işlem yapılmadan örnek tablası ile birlikte analize alınırken, toz haldeki hidrokollodiler ve jelleşmiş örnekler altın kaplanarak alüminyum tutucuya konulmuş ve analizler 15kW'da uygulanmıştır.

### **3.5.11 Fourier dönüşüm infrared spektroskopi (FTIR) analizleri**

FTIR-ATR analizleri Atom Enerjisi Kurumu laboratuvarlarında (Sarayköy/ANKARA) gerçekleştirilmiştir. Kurutulup homojenize edilen örnekler yatay ATR ZnSe tablasına koyulmuş 700-4000cm<sup>-1</sup>'lik bölgede 4cm<sup>-1</sup> çözünürlükte 32 tarama yapılarak absorpsiyon değerleri alınmıştır. Örneklerde tarama gerçekleştirilmeden önce referans olarak boş ATR kristali kullanılarak background spektrumu alınmıştır.

### **3.5.12 Proses verimi**

Sosislerin proses verimleri ürünlerin kombine fırına girmeden önce ve kombine fırından çıkıp soğutulduktan sonra tartılmaları ile belirlenmiştir.

### **3.5.13 Duyusal analizler**

Sosisler dış görünüş, kesit görünüş/reng, yapı ve tat-koku özellikleri açısından hedonik skala kullanılarak 10 panelist tarafından değerlendirilmiştir. Skalada 9 mükemmel, 1 ise çok kötüyü temsil etmektedir. Her örnek çiğ ve haşlanmış olarak panelistlere sunulmuş ve puanlama yapmaları istenmiştir. Toplam kabul edilebilirlik

puanları dış görünüş, renk, yapı ve tat-koku kriterlerinin sırası ile 1, 3, 3, 3 ağırlıklı faktörleri ile çarpılıp 10'a bölünmesi ile hesaplanmıştır [79].

#### **3.5.14 İstatistiksel değerlendirme**

Deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen verilerin IBM SPSS statistics 21 kullanılarak istatistiki analizleri gerçekleştirilmiştir. Tüm analiz sonuçlarında tekli varyans çözümlemesi tekniği kullanılmış, önemli bulunan değişkenlere Duncan testi uygulanmıştır.

## 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Hammadde ve Model Sistemlere Ait Termal Analiz Sonuçları

Karboksimetil selüloz, metil selüloz ve pektin'in destile su içinde hazırlanmış çözeltilerinde gerçekleştirilen termal analizlerle elde edilen termogramlarda, çalışma aralığı olan 20-100°C aralığında pik elde edilememiştir. Model sistemlere ait termal analiz sonuçları çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Tuz eklendiğinde et proteinlerinden aktin ve myosinin destabilize olduğu, sarkoplazmik proteinlerin ise stabilize olduğu gözlenmiştir. Tüm bileşenlerin eklenmesi ile hazırlanan örneklerin sonuçları incelendiğinde ise sadece iki pike rastlanmıştır. İlki myosine ait pik iken, ikinci pik sarkoplazmik proteinler ile aktinin biraraya gelmesiyle meydana gelmiştir. Örneklerin pik sıcaklıklarına bakıldığında ( $T_p$ ), yapıya MC eklendiğinde myosinin  $T_p$  değerinde önemli bir azalma olurken, CMC ve PEK myosinin  $T_p$  değerlerinde önemli bir değişim gerçekleşmemiştir. İkinci pikin  $T_p$  değerlerine bakıldığında ise, tüm katkı maddelerinin örneklerin  $T_p$  değerlerinde artış meydana gelmiştir. Proteinlerin pik sıcaklıklarında ortaya çıkan değişimlerin eklenen katkı maddeleri ile aralarındaki etkileşimlerden dolayı meydana geldiği düşünülmektedir.

Myosine ait entalpi değerleri incelendiğinde, MC, ve % 1 oranında pektin kullanılan örneklerin sonuçları kontrole göre daha düşük bulunurken, bakılan diğer örneklerde ise kayda değer bir değişim gözlenmemiştir. İkinci pike ait entalpi değerlerinde ise % 1 pektin kullanılan örnekte azalma gözlenirken, diğer örneklerde artış gerçekleşmiştir.

**Çizelge 4.1.** CMC, MC ve PRK kullanılarak emülsiyon stabilitesi belirlenen örneklere ait DTK sonuçları

Örnek no	T <sub>o1</sub>	T <sub>p1</sub>	T <sub>c1</sub>	ΔH <sub>1</sub> (j/g)	T <sub>o2</sub>	T <sub>p2</sub>	T <sub>c2</sub>	ΔH <sub>2</sub> (J/g)	T <sub>o3</sub>	T <sub>p3</sub>	T <sub>c3</sub>	ΔH <sub>3</sub> (J/g)	ΔH <sub>T</sub> (J/g)
K	54.46	57.42	59.12	0.05	60.00	64.21	71.02	0.49	74.61	78.58	82.83	0.20	0.74
KT	54.04	56.23	59.92	0.03	63.63	67.39	71.62	0.39	72.42	74.41	76.96	0.04	0.46
Kontrol	54.48	56.90	61.6	0.09	63.56	67.80	73.45	0,63					1.09
0.5CMC	52.65	57.33	62.16	0.10	64.75	68.56	78.00	0.92					1.29
1CMC	52.85	56.51	62.16	0.08	65.23	69.46	78.07	0,79					0.80
0.5MC	51.93	54.56	59.81	0.03	64.62	69.14	77.01	0.69					0.69
1MC	51.74	54.21	60.03	0.04	64.54	69.12	76.72	0.70					0.58
0.5PEK	51.52	56.68	61.52	0.10	64.23	68.52	77.15	0.77					0.61
1PEK	53.14	56.06	59.53	0.03	64.71	68.87	77.79	0.49					0.57

K: Kıyma, KT: Kıyma+% 1.5 Tuz, T<sub>o1</sub>: Myosine ait başlangıç sıcaklığı, T<sub>p1</sub>:Myosine ait pik sıcaklığı, T<sub>c1</sub>: Myosine ait tamamlanma sıcaklığı, T<sub>o2</sub>: Sarkoplazmik proteinlere ait başlangıç sıcaklığı, T<sub>p2</sub>: Sarkoplazmik proteinlere ait pik sıcaklığı, T<sub>c2</sub>: Sarkoplazmik proteinlere ait tamamlanma sıcaklığı, T<sub>o3</sub>: Aktine ait başlangıç sıcaklığı, T<sub>p3</sub>: Aktine ait pik sıcaklığı, T<sub>c3</sub>: Aktine ait tamamlanma sıcaklığı. ΔH: Proteinlerin denatürasyonu için gerekli entalpi (j/g)

## **4.2. CMC, MC ve PEK Kullanılarak Üretilen Sosislere Ait Analiz Sonuçları**

### **4.2.1. Proses Verimi, Pişme Kaybı ve Emülsiyon Stabilitesi.**

Sosis örneklerine ait proses verimi, pişme kaybı ve emülsiyon stabilitesi değerleri çizelge 4.2'de verilmiştir. Analiz sonuçları değerlendirildiğinde en yüksek verimin kontrol grubuna ait olduğu, en düşük verimin ise 0.5 MC örneğine ait olduğu gözlenmiştir. Eklenen hidrokolloidlerin oranlarının artırılmasının verimi arttırdığı görülmektedir. Yağ oranı azaltılarak üretilen ürünlerin pişme verimlerindeki düşmenin eklenen fazla sudan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Emülsiyon stabilitesi sonuçları toplam salınan sıvı (total expressible fluids-TEF) cinsinden verilmiştir. Emülsiyon stabilitesi deneylerinden varılan sonuçların yüksekliği daha fazla su ve yağ salınımını göstermektedir.

Yapılan analizlerden elde edilen sonuçlara bakıldığında tüm katkı maddelerinin TEF değerlerinin kontrole göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Ancak, yalnızca 0.5 MC, 0.5 PEK ve 1 PEK örneklerdeki artışın önemli olduğu gözlenmiştir. Pektin haricindeki hidrokolloid örneklerinin oranları yükseltildiğinde TEF değerleri azalmaktadır.

**Çizelge 4.2.** CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine ait proses verimi (%), pişme kaybı ve emülsiyon stabilitesi değerleri

Örnek	Verim (%)	Pişme kaybı (%)	TEF(%)
Kontrol	93.62	6.38	1.00 <sup>a</sup>
0.5CMC	91.51	8.49	1.93 <sup>a</sup>
1CMC	91.88	8.12	1.83 <sup>a</sup>
0.5MC	90.58	9.42	3.34 <sup>b</sup>
1MC	92.69	7.31	1.51 <sup>a</sup>
0.5PEK	91.54	8.46	12.96 <sup>c</sup>
1PEK	93.38	6.62	13.60 <sup>c</sup>

a-e: aynı kolondaki farklı üstel harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir ( $p < 0.05$ ).

TEF: toplam salınan sıvı

Luruena-Martinez ve ark, pişirme kaybı ve emülsiyon stabilitesi (% TEF) arasındaki farkın, pişirme süresinin kısa ve uzunluğundan kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir [81]. Her iki analizde de kullanılan sıcaklıklar benzer olsa da, pişirme kaybının hesaplandığı durumda ürünler fırında zamanla istenilen sıcaklığa gelmekte ve ürün soğutulmaktadır. Emülsiyon stabilitesinin araştırıldığı deneylerde de küçük miktarlardaki karışım beklenen sıcaklığa kısa sürede ulaşmakta, jel oluşumu ve gücünü geliştirdiği ve gam miktarı arttıkça yapıdaki nemin tutulmasının arttırdığı görülmektedir.

Elde edilen sonuçlarda da, en yüksek TEF değerleri pektin eklenen örneklerde gözlenmesine rağmen bu katkı maddelerinin pişme verimleri beklendiği kadar düşük çıkmamıştır. Ortaya çıkan bu durumun pişme kaybı analizi ve TEF analizi sırasında yapılan uygulama farklılıklarından dolayı oldukları düşünülmektedir.

#### **4.2.2. % Nem, Yağ, Protein ve Su Tutma Kapasitesi Değerleri**

Soslere ait yüzde nem, yağ ve protein miktarları çizelge 4.3'de verilmiştir. Et ve Et Ürünleri Tebliğine göre emülsifiye et ürünlerinin nem miktarının toplam et proteini miktarına oranı kütlece 6.5'in altında olması gerektiği belirtilmektedir. Yaptığımız üretim neticesinde elde verilerde bu değer istenilen şekilde 6.5 değerinin altındadır.

Yağ oranı azaltılarak üretilen ürünlerin yüzde yağ içeriklerinde kontrol grubuna göre düşüşler meydana gelmiştir. Et ve Et Ürünleri Tebliğine göre emülsifiye et ürünlerinin yağ miktarının toplam et proteini miktarına oranı 3.2'nin altında olması gerektiği belirtilmiştir. Yaptığımız üretim neticesinde elde verilerde bu değer istenilen şekilde 3.2 değerinin altındadır. Değişik hidrokoloidler kullanılarak üretilen soslerin protein içerikleri incelendiğinde ise kontrol grubunun protein içeriğinin % 15.42 olduğu, diğer örneklerin protein içeriklerinin ise % 12.54 ile 13.75 aralığında değiştiği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre yağ miktarının azaltılarak yapıdaki su miktarını arttırmanın ürünlerin protein içeriklerini önemli derecede etkilediği bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Et ve Et Ürünleri Tebliğinde toplam et proteininin kütleye en az %10 olması gerektiği belirtilmektedir. Üretilen ürünlerin yüzde protein içerikleri Et Ürünleri Tebliğine uygun ve değerler üzerindedir. Yağ oranı azaltılan ürünlerin kontrol grubunun protein içeriklerinden daha düşük çıkmasının nedeni olarak fazla su kullanımı gösterilebilir.

Ürünlerin su tutma kapasitelerine bakıldığında kontrol grubu ve yağ oranı azaltılmış ürünlerin verileri arasında farklılıklar gözlenmiş, fakat bu durum çok önemli bulunmamıştır. Kullanılan hidrokoloidlerin oranının % 0.5'den % 1 yükseltilmesinin su tutma kapasitesini geliştirdiği gözlenmiştir. Bu durumdaki en yüksek su tutma kapasitesi %1 pektin kullanılan örnekte olmuştur.

Elde edilen verilere göre yüzde nem seviyeleri beklenen düzeyde çıkmıştır. Fakat yağ oranı azaltılarak hidrokoloidlerin eklendiği ürünlerin nem değerlerinin beklenen değerlerin altında olduğu gözlenmiştir. Bu durumun sebebi olarak hidrokoloidlerin suyu yapılarında farklı derecede tutmalarından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Yüzde yağ oranlarını incelediğimizde ise beklenen seviyelerde oldukları gözlenmiştir. Nem değerlerinin istatistiki olarak değerlendirilmesine bakıldığında % 1 oranında MC ve PEK kullanılan örneklerin nem içeriklerinde kontrole göre önemli bir artış gözlenirken, % 0.5 MC kullanılan örnekte azalma belirlenmiştir. İncelediğimiz diğer örneklere bakıldığında ise kayda değer değişim gözlenmemiştir.

**Çizelge 4.3.** CMC, MC ve PEK kullanılan örneklere ait % nem, yağ, protein ve STK sonuçları

Örnek	Nem (%)	Yağ (%)	Protein (%)	STK	Nem/protein	Yağ/protein
Kontrol	68.31 <sup>b</sup>	24.53 <sup>d</sup>	15.42 <sup>b</sup>	0.42 <sup>a</sup>	4.43	1.59
0.5CMC	67.43 <sup>b</sup>	14.36 <sup>b</sup>	13.75 <sup>a</sup>	0.31 <sup>a</sup>	4.90	1.04
1CMC	67.15 <sup>b</sup>	14.08 <sup>b</sup>	12.54 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	5.35	1.12
0.5MC	67.28 <sup>b</sup>	11.96 <sup>a</sup>	13.12 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>	5.13	0.91
1MC	70.59 <sup>c</sup>	10.82 <sup>a</sup>	12.73 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>	5.54	0.85
0.5PEK	62.06 <sup>a</sup>	18.67 <sup>c</sup>	13.49 <sup>a</sup>	0.39 <sup>a</sup>	4.60	1.38
1PEK	70.33 <sup>c</sup>	11.62 <sup>a</sup>	13.25 <sup>a</sup>	0.48 <sup>a</sup>	5.31	0.88

a-c: aynı kolondaki farklı üstel harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir ( $p < 0.05$ ).



### 4.2.3. pH Değerleri

Ürünlerin depolama süresince pH değerlerinde meydana gelen değişimler çizelge 4.4'de verilmiştir. Depolamanın başlangıcında 1 MC ve 0.5 PEK örneklerinin pH değerleri kontrole göre düşük bulunurken ( $p<0.05$ ), 0.5 MC örneğinde önemli bir değişim gözlenmemiş, diğer numunelere bakıldığında ise pH değerlerinde önemli ölçüde artış gözlenmiştir.

**Çizelge 4.4.** CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine ait pH değerleri.

Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
	0	30	60	90
Kontrol	6.09 <sup>bc</sup>	6.13 <sup>bc</sup>	5.68 <sup>abcA</sup>	5.86 <sup>cB</sup>
0.5CMC	6.17 <sup>dB</sup>	6.28 <sup>dC</sup>	5.72 <sup>bcA</sup>	5.74 <sup>bA</sup>
1CMC	6.27 <sup>eD</sup>	6.21 <sup>cC</sup>	6.00 <sup>dB</sup>	5.94 <sup>cA</sup>
0.5MC	6.12 <sup>bcC</sup>	6.31 <sup>dD</sup>	5.97 <sup>dB</sup>	5.89 <sup>cA</sup>
1MC	6.05 <sup>aC</sup>	6.13 <sup>bc</sup>	5.65 <sup>abB</sup>	5.47 <sup>aA</sup>
0.5PEK	6.03 <sup>aC</sup>	6.15 <sup>bcD</sup>	5.81 <sup>cB</sup>	5.67 <sup>bA</sup>
1PEK	6.14 <sup>cdC</sup>	5.95 <sup>aB</sup>	5.55 <sup>aA</sup>	5.54 <sup>aA</sup>

a-h: Aynı sütundaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ )

A-D: Aynı satırdaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ )

Depolama süresince ürünlerdeki pH değerleri incelendiğinde ise, 1CMC ve 1PEK örneklerine ait değerler tüm depolama süresince azalırken, diğer örneklerin pH değerlerinde 30. günde artış depolamanın devamında ise azalma gözlenmiştir. Tüm örneklerin depolamanın başlangıcındaki ve sonundaki pH değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

#### 4.2.4. Renk Değerleri

Sosis örneklerine ait renk analizleri örneklerin kesit alanlarında gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar L\*, a\* ve b\* değerleri için sırası ile çizelge 4.5, çizelge 4.6 ve 4.7 da verilmiştir.

**Çizelge 4.5.** CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine ait parlaklık (L\*) değerleri

Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
	0	30	60	90
Kontrol	59.41 <sup>aBC</sup>	59.26 <sup>bcB</sup>	52.89 <sup>bA</sup>	59.93 <sup>cC</sup>
0.5CMC	59.85 <sup>bB</sup>	59.47 <sup>cB</sup>	55.39 <sup>cA</sup>	59.35 <sup>bcB</sup>
1CMC	60.17 <sup>bC</sup>	58.26 <sup>bB</sup>	55.62 <sup>cA</sup>	59.13 <sup>bcBC</sup>
0.5MC	59.30 <sup>abB</sup>	59.46 <sup>cB</sup>	50.93 <sup>aA</sup>	59.34 <sup>bcB</sup>
1MC	57.91 <sup>abB</sup>	57.27 <sup>acB</sup>	52.29 <sup>abA</sup>	56.36 <sup>aB</sup>
0.5PEK	59.76 <sup>bC</sup>	59.43 <sup>cBC</sup>	53.23 <sup>bA</sup>	58.48 <sup>bB</sup>
1PEK	59.53 <sup>bA</sup>	59.06 <sup>bcA</sup>	57.84 <sup>dA</sup>	59.40 <sup>bcA</sup>

a-c: Aynı sütundaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ( $p < 0.05$ )

A-C: Aynı satırdaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ( $p < 0.05$ )

Ürünlerin L\* değerlerine bakıldığında depolamanın başlangıcında yağ oranı azaltılmış ürünlerin kontrole göre genellikle artış gözlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Bu durum ise yağ oranı düşürülmüş ürünlerde normalden daha fazla su kullanılmasından dolayı ortaya çıkan bir durumdur. Depolama süresince ürünlerinde L\* değerlerinde meydana gelen değişime bakıldığında ise depolamanın başlangıcında ve sonunda önemli değişimler belirlenememiştir ( $p > 0.05$ ). 1PEK örneği hariç tüm örneklerde 60. Günde diğer günlere oranla önemli bir azalma gözlenmiş ancak 90.günde L\* değerleri tekrar yükselmiştir.

Ürünlerin a\* değerlerinde meydana gelen değişimlere ait sonuçlar çizelge 4.6'da sunulmuştur.

Değerlendirmeler sonucunda elde edilen verilere göre depolamanın başlangıcında ve sonunda yağ oranı azaltılan ürünler ile kontrol grubu arasında bir farklılık

gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ). Depolama süresince ürünlerin kırmızılık derecesine bakıldığında genellikle depolamanın sonunda değerin azaldığı gözlenmektedir.

**Çizelge 4.6.** CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine ait kırmızılık ( $a^*$ ) değerleri

Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
	0	30	60	90
Kontrol	14.35 <sup>aB</sup>	12.46 <sup>abAB</sup>	15.00 <sup>c</sup>	13.01 <sup>aA</sup>
0.5CMC	14.63 <sup>aC</sup>	13.41 <sup>cdAB</sup>	12.54 <sup>aA</sup>	13.58 <sup>aB</sup>
1CMC	14.05 <sup>aA</sup>	14.49 <sup>eA</sup>	12.88 <sup>abA</sup>	13.31 <sup>aA</sup>
0.5MC	14.71 <sup>aA</sup>	13.11 <sup>bcA</sup>	16.14 <sup>cC</sup>	13.79 <sup>aA</sup>
1MC	14.04 <sup>aB</sup>	11.89 <sup>aA</sup>	13.88 <sup>bB</sup>	12.74 <sup>aA</sup>
0.5PEK	14.13 <sup>aB</sup>	13.54 <sup>cdA</sup>	15.96 <sup>cC</sup>	13.57 <sup>aA</sup>
1PEK	14.35 <sup>aB</sup>	14.15 <sup>deB</sup>	12.67 <sup>aA</sup>	13.82 <sup>aB</sup>

a-d: Aynı sütundaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ )

A-C: Aynı satırdaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ )

Ürünlerin  $b^*$  değerlerine ait sonuçlara bakıldığında, 0.5CMC, 1CMC ve 1 MC örneklerine ait  $b^*$  değerlerinin kontrole göre daha yüksek olduğu ( $p<0.05$ ) gözlenmiş, incelenen diğer örneklere bakıldığında ise kayda değer bir gelişme gözlenmemiştir. Depolama süresi arttıkça  $b^*$  değerleri 60. güne kadar artmış, daha sonra düşmüştür.

**Çizelge 4.7.** CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine ait sarılık (b\*) değerleri

Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
	0	30	60	90
Kontrol	15.44 <sup>aA</sup>	17.24 <sup>bcC</sup>	20.02 <sup>abD</sup>	16.14 <sup>bB</sup>
0.5CMC	17.18 <sup>cdA</sup>	17.69 <sup>cAB</sup>	21.99 <sup>dC</sup>	18.17 <sup>dB</sup>
1CMC	17.51 <sup>dA</sup>	17.83 <sup>cA</sup>	22.71 <sup>dC</sup>	18.68 <sup>eB</sup>
0.5MC	16.02 <sup>abA</sup>	16.61 <sup>abA</sup>	20.43 <sup>bcB</sup>	16.15 <sup>bA</sup>
1MC	16.53 <sup>bcA</sup>	16.52 <sup>abA</sup>	20.20 <sup>abcC</sup>	17.56 <sup>cB</sup>
0.5PEK	15.35 <sup>aA</sup>	16.01 <sup>aB</sup>	21.07 <sup>cC</sup>	15.25 <sup>aA</sup>
1PEK	16.00 <sup>abA</sup>	16.53 <sup>abA</sup>	19.42 <sup>aB</sup>	16.15 <sup>bA</sup>

a-d: Aynı sütundaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

A-D: Aynı satırdaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

#### 4.2.5. Tekstür Profil Analizi Değerleri

Sosis örneklerinde gerçekleştirilen tekstür profil analizi sonuçlarından sertlik<sub>1</sub>, serlik<sub>2</sub> ve bağlayıcılık sonuçları sırası ile Çizelge 4.8, 4.9 ve 4.10'de, gam özelliği, esneklik ve çiğnenebilirlik sonuçları ise sırası ile çizelge 4.11, 4.12 ve 4.13'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.8.** CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine ait sertlik 1 değerleri

Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
	0	30	60	90
Kontrol	13.23 <sup>dB</sup>	11.00 <sup>cA</sup>	13.61 <sup>dB</sup>	16.21 <sup>dD</sup>
0.5CMC	10.39 <sup>cB</sup>	8.81 <sup>bAB</sup>	9.57 <sup>cB</sup>	7.46 <sup>cA</sup>
1CMC	7.20 <sup>aC</sup>	6.10 <sup>aB</sup>	7.60 <sup>abC</sup>	4.00 <sup>abA</sup>
0.5MC	10.49 <sup>cB</sup>	9.99 <sup>bcB</sup>	6.83 <sup>aA</sup>	7.59 <sup>cA</sup>
1MC	8.58 <sup>bC</sup>	6.45 <sup>aB</sup>	9.91 <sup>cD</sup>	2.62 <sup>aA</sup>
0.5PEK	12.62 <sup>dA</sup>	13.53 <sup>dA</sup>	9.04 <sup>bcB</sup>	5.21 <sup>bA</sup>
1PEK	6.10 <sup>aA</sup>	5.98 <sup>aA</sup>	6.22 <sup>aA</sup>	8.48 <sup>cB</sup>

a-h: Aynı sütundaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ )

A-C: Aynı satırdaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ )

Elde edilen sonuçlara göre 0. günde kontrol grubunun sertlik 1 değeri 13.23, diğer grupların ise 6.10-12.62 arasında (Çizelge 4.8), sertlik 2 değerleri ise kontrol grubunda 10.04, diğer gruplarda ise 4.47-8.53 (Çizelge 4.9) olarak bulunmuştur. Ürünlerin sertlik 1 ve 2 değerleri kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur. En düşük sertlik 1 ve sertlik 2 değerleri 1PEK örneğinde belirlenmiştir. Depolama boyunca sertlik değerlerinde meydana gelen değişim incelendiğinde ise, kontrol grubu hariç tüm örneklerin sertlik 1 ve 2 değerlerinin depolama sonunda, başlangıca göre azaldığı belirlenmiştir.

**Çizelge 4.9.** CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine ait sertlik 2 değerleri

Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
	0	30	60	90
Kontrol	10.04 <sup>eA</sup>	8.26 <sup>cdA</sup>	8.23 <sup>eA</sup>	10.13 <sup>dA</sup>
0.5CMC	7.49 <sup>cdB</sup>	6.75 <sup>bcAB</sup>	6.93 <sup>cdAB</sup>	6.04 <sup>cA</sup>
1CMC	5.58 <sup>abC</sup>	4.84 <sup>ab</sup>	6.36 <sup>bcD</sup>	3.29 <sup>abA</sup>
0.5MC	8.53 <sup>dB</sup>	8.53 <sup>dB</sup>	5.25 <sup>abA</sup>	6.45 <sup>cA</sup>
1MC	6.56 <sup>bcC</sup>	5.45 <sup>abB</sup>	7.79 <sup>deC</sup>	2.15 <sup>aA</sup>
0.5PEK	8.46 <sup>dB</sup>	11.10 <sup>eC</sup>	5.72 <sup>abA</sup>	4.35 <sup>bcA</sup>
1PEK	4.47 <sup>aA</sup>	4.62 <sup>aA</sup>	4.76 <sup>aA</sup>	6.51 <sup>cB</sup>

a-h: Aynı sütundaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ )

A-C: Aynı satırdaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ )

Ürünlerin bağlayıcılık sonuçlarına bakıldığında kontrol grubunun bağlayıcılık değeri 0.45, diğer gruplarınkı ise 0.28-0.46 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.10.).

Değerlendirme sonrasında elde edilen verilere bakıldığında ise yağ miktarının azaltılıp yapıya hidrokolloidlerin eklenmesi örneklerin bağlayıcılık değerlerinde sıfırıncı günde 1CMC örneği dışında azalmaya neden olmuştur. Sertlik sonuçlarına benzer şekilde en düşük bağlayıcılık değeri 1PEK örneğinde bulunmuştur. Depolama boyunca bağlayıcılık değerlerinde oluşan farklılıklar incelendiğinde, kontrol grubunda azalma gözlenirken, yağ oranı düşürülmüş ürünlerde ise belirgin bir artış gözlenmiştir.

Örneklerin gam özelliğine ait sonuçlara bakıldığında (Çizelge 4.11.), yağ oranı azaltılan ürünlerin gam özelliği değerlerinin kontrolden daha düşük olduğu, en düşük değer ise 1PEK örneğinde bulunmuştur. Depolama süresince, % 1 oranında pektin kullanılan örneğin gam özelliği değerleri artarken, diğer tüm örneklerde azalma gözlenmiştir.

**Çizelge 4.10.** CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine ait bağlayıcılık değerleri

Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
	0	30	60	90
Kontrol	0.45 <sup>ba</sup>	0.46 <sup>aa</sup>	0.32 <sup>aa</sup>	0.35 <sup>aa</sup>
0.5CMC	0.43 <sup>ba</sup>	0.48 <sup>aa</sup>	0.36 <sup>abA</sup>	0.47 <sup>abA</sup>
1CMC	0.46 <sup>ba</sup>	0.53 <sup>aa</sup>	0.53 <sup>ba</sup>	0.51 <sup>abA</sup>
0.5MC	0.40 <sup>ba</sup>	0.49 <sup>ab</sup>	0.39 <sup>abA</sup>	0.50 <sup>abB</sup>
1MC	0.33 <sup>aa</sup>	0.53 <sup>ab</sup>	0.40 <sup>abA</sup>	0.53 <sup>abB</sup>
0.5PEK	0.34 <sup>aa</sup>	0.50 <sup>aaB</sup>	0.38 <sup>abA</sup>	0.64 <sup>bb</sup>
1PEK	0.28 <sup>aa</sup>	0.45 <sup>aa</sup>	0.44 <sup>abA</sup>	0.42 <sup>abA</sup>

a-h: Aynı sütundaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ( $p < 0.05$ )

A-C: Aynı satırdaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ( $p < 0.05$ )

0. günde sosislerin esneklik değerleri 7.72-9.07 arasında değişmiştir (Çizelge 4.12). ürünlerin üretiminde yağ oranının azaltılarak yerine hidrokolloidlerin eklenmesinin kontrole göre önemli bir değişim meydana getirmediği belirlenmiştir ( $p > 0.05$ ). Depolama süresince esneklik değerlerinde meydana gelen değişimler incelendiğinde ise, kontrol grubu ve 1 CMC örneğinde önemli bir değişim meydana gelmezken, incelenen diğer ürünlere bakıldığında ise hem azalma hem de artış gözlenmiştir.

Örneklerin çignenebilirlik değerleri incelendiğinde (Çizelge 4.13), tüm tekstür profil analizlerinde gözlemediği gibi depolamanın başlangıcında çignenebilirlik değerlerinde de en düşük değer 1PEK örneğinde bulunmuştur. Hidrokolloidlerin kullanıldığı tüm örneklerin çignenebilirlik sonuçları, 0. günde kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Depolama boyunca meydana gelen değişimler incelendiğinde ise, çignenebilirlik değerlerinde azalmalar belirlenmiştir. Depolama süresince çignenebilirlik değerlerindeki azalmalar kontrol grubu ve % 0.5 oranında karboksimetilselüloz içeren örnekte önemli bulunmazken ( $p > 0.05$ ), diğer örneklerde önemli bir azalma gözlenmiştir ( $p < 0.05$ ).

**Çizelge 4.11.** CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine ait gam özelliği (N) değerleri.

Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
	0	30	60	90
Kontrol	5.92 <sup>dA</sup>	5.00 <sup>bA</sup>	4.41 <sup>bA</sup>	5.79 <sup>dA</sup>
0.5CMC	4.38 <sup>cB</sup>	4.18 <sup>abAB</sup>	3.29 <sup>abA</sup>	3.46 <sup>cAB</sup>
1CMC	3.28 <sup>bB</sup>	3.24 <sup>abB</sup>	4.01 <sup>abC</sup>	2.02 <sup>abA</sup>
0.5MC	4.22 <sup>cBC</sup>	4.90 <sup>bC</sup>	2.70 <sup>aA</sup>	3.78 <sup>cB</sup>
1MC	2.84 <sup>bB</sup>	3.41 <sup>abB</sup>	3.99 <sup>abC</sup>	1.40 <sup>aA</sup>
0.5PEK	4.32 <sup>cA</sup>	6.77 <sup>cB</sup>	3.52 <sup>abA</sup>	3.01 <sup>bcA</sup>
1PEK	1.72 <sup>aA</sup>	2.67 <sup>aAB</sup>	2.77 <sup>aAB</sup>	3.57 <sup>cB</sup>

a-d: Aynı sütundaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ )

A-C: Aynı satırdaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ )



**Çizelge 4.12.** CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine ait esneklik değerleri.

Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
	0	30	60	90
Kontrol	9.07 <sup>aA</sup>	7.54 <sup>aA</sup>	8.65 <sup>bcA</sup>	8.14 <sup>bcA</sup>
0.5CMC	7.72 <sup>aA</sup>	9.07 <sup>aB</sup>	8.38 <sup>abcAB</sup>	8.60 <sup>cAB</sup>
1CMC	8.18 <sup>aA</sup>	8.30 <sup>aA</sup>	9.02 <sup>cA</sup>	8.57 <sup>cA</sup>
0.5MC	9.07 <sup>aB</sup>	9.06 <sup>aB</sup>	7.30 <sup>aA</sup>	7.82 <sup>bcA</sup>
1MC	8.70 <sup>aB</sup>	9.07 <sup>aB</sup>	8.98 <sup>cB</sup>	7.05 <sup>abA</sup>
0.5PEK	8.77 <sup>aB</sup>	8.57 <sup>aB</sup>	8.14 <sup>abcB</sup>	6.26 <sup>aA</sup>
1PEK	8.71 <sup>aAB</sup>	8.85 <sup>aAB</sup>	7.82 <sup>abA</sup>	9.06 <sup>cB</sup>

a-c: Aynı sütundaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ( $p < 0.05$ )

A-C: Aynı satırdaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ( $p < 0.05$ )

**Çizelge 4.13.** CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine ait çiğnenebilirlik değerleri.

	Depolama Süresi (Gün)			
	0	30	60	90
Kontrol	53.62 <sup>eA</sup>	43.60 <sup>bcA</sup>	38.08 <sup>bA</sup>	47.06 <sup>dA</sup>
0.5CMC	33.69 <sup>cdAB</sup>	37.86 <sup>abB</sup>	27.68 <sup>abA</sup>	29.78 <sup>bcAB</sup>
1CMC	27.12 <sup>bcB</sup>	26.56 <sup>abB</sup>	36.19 <sup>bC</sup>	17.31 <sup>aA</sup>
0.5MC	38.29 <sup>dBC</sup>	44.41 <sup>bcC</sup>	19.84 <sup>aA</sup>	29.71 <sup>bcB</sup>
1MC	24.64 <sup>bB</sup>	30.96 <sup>abC</sup>	35.85 <sup>bC</sup>	10.18 <sup>aA</sup>
0.5PEK	37.84 <sup>dB</sup>	58.24 <sup>cC</sup>	29.14 <sup>abAB</sup>	19.56 <sup>abA</sup>
1PEK	15.02 <sup>aA</sup>	23.59 <sup>aAB</sup>	22.16 <sup>aAB</sup>	32.30 <sup>Cb</sup>

a-e: Aynı sütundaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ( $p < 0.05$ )

A-C: Aynı satırdaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ( $p < 0.05$ )

#### 4.2.6. Tiyobarbütirik Asit Değerleri

Farklı oranlarda CMC, MC ve PEK kullanılarak üretilen sosislerin oksidasyon derecelerindeki değişimler mg malonaldehit/kg örnek cinsinden çizelge 4.14 ve şekil 4.1'de gösterilmiştir.

Elde edilen verilere göre örneklerin TBA değerlerinde beklendiği üzere depolama süresince artışlar gözlenmiştir. Depolamanın sonunda yağ oranı azaltılmış tüm örneklerin TBA değerlerinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Georgantalis ve ark buldukları bir araştırma içerisinde, kontrol grubuna ait malondialdehit içeriklerinin 15. günde en yüksek seviyeye ulaştığı devamında ise azaldığını belirtmişlerdir [82]. Bu durumun malondialdehitin *Pseudomonas* ve *Enterobacteriaceae* gibi karbonil gruplarını seçici olarak kullanan bakteriler tarafından parçalanmasından ya da malondialdehitin alkol ve asitler gibi diğer organik ürünlere okside olmasından kaynaklanabileceği vurgulanmıştır [83].

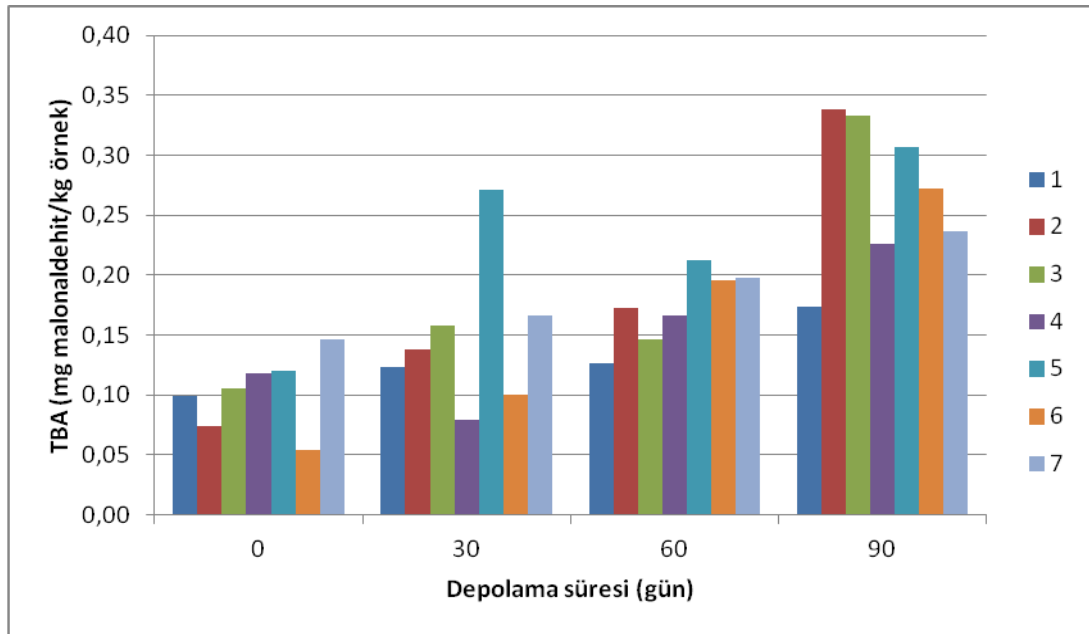
Elde edilen sonuçlarda da görüldüğü üzere bazı örneklerde meydana gelen düşüşlerin analiz edilen malondialdehitin mikroorganizmalarca yok edilmesi ya da alkol ve aldehitlere ayrılmasından dolayı oluşacağı düşünülmüştür.

**Çizelge 4.14.** CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine ait TBA değerleri (mg malonaldehit/kg Örnek)

Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
	0	30	60	90
Kontrol	0.10 <sup>bcA</sup>	0.12 <sup>aA</sup>	0.13 <sup>aA</sup>	0.17 <sup>aB</sup>
0.5CMC	0.07 <sup>abA</sup>	0.14 <sup>aA</sup>	0.17 <sup>abA</sup>	0.34 <sup>bB</sup>
1CMC	0.11 <sup>bcdA</sup>	0.16 <sup>aA</sup>	0.15 <sup>abA</sup>	0.33 <sup>bB</sup>
0.5MC	0.12 <sup>bcdAB</sup>	0.08 <sup>aA</sup>	0.17 <sup>abB</sup>	0.23 <sup>abC</sup>
1MC	0.12 <sup>cdA</sup>	0.27 <sup>aA</sup>	0.21 <sup>bA</sup>	0.31 <sup>bA</sup>
0.5PEK	0.05 <sup>aA</sup>	0.10 <sup>aAB</sup>	0.20 <sup>abBC</sup>	0.27 <sup>abC</sup>
1PEK	0.15 <sup>dA</sup>	0.17 <sup>aAB</sup>	0.20 <sup>abAB</sup>	0.24 <sup>abB</sup>

a-d: Aynı sütundaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ( $p < 0.05$ )

A-D: Aynı satırdaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ( $p < 0.05$ )



**Şekil 4.1.** CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine ait TBA değerleri Greene ve Cumuze TBA değeri için bozulma sınırını 2 mg malonaldehit/kg örnek olarak belirtmişlerdir. Elde edilen verilere göre ise örneklerin malondialdehitin miktarları depolama boyunca artış göstermiş, fakat depolamanın sonucunda ürünlerin hiçbirinde sınır değerin aşılmadığı gözlenmiştir [84].

#### 4.2.7. Fourier Dönüşüm İnfrared Spektroskopisi-Azaltılmış Toplam Reflektans Sonuçları

FTIR-ATR analizleri depolamanın başlangıcında, hidrokolloidler ile proteinler arasında meydana gelen bağların araştırılması için gerçekleştirilmiştir. Bulunan verilerde yeni bir bağ oluşumuna rastlanmamıştır. FTIR-ATR sonuçlarından proteinlerin ikincil yapılarından  $\alpha$ -heliks ve  $\beta$ -düzlemsel yapıları hakkında bilgi edinilebilmekte bu sayede ürünlerdeki proteinlerin yararlanımları, kaliteleri hakkında bilgi edinilebilmektedir.

Protein kalitesi, parçalanma karakteristikleri ve yararlanımı toplam protein kompozisyonunun yanı sıra proteinlerin iç yapısına (ikincil yapıları: $\alpha$ -heliks,  $\beta$ -düzlemsel ve oranları) ve biyolojik matrikse (protein-nişasta matriksi yada protein-karbohidrat matriksi gibi) bağlıdır. Proteinlerin iç yapısı temel olarak  $\alpha$ -heliks ve  $\beta$ -düzlemsel yapılardan oluşmakta, random sarmal ve  $\beta$ -dönüşlerde az oranda bulunmaktadır. Bu yapıların oranı proteinlerin kalitesini, kullanıma uygunluğunu ve sindirim özelliklerini etkilemektedir. Yüksek oranda  $\beta$ -düzlemsel yapının bulunması gastrointestinal sindirim enzimlerine ulaşımı azaltabildiğinden proteinin değerini azalttığı belirtilmiştir [85]. Proteinlerin besinsel değerleri, sindirilebilirliği ve yararlanımları direkt olarak  $\alpha$ -heliks ve  $\beta$ -düzlemsel tabakaya bağlı değildir. Proteinin tipi ve sindirim sisteminde enzimatik hidrolize yatkınlığı, proteinin iç yapısı ile de yüksek oranda ilintilidir.

Çizelge 4.15'de sosis örneklerine ait  $\alpha$ -heliks ve  $\beta$ -düzlemsel yapılar ve bunların birbirlerine olan oranlarına ait sonuçlar verilmiştir.

Çizelgedeki sonuçlara bakıldığında ürünlere farklı oranlarda hidrokolloid eklendiğinde  $\alpha$ -sarmal oranlarının azaldığı bulunmuştur. Buna karşın  $\beta$ -düzlemsel tabaka oranları ise genellikle artış göstermektedir. Bu ilişkiden dolayı  $\alpha$ -sarmal/ $\beta$ -düzlemsel tabaka oranlarında tüm örneklerde kontrol grubuna göre azalma gözlenmektedir. Daha öncede belirtildiği üzere  $\alpha$ -sarmal/ $\beta$ -düzlemsel tabaka oranları ile protein kalitesi arasında doğru orantılı bir ilişki söz konusudur. Oran düştükçe protein kalitesi de azalmaktadır. Bu bilgiler dâhilinde yağ oranı azaltılan ürünlerin protein yararlanımlarının kontrol grubuna göre daha düşük olduğu söylenebilir.

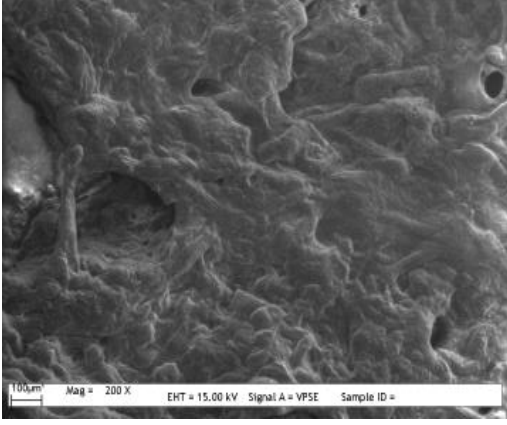
**Çizelge 4.15.** CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerinin FTIR spektrumlarından hesaplanan  $\alpha$ -sarmal,  $\beta$ -düzlemsel tabaka % değerleri ve  $\alpha$ -sarmal/ $\beta$ -düzlemsel tabaka oranları

Örnek	$\alpha$ -sarmal (%)	$\beta$ -düzlemsel (%)	$\alpha$ -heliks/ $\beta$ -düzlemsel
Kontrol	37.22	15.88	3.11
0.5CMC	24.59	22.56	1.76
1CMC	12.83	26.40	0.53
0.5MC	31.51	15.02	2.10
1MC	22.84	17.80	1.67
0.5PEK	26.76	17.13	2.22
1PEK	19.46	25.51	0.90

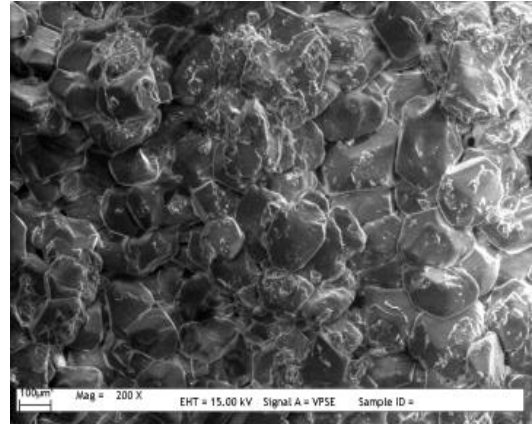
#### 4.2.8. Taramalı Elektron Mikroskopisi Görüntüleri

Taramalı elektron mikroskopisi (SEM) görüntülerine ait sonuçlar şekil 4.2-4.11'de verilmiştir. SEM görüntülerine ait sonuçlara bakıldığında kıyma ve yağ karıştırıldığında (Şekil 4.2c) yağ globüllerini karışım içinde gözlemek mümkündür. Kıymaya ait SEM görüntülerinde yapıya tuz eklenmediği için belirgin bir 3 boyutlu matrix oluşumu gözlenememiştir. Isıl işlem görmüş kıymaya ait SEM görüntülerinde de benzer şekilde 3 boyutlu yapı belirgin şekilde gözlenememiştir. Isıl işlem gören örneklerde yapıdan suyun uzaklaşmasından dolayı büzüşme gözlenmiştir. Yağ ile karıştırılan kıymaya ısı işlem uygulandığında (Şekil 4.2e) ise yağın eriyerek yapıdan uzaklaşmasından dolayı yapıda boşluklar gözlenmiştir.

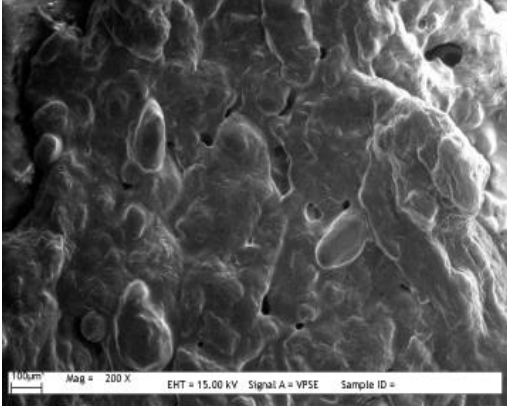
a



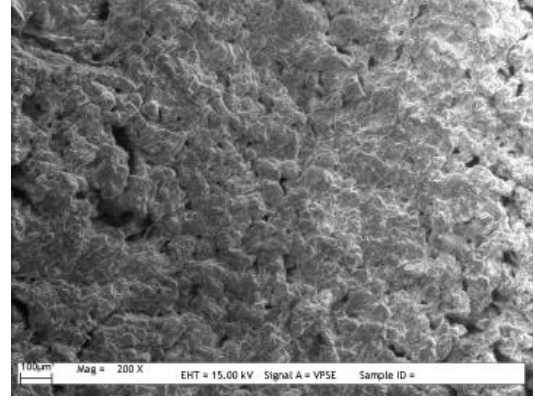
b



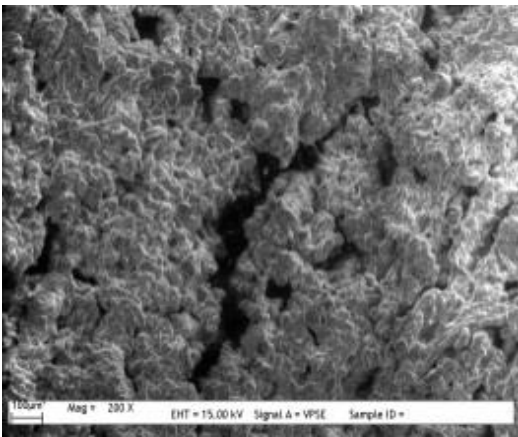
c



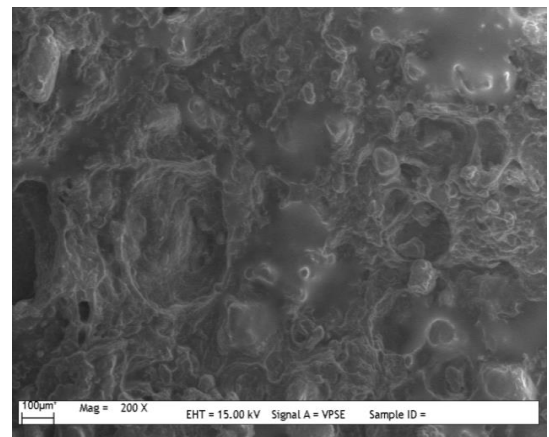
d



e

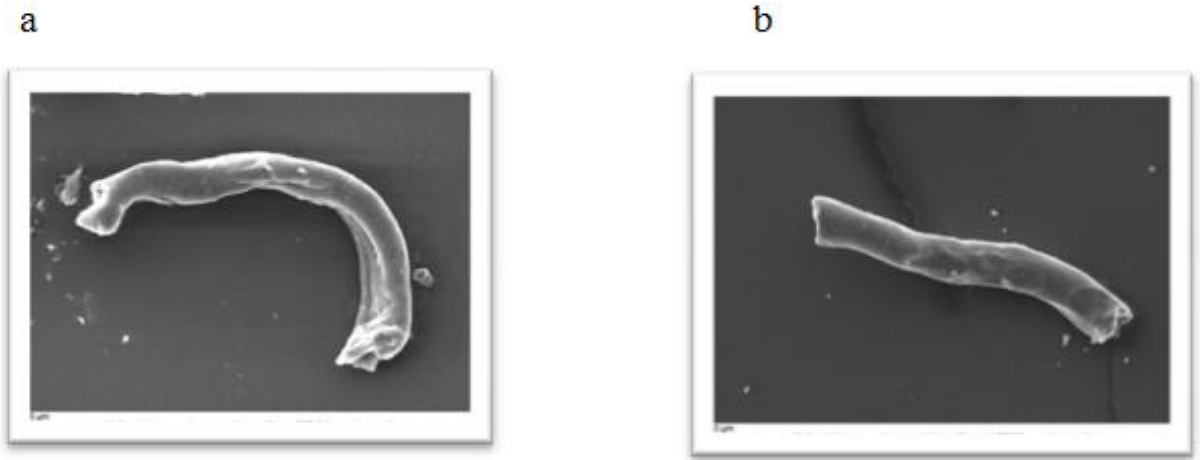


f



**Şekil 4.2.** Kıyma yağ ve kontrol grubuna ait SEM görüntüleri

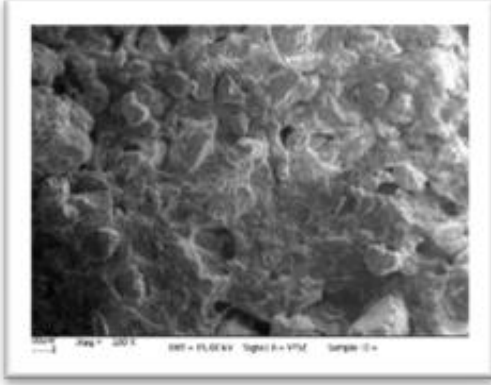
Şekil 4.2e’de hidrokolloidlerin eklenmediği yüksek yağ içerikli kontrol grubuna ait SEM görüntülerine ait sonuçlar bulunmaktadır. Hidrokolloidlerin eklenmediği bu görüntülere bakıldığında içinde çok fazla boşlukların bulunduğu 3 boyutlu bir yapı dikkat çekmektedir [86]. Li ve Yeh gerçekleştirdikleri çalışmalarında domuz ürünlerinde benzer şekilde boşluklar oluştuğunu belirlemişler ve bu boşlukların ısıtma işlemi ile nişastanın jelatinizasyon sıcaklığının geçilmesinden ve nişasta moleküllerinin parçalanarak bu boşlukları oluşturduklarını belirtmişlerdir [86]. Görüntülerde gözlenen parlak maddelerin yağ partikülleri olabileceği düşünülmüştür.



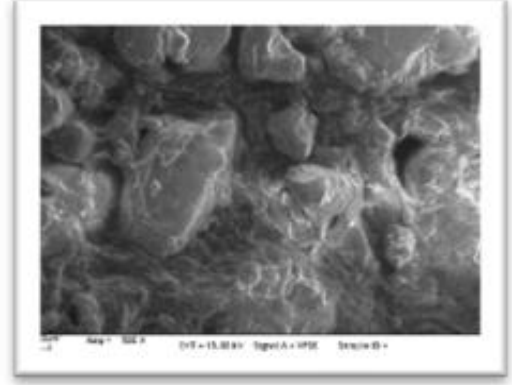
**Şekil 4.3.** CMC’ a ait SEM görüntüleri a: ısıtma işlemi görmemiş örnek. b: ısıtma işlemi görmüş örnek

Şekil 4.3. 4.6 ve 4.9’da sırası ile CMC, MC ve PEK’e ait SEM görüntüleri verilmiştir. CMC ve PEK su içinde ısıtma işlemi gördükten önce veya sonrasında jel oluşturmadıklarından dolayı toz halindeki örnek ısıtma işlemine tabi tutulmuş ve görüntüler elde edilmiştir. Her iki maddenin de ısıtma işleminin etkisi ile büzüştüğü gözlenmiştir. MC ise su içinde jel oluşturan bir madde olduğundan jelleşen örnekte görüntüler alınmış ve düz bir yapı belirlenmiştir.

a

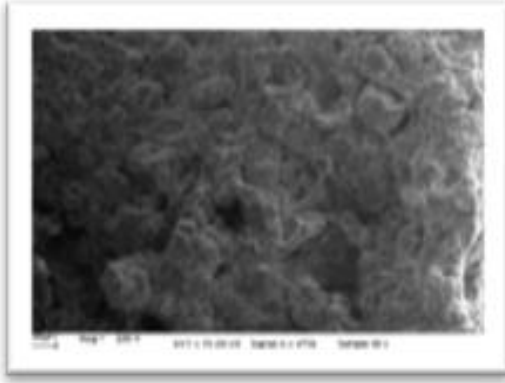


b

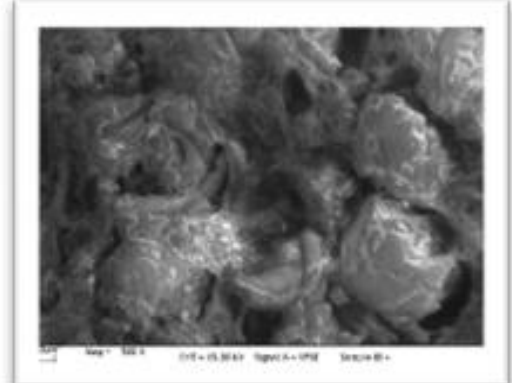


**Şekil 4.4.** % 0.5 oranında CMC kullanılan örneğe ait SEM görüntüleri a:200x büyütme. b: 500x büyütme

a



b

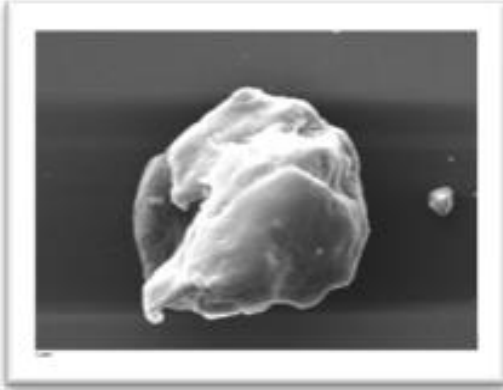


**Şekil 4.5.** % 1 oranında CMC kullanılan örneğe ait SEM görüntüleri a: 200x büyütme, b:500x büyütme

Şekil 4.4 ve 4.5'de sırası ile %0.5 ve 1 oranında CMC kullanılan örneklere ait SEM görüntüleri verilmiştir. Kontrol ile karşılaştırıldığında yağ partikülleri daha az gözlenmiştir. Özellikle % 1 oranında CMC kullanılan örnekte yapının daha iyi oluştuğu belirlenmiştir.



a

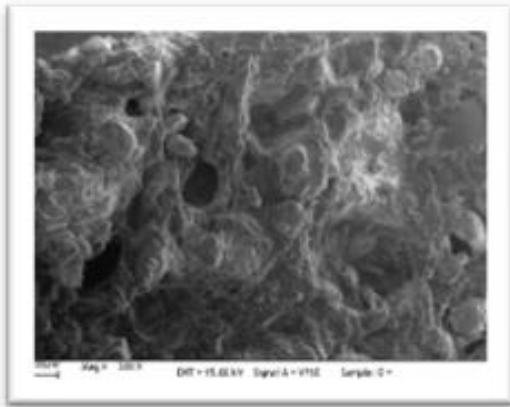


b

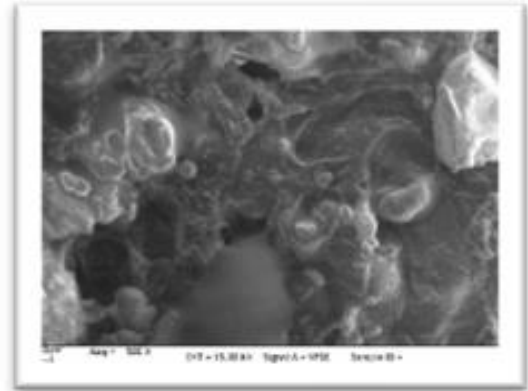


**Şekil 4.6.** MC'a ait SEM görüntüleri. a: ısıtıl işlem görmemiş örnek. b: jelleşip ısıtıl işlem gören örnek.

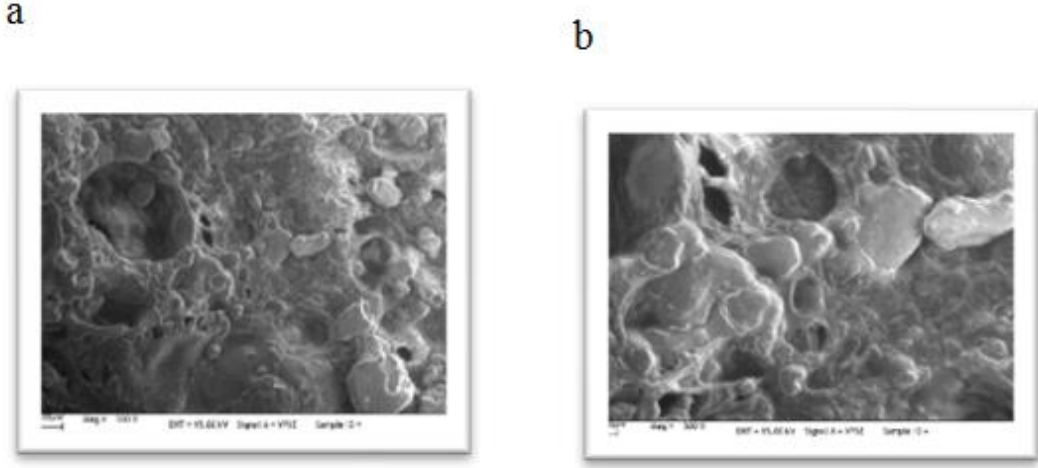
a



b



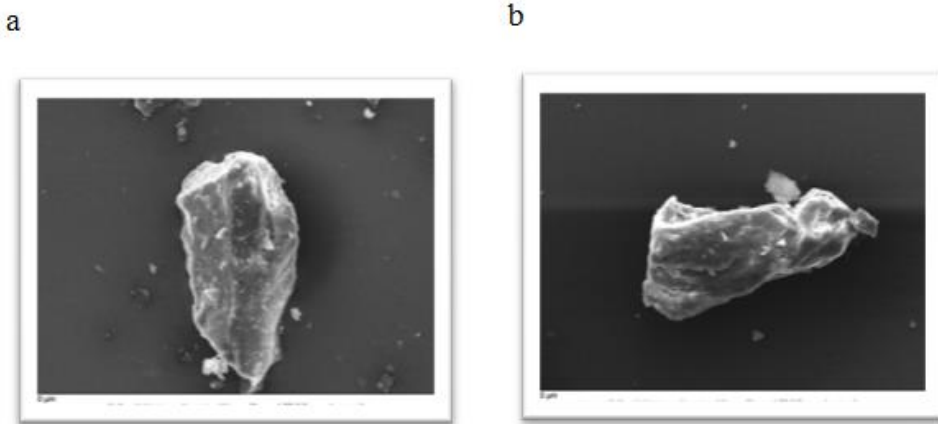
**Şekil 4.7.** %0.5 oranında MC kullanılan örneğe ait SEM görüntüleri a: 200x büyütme. b: 500x büyütme



**Şekil 4.8.** % 1 Oranında MC kullanılan örneğe ait SEM görüntüleri. a:200x büyütme. b: 500x büyütme.

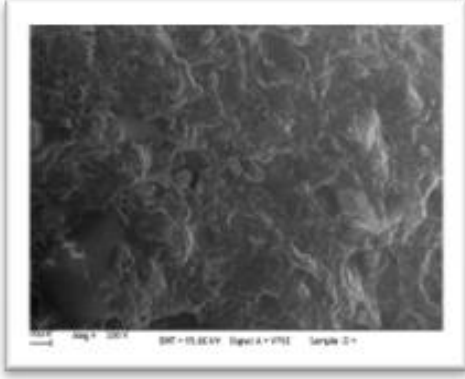
Şekil 4.7 ve 4.8’de sırası ile % 0.5 ve 1 oranında MC kullanılan örneklere ait SEM görüntüleri verilmiştir. Elde edilen görüntülerde jel benzeri yapılar olduğu gözlenmiştir. kontrol grubuna benzer şekilde MC kullanılan örneklerde de boşluklar belirlenmiştir.

Andres ve ark tarafından guar gam/Ksantan gam ve peynir altı suyu proteini kullanılarak üretilen tavuk sosislerinde gerçekleştirilen çalışmalarında da benzer şekilde boşluklar ve jel benzeri yapılar gözlemlendiği belirtilmiştir. [27].

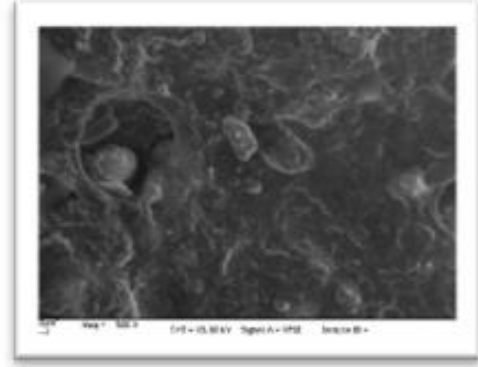


**Şekil 4.9.** PEK’e ait SEM görüntüleri. a: ısıtılmamış örnek. b: ısıtılmış örnek

a

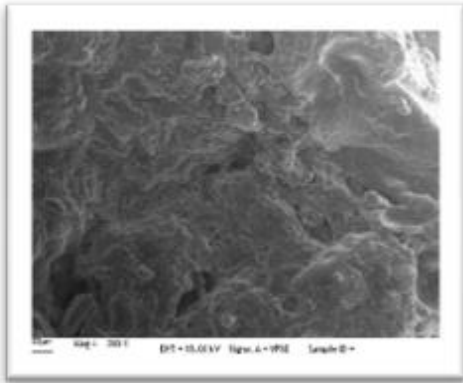


b

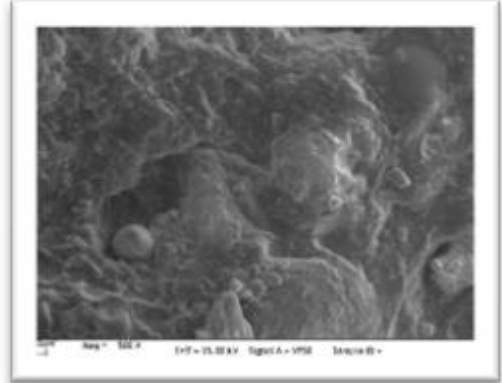


**Şekil 4.10.** %0.5 oranında PEK kullanılan örneğe ait SEM görüntüleri a: 200x büyütme. b: 500x büyütme

a



b



**Şekil 4.11.** %1 oranında PEK kullanılan örneğe ait SEM görüntüleri a: 200x büyütme. b: 500x büyütme

Şekil 4.10 ve 4.11’de sırası ile % 0.5 ve 1 oranında PEK kullanılan örneklere ait SEM görüntüleri verilmiştir. Pektin kullanılan örneklerden elde edilen sonuçlar incelendiğinde bu örneklerde daha sıkı bir yapının oluştuğu belirlenmiştir.

#### **4.2.9. Sosis Örneklerine Ait Termal Analiz Sonuçları**

Sosis örneklerinde 20-100°C aralığında gerçekleştirilen differansiyel taramalı kalorimetre (DTK) termogramlarında örneklere üretim esnasında uygulanan ısı işlemlerden dolayı endotermik ya da ekzotermik herhangi bir pike rastlanmamıştır.

Uygulanan ısı işlemler et proteinlerinin denatürasyonuna neden olarak yapı oluşumuna katkı sağlamaktadır.

Elde ettiğimiz sonuçlara göre (çizelge 4.16) kullanılan katkı maddeleri ürünlerin camsı geçiş sıcaklıklarını kontrole göre daha farklı şekillerde etkilemiştir. En yüksek camsı geçiş sıcaklığı değeri 0.5MC örneğinde bulunmuştur. Gerçekleştirilen farklı çalışmalarda örneklerin nem değerleri arttığında T<sub>g</sub> değerinin azaldığı belirtilmiştir [87].

Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre T<sub>g</sub> ile nem değerleri arasında benzer sonuçlara rastlanmıştır. Ürünlerin nem içerikleri ile camsı geçiş sıcaklıkları arasında gerçekleştirilen korelasyon analizinde korelasyon katsayısı -0.81 olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 4.16.** CMC, CM ve PEK kullanılan örneklerin camsı geçiş sıcaklığının değişimi.

Örnek	T <sub>g</sub>
Kontrol	-16.26
0.5CMC	-15.86
1CMC	-15.87
0.5MC	-15.50
1MC	-16.74
0.5PEK	-15.53
1PEK	-16.41

#### 4.2.10. Duyusal analiz sonuçları

**Çizelge 4.17.** CMC, MC ve PEK kullanılan sosis örneklerine ait duyusal analiz sonuçları

Örnek	Dış görünüş	Kesit görünüş/reng	Yapı	Tat/koku	Toplam kabul edilebilirlik
Kontrol	7.1 <sup>bc</sup>	7.3 <sup>b</sup>	7.0 <sup>bc</sup>	6.6 <sup>ab</sup>	6.9 <sup>b</sup>
0.5CMC	6.3 <sup>ab</sup>	5.9 <sup>a</sup>	5.8 <sup>ab</sup>	6.1 <sup>ab</sup>	5.9 <sup>a</sup>
1CMC	6.0 <sup>a</sup>	5.4 <sup>a</sup>	5.5 <sup>a</sup>	6.2 <sup>ab</sup>	5.7 <sup>a</sup>
0.5MC	7.7 <sup>c</sup>	7.7 <sup>b</sup>	6.3 <sup>abc</sup>	6.9 <sup>b</sup>	7.0 <sup>b</sup>
1MC	6.2 <sup>ab</sup>	5.8 <sup>a</sup>	5.6 <sup>a</sup>	5.7 <sup>ab</sup>	5.8 <sup>a</sup>
0.5PEK	7.3 <sup>c</sup>	7.1 <sup>b</sup>	7.2 <sup>c</sup>	6.6 <sup>ab</sup>	7.0 <sup>b</sup>
1PEK	5.6 <sup>a</sup>	5.3 <sup>a</sup>	5.1 <sup>a</sup>	5.6 <sup>a</sup>	5.4 <sup>a</sup>

a-f: Aynı sütundaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ( $p < 0.05$ )

10 panelist tarafından gerçekleştirilen duyusal analiz sonuçları çizelge 4.17’de verilmiştir.

Araştırmalarda elde edilen sonuçlara göre. % 0.5 oranında metilselüloz içeren örneğin yapı skoru kontrole göre düşük bulunurken diğer özellikleri kontrolden yüksektir. Ancak kontrol ile aralarında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamaktadır. Yağ oranı azaltılan örnekler arasında 1PEK örneği en düşük duyusal analiz puanlarına sahiptir. Benzer şekilde tekstür profil analizi sonuçlarında da en düşük değerler 1PEK örneğinde bulunmuştur. Toplam kabul edilebilirlik sonuçlarına baktığımızda kontrol grubuna en yakın sonuçları 0.5 MC ve 0.5PEK örnekleri vermiştir. Diğer örnekler kontrol ile karşılaştırıldığında daha az beğenilmiştir.

## 5. SONUÇ

Bu çalışma yağ ikame etkili maddeler kullanarak yağı azaltılmış et ürünlerinde iyileştirmeler yapılması amacıyla gerçekleştirilmiş ve bu durum elde edilen verilerle desteklenmiştir. Hidrokolloidlerin bu sayede ürünlerde daha sağlıklı ve daha az maliyetli üretim şekillerinin gelişmesine yardımcı olacağını düşünmekteyiz. Bu durumun aksi olarak sosislerde oluşan lezzet farklılıkları da ayrıca araştırılmalıdır.

Et ürünlerinde yağ oranı azaltılarak daha sağlıklı ürünlerin elde edilebilmesi amacıyla gerçekleştirilen çalışmalar son yıllarda yoğunlaşmıştır. Yağın azaltılması ile karşılaşılan kusurların giderilmesi amacıyla kullanılan çeşitli katkı maddeleri arasında hidrokolloidler benzersiz özellikleri nedeni ile tercih edilmektedir. Gerçekleştirilen çalışmada çeşitli hidrokolloidler farklı oranlar kullanılmış ve ürün kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Bunun yanı sıra yapının oluşumuna katkıda bulunan et proteinleri ile etkileşimleri de incelenmiştir. Eklenen hidrokolloidlerin et proteinlerinin denatürasyon sıcaklıklarında kaymalara neden olduğu belirlenmiştir. Bunun et proteinleri ile hidrokolloidler arasındaki bir etkileşimin göstergesi olduğu kabul edilmiştir. Bu etkileşim sayesinde düşük yağlı et ürünlerinde yapının oluşumuna katkıda bulunduğu düşünülmüştür. Üretilen sosislerin kalite özelliklerinden nem yağ ve protein içeriklerinin Et ve Et ürünleri Tebliğine uygun olduğu gözlenmiştir. Renk ve tekstür profil analizi sonuçları kontrol grubuna göre daha düşük bulunmasına rağmen, özellikle % 0.5 metil selüloz ve % 0.5 pektin içeren örneklerin duyusal analiz sonuçlarının kontrol grubuna oldukça yakın oldukları bulunmuştur. Çalışma kapsamında elde edilen bilgilerin gelecekte gerçekleştirilecek olan çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Kullanılan katkı maddelerinin bir arada kullanımlarının et proteinleri ile etkileşimleri ve ürünlerin kalite özelliklerini üzerine etkileri incelenerek çalışma genişletilebilir.

Katkı maddelerinin TEF değerlerinde kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum ise pektin haricindeki hidrokolloid örneklerinin oranı artırıldıkça TEF değerinin azaldığını görmekteyiz. Ancak pişme verimliliğine bakıldığında ise TEF değerleri yüksek olanlarda düşük olmamıştır. Bu durum ise bize TEF değerini yüksek tutma olanağı sağlamıştır.

Ayrıca su tutma kabiliyetlerinde ise aykırı bir durumla karşılaşmamaktayız. Bazı hidrokolloidlerin diğerlerine göre farklı şekillerde tepki vermesi gözlemlenmiştir. Bu

durum çok fazla etki göstermemektedir. Bu durumdaki en yüksek kapasiteyi %1 ile pektin göstermiştir.

Yüzde nem seviyeleri ölçülen örneklerde ise beklenen değerlerin altında olması hidrokolloidlerin yapılarında su bulundurma kabiliyetlerinin farklılık göstermesinden kaynaklı olduğu düşünülmüştür.

Ürünlerin kırmızılık derecelerine ve sarılık derecelerine bakıldığında ise depolama ayrı bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Depolama süresi arttıkça kırmızılığın azaldığı ve sarılığın arttığı gözlemlenmiş olup durum raporlarla desteklenmiştir.

Katkı maddeli ürünlerdeki sertlikler incelendiğinde ise sertliğin katkı maddesi içermeyen maddelere göre azaldığı gözlemlenmiştir.

Örneklerin bağlayıcılıkları incelendiğinde ise sadece 1CMC örneğinin bağlayıcılık derecesinde azalma görülmemiştir. Sertlikteki değerlerde de olduğu gibi 1PEK örneği yine bağlayıcılıkta azalma görülmüştür. Bağlayıcılık esas alındığında kontrol grubunda azalma gözlenirken katkı maddeli ürünlerde ise belirgin artışlar dikkatimizi çekmiştir.

Yine çiğnenebilirlik kontrol edildiğinde en düşük değer 1 PEK maddeli üründe ortaya çıkmıştır. Katkı maddesinin çiğnenebilirliğe etkisi ise negatif yönde olmuştur. Depolama süresine bakıldığında ise yine azalma gözlemlenmiştir. Ancak 0.5CMC örneğinde çok önemli derecede bir azalma görülmemiştir.

Yine yapılan çalışmamızın sonuçlarından biride yağ oranı azaltılan ürünlerin protein yararlanımlarının normale göre daha düşük olmasıdır. Protein yararlanımları azalması katkı maddeleri için negatif bir etmendir.

Bu tezle birlikte düşük yağ içerikli sosislerin üretiminde farklı hidrokolloidlerin kullanımı incelenmiştir. Kullanılan hidrokolloidlerinden pektin içeren ürünler yapının daha iyi oluşmasına katkıda bulunmuştur. Çalışma farklı hidrokolloidlerin kullanımını ve proteinlerle etkileşimin incelenmesinden dolayı ileride gerçekleştirilecek çalışmalara temel oluşturabilecek niteliktedir.

Hidrokolloidler üzerinde yapılan farklı çalışmalara nazaran bu çalışmanın amacı etler üzerindeki ve yağı bol bulunan sosisler üzerindeki etkilerine değinilmiştir. Sosislerdeki yağ oranının yüksek olması ve bu durumun hem depolama hem de tüketim tarihleri bakımından sıkıntı yaratacağı düşünülürse hidrokolloidlerin bu

duruma karşı vereceği tepkiler son derece önemlidir. Hidrokolloidlerin etkisi sosislere sağlık ve depolama açılarından katkı sağlayacak ve kalitelerini artıracaktır.



## KAYNAKÇA

- [1]. Canbulat, Z., Özcan. T. Bebek mamaları ve çocuk ek besinlerinde *Lactobacillus rhamnosus* GG kullanımını sağlık üzerine etkileri. *Uludağ Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi* 21, 1 69, 79, **2007**.
- [2]. Jiménez-Colmenero, F., Carballo, J., Cofrades S., Healthier meat and meat products: their role as functional foods, *Meat Science*, 59, 5–13, **2001**.
- [3]. Chizzolini, R., Zanardi, E., Dorigoni, V., Ghidini, S., Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products, *Trends in Food Science and Technology*, 10, 119–128, **1999**.
- [4]. Cierach, M., Modzelewska-Kapituła, M., Szaciło, K., The influence of carrageenan on the properties of low-fat frankfurters, *Meat Science*, 82, 295, 299, **2009**.
- [5]. Jiménez Colmenero, F., Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products, *Trends in Food Science & Technology*, 11, 56-66, **2000**.
- [6]. Reiser, R., Oversimplification of Diet - Coronary Heart-Disease Relationships and Exaggerated Diet Recommendations. *American Journal of Clinical Nutrition*. 31, 5, 865, 875, **1978**.
- [7]. Öztan, A., *Et bilimi ve Teknolojisi*, Genişletilmiş 4. Baskı, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları, ISBN: 975-395-632-0, Ankara, **2008**.
- [8]. Rakosky, J., Soy products for the meat industry. *J. Agric. Food Chem.*, 18, 6, 1005-1009, **1970**.
- [9]. Gökalp, H.Y., Kaya, M., Zorba, Ö., *Et Ürünleri İşleme Mühendisliği*, Atatürk Üniv. Yayın, 786, Erzurum, **1994**.
- [10]. Reiser, R., *Oversimplification of Diet - Coronary Heart-Disease Relationships and Exaggerated Diet Recommendations*. *American Journal of Clinical Nutrition*, 31, 5, 865, 875, **1978**.
- [11]. Grundy, S. M., Cholesterol and Coronary Heart-Disease - a New Era. *Jama-Journal of the American Medical Association*, vol. 256, 20, 2849-2858, Nov 28, **1986**.
- [12]. Khosla, P., Hayes, K.C., Comparison between the Effects of Dietary Saturated (16-0), Monounsaturated (18-1), and Polyunsaturated (18-2) Fatty-Acids on Plasma-Lipoprotein Metabolism in Cebus and Rhesus-Monkeys Fed Cholesterol-Free Diets. *American Journal of Clinical Nutrition*, 55, 1, 51-62, **1992**.
- [13]. Eilert, S.J., Blackmer, D.D., Mandigo, R.W., Calkins, C.R., Meat batters manufactured with modified beef connective tissue, *Journal of Food Science*, 58, 4, 691–696, **1993**.
- [14]. Leteleir, V., Kastner, C.L., Kenney, P.B., Kropf, D.H., Hunt, M.C., Garcia Zepeda, C.M., Flaked sinew addition to low-fat cooked salami, *Journal of Food Science*, 60, 2, 245–249, **1995**.
- [15]. McMIndes, M.K., Applications of isolated soy protein in low fat meat products, *Food Technology*, 45, 12, 61–64, **1991**.

- [16]. Candogan, K., Kolsarici, N., The effects of carrageenan and pectin on some quality characteristics of low-fat beef frankfurters, *Meat Science* 64, 199–206 **2003**.
- [17]. Garcia-Garcia, E., Totosaus, A., Low-fat sodium-reduced sausages: Effect of the interaction between locust bean gum, potato starch and  $\kappa$ -carrageenan by a mixture design approach, *Meat Science*, 78, 406–413 **2008**.
- [18]. Cengiz, E., Gokoglu, N., Changes in energy and cholesterol contents of frankfurter-type sausages with fat reduction and fat replacer addition, *Food Chemistry*, 91, 443, 447, **2005**.
- [19]. Andrès, S., Zaritzky, N., Califano, A., The effect of whey protein concentrates and hydrocolloids on the texture and colour characteristics of chicken sausages, *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 954, 961, **2006**.
- [20]. Beriain, M.J., Gómez, I., Petri, E., Insausti, K., Sarriés, M.V., Beriain, M.J., Gómez, I., Petri, E., Insausti, K., Sarriés, M.V., The effects of olive oil emulsified alginate on the physico-chemical, sensory, microbial, and fatty acid profiles of low-salt, inulin-enriched sausages, *Meat Science*, 88, 189–197, **2011**.
- [21]. Ayo, J., Carballo, J., Serrano, J., Olmedilla-Alonso, B., Ruiz-Capillas, C., Jiménez-Colmenero, F., Effect of total replacement of pork backfat with walnut on the nutritional profile of frankfurters, *Meat Science*, 77, 173–181, **2007**.
- [22]. Özvural, E.B., Vural, H., Gökbulut, I., Özbas, O.O., Utilization of brewer's spent grain in the production of Frankfurters, *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 1093-1099, **2009**.
- [23]. Hu, F.B., Rimm, E.B., Stampfer, M.J., Ascheiro, A., Spiegelman, D., Willet, W.C., Prospective study of major dietary patterns and risk of coronary heart disease in men, *American Journal of Clinical Nutrition*, 72, 912–921, **2000**.
- [24]. Totosaus, A., Alfaro-rodriguez, R. H. and Pérez-chabela, M. L., Fat and sodium chloride reduction in sausages using  $\kappa$ -carrageenan and other salts, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 55, 5, 371-380, **2009**.
- [25]. Mishra, S., B. Mann, and V.K. Joshi, Functional improvement of whey protein concentrate on interaction with pectin. *Food Hydrocolloids*, 15, 1, 9-15, **2001**.
- [26]. Smith, J.L., Alford, J.A., Action of microorganisms on the peroxides and carbonyls of rancid fat, *Journal of Food Science*, 33, 1, 93–97, **1968**.
- [27]. Andres, S.C., Garcia, M.E., Zaritzky, N.E., Califano, A.N., Storage stability of low-fat chicken sausages, *Journal of Food Engineering* 72, 311, 319, **2006**.
- [28]. Yerlikaya, P., Gökoğlu, N., Et ve Ürünlerinde Yağ Oranını Azaltma Stratejileri, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, **2006**.
- [29]. Karabaş, G., Ertaş, H., Ayçiçek Yağı İle Frankfurter Tipi Sosis Üretimi Üzerinde Araştırma, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22, 235, 240, **2006**.
- [30]. Yaralı, A., Öztan, A., Et Sanayiinde Kullanılan Farklı Hidrokolloidlerin Tekstür Ve Renk Özellikleri Üzerine Etkisi, *Türkiye 9.Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs 2006*.

- [31]. Sungur, B., Hidrokolloidlerin Dondurulmuş Ekmek Hamurunun Kalitesi ve Stabilitesi Üzerine Etkileri, *Türkiye 9.Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs 2006*.
- [32]. [http://www.food.hacettepe.edu.tr/turkish/ouyeleri/gmu428/bilesenler\\_1.pdf](http://www.food.hacettepe.edu.tr/turkish/ouyeleri/gmu428/bilesenler_1.pdf)
- [33]. [http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/gida/moduller/re cel\\_uretimi.pdf](http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/gida/moduller/re cel_uretimi.pdf)
- [34]. Elnawawi, S. A., Shehata, F. R., Extraction of Pectin from Egyptian Orange Peel - Factors Affecting the Extraction, *Biological Wastes* 20, 4, 281, 290, **1987**.
- [35]. Kliemann, E., Simas, E. R., Amante, E. S., Prudencio, R. F., Teofilo, M. M., Ferreira, C., Amboni, R. D. M. C., Optimisation of Pectin Acid Extraction from Passion Fruit Peel (*Passiflora Edulis Flavicarpa*) Using Response Surface Methodology, *International Journal of Food Science and Technology* 44, 3, 476, 483, **2009**.
- [36]. Thakur, B.R., Singh, R.K., Handa, A.K, Chemistry and uses of pectin - A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 37,1, 47-73, **1997**.
- [37]. Cemeroğlu, B., Acar, J., Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi , *Gıda Teknolojisi Derneği Yayın*, 6 Ankara, 343-347, **1986**.
- [38]. Forni, E., Penci, M., Polesello, A., A preliminary Characterization of Some pectins from Quince Fruit and Prickly Pear, *Carbohydrate Polymers*, 23, 4, 231- 234 **1994**.
- [39]. Iijima, M., K. Nakamura, T., Hatakeyama, H., Hatakeyama, Phase Transition of Pectin with Sorbed Water, *Carbohydrate Polymers* 41, 1, 101-106, **2000**.
- [40]. Iijima, M., Hatakeyama, T., Nakamura, K., Hatakeyama, H., Effect of Annealing on Calcium Pectin Gel Formation by Thermomechanical Analysis, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 70, 3, 815-824, **2002**.
- [41]. Einhorn-Stoll, U., Kunzek, H., Dongowski, G., Thermal analysis of chemically and mechanically modified pectins. *Food Hydrocolloids*, 21,7, 1101-1112, **2007**.
- [42]. Ibanoglu, E., Effect of hydrocolloids on the thermal denaturation of proteins. *Food Chemistry*, 90, 4, 621-626, **2005**.
- [43]. Kella, N. K. D., Kinsella, J. E., Enhanced thermodynamic stability of b-lactoglobulin at low pH. *Biochemistry Journal*, 255, 113–118, **1988**.
- [44]. Yaşar F., Arslan N., Portakal Kabuğu Selülozundan Elde Edilen Karboksümetil Selülozun Reolojik Davranışı, *Yedinci Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi*, 5-Eylül, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, **2006**.
- [45]. Biswal, D.R., Singh, R.P. Characterisation of carboxymethyl cellulose and polyacrylamide graft copolymer. *Carbohydrate Polymers*, 57, 4, 379-387. **2004**.
- [46]. Almasi, H., Ghanbarzadeh, B., Entezami, A.A. Physicochemical properties of starch-CMC-nanoclay biodegradable films. *International Journal of Biological Macromolecules*, 46, 1, 1-5. **2010**.

- [47]. El-Sayed, S., Mahmoud, K. H., Fatah, A. A., Hassen, A., Dsc, Tga and Dielectric Properties of Carboxymethyl Cellulose/Polyvinyl Alcohol Blends, *Physica B-Condensed Matter*, 406, 21, 4068-4076, **2011**.
- [48]. Konuklar, M., *Kağıt Eserlerin Korunmasında Yeni Yöntem Araştırılması*, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2011**.
- [49]. Kiraz, M. N., *Kâğıt Konservasyonunda Kullanılan Yapıştırıcılar*, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi, Art sanat,1, **2014**
- [50]. Preiss, J., Modulation of starch synthesis, In A Molecular Approach to Primary Metabolism in Higher Plants, eds, Christine H. Foyer and W. Paul Quick, Taylor & Francis, **1998**.
- [51]. Tester, R.F., Karkalas, J., Qi, X., Starch structure and digestibility enzyme-substrate relationship. *Worlds Poultry Science Journal*, 60, 2, 186-195. **2004**.
- [52]. Kubota, K., Hosokawa, Y., Suzuki, K., Hosaka, H., Studies on the Gelatinization Rate of Rice and Potato Starches. *Journal of Food Science*, 44,5, 1394-1397, **1979**.
- [53]. Tian, Y. Q., Xu, X. M., Xie, Z. J., Zhao, J. W., Jin, Z. Y., Starch retrogradation determined by differential thermal analysis (DTA). *Food Hydrocolloids*, 25, 6, 1637-1639, **2011**.
- [54]. Svegmak, K., Helmersson, K., Nilsson, G., Nilsson, P. O., Andersson, R., Svensson, E., Comparison of potato amylopectin starches and potato starches - influence of year and variety. *Carbohydrate Polymers*, 47, 4, 331-340, **2002**.
- [55]. [http://95.9.113.117/ders\\_notlari/gida/lab\\_dersnot/NISASTA\\_TAYINI.pdf](http://95.9.113.117/ders_notlari/gida/lab_dersnot/NISASTA_TAYINI.pdf) (mart **2009**)
- [56]. Verbeken, D., Neirinck, N., Van Der Meeren, P., Dewettinck, K., Influence of kappa-carrageenan on the thermal gelation of salt-soluble meat proteins. *Meat Science*, 70, 1, 161-166, **2005**.
- [57]. Amako, D. E. N., Xiong, Y. L. L., Effects of carrageenan on thermal stability of proteins from chicken thigh and breast muscles. *Food Research International*, 34, 2,3, 247-253, **2001**.
- [58]. DeFreitas, Z., Sebranek, J. G., Olson, D. G., Carr, J. M., Carrageenan effects on thermal stability of meat proteins. *Journal of Food Science*, 62, 3, 544-547, **1997**.
- [59]. Ramirez, J. A., Barrera, M., Morales, O. G., Vazquez, M., Effect of xanthan and locust bean gums on the gelling properties of myofibrillar protein. *Food Hydrocolloids*, 16, 1, 11-16, **2002**.
- [60]. Li – Yeh, J.Y-A., Functions Of Starch In Formation Of Starch/Meat Composite During Heating, *Journal Of Texture Studies*, 33, 341-366, **2002**.
- [61]. Chen-Xu-Wang, H.H.-S.Y.-Z., Interaction Between Flaxseed Gum And Meat Protein, *Journal Of Food Engineering* 80, 1051-1059, **2007**.
- [62]. Hachmeister- Herald, K.A.-T.J., Thermal And Rheological Properties And Textural Attributes Of Reduced-Fat Turkey Batters, *Poultry Science*, 77, 632–638, **1998**.

- [63]. Kurozawa- Park- Hubinger, L.E.- K.J.-M.D., Effect Of Maltodextrin And Gum Arabic On Water Sorption And Glass Transition Temperature Of Spray Dried Chicken Meat Hydrolysate Protein, *Journal Of Food Engineering*, 91, 287-296, **2009**.
- [64]. Akkose- Aktaş, A.-N., Determination Of Glass Transition Temperature Of Beef And Effects Of Various Cryoprotective Agents On Some Chemical Changes, *Meat Science*, 80, 875–878, **2008**.
- [65]. Morin L.A., Temelli F., McMullen L., Interactions Between Meet Proteins and Barley  $\beta$ -glucan within a Reduced-fat Breakfast Sausage System, *Meat Science*, Vol 68. **2004**.
- [66]. Skoog, D.A., Leary, J.J., Principles Of Instrumental Analysis, *Saunders College Publishing*, 568-577, Usa, **2001**.
- [67]. Yıldız, A., Genç, Ö., Bektaş, S., *Enstrümantal Analiz Yöntemleri*, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 273-284, Ankara. **1997**.
- [68]. Yorulmaz,E., Schiff Bazlarının Termal Yöntemlerle İncelenmesi, *Ankara Üniversitesi Bilimsel Arastırma Projeleri*, Ekim **2005**
- [69]. Tuğrul, T., İnrümantal Analiz. *Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi*, 101-117, Ankara, **1995**.
- [70]. Şimşek,A., Kızartma Yağlarının Kararlılığı Ve Termal Yöntemler İle Kalitesinin Belirlenmesi, *Çukurava Üniversitesi Kimya Mühendislik Fakültesi Doktora Tezi*, **2008**.
- [71]. Zhou, W.W., Meng, L., LI, X., Ma, L., Dai, R., Effect of the interaction between carrageenan, gellan gum and flaxseed gum on quality attributes of starch-free emulsion-type sausage, *Journal of Muscle Foods*, 21, 255–267, **2010**.
- [72]. Vural, H., Öztan, A., *Et ve Ürünleri Kalite Kontrol Laboratuvarı Uygulama Kılavuzu*, Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, 36, Ankara, **1996**.
- [73]. Ulu, H., Evaluating of three 2-thiobarbituric acid methods for the measurement of lipid oxidation in various meats and meat products, *Meat Science*, 67, 683-687, **2004**.
- [74]. Pikul, J., Leszczynski, D.E., Kummerow, F., Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37, 1309-1313, **1989**.
- [75]. Fareham ,H., Anonymous, Texture Analyser User Manuel. 'Warner Bratzler Shear Blade Set' Instructions. Ametek Lloyd Instruments Ltd, UK, **2003**.
- [76]. Zayas, J.F., Lin, C.S., Corn germ protein in frankfurters; textural, color and sensory characteristics and storage stability, *Journal of Food Quality*, 12, 283-289, **1989**.
- [77]. Zayas, J.F., Lin, C.S., Quality characteristics of frankfurters containing corn germ protein, *Journal of Food Science*, 53, 1587-1591, **1988**.
- [78]. Öztan, A., Vural H., Sığır etinde su tutma kapasitesi ve serbest su oranı değişimi üzerine bir araştırma, *Gıda*, 18, 1, 29-33, **1993**.

- [79]. Özvural, E.B., Vural, H., Utilization of interesterified oil blends in the production of frankfurters, *Meat Science*, 78, 211-216, **2008**.
- [80]. Crehan, C.M., Hughes, E., Troy, D.J., Buckley, D.J., Effects of fat level and maltodextrin on the functional properties of frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat, *Meat Science*, 55, 463–469, **2000**.
- [81]. Luruena-Martinez, M. A., Vivar-Quintana, A. M., Revilla, I., Effect of locust bean/xanthan gum addition and replacement of pork fat with olive oil on the quality characteristics of low-fat frankfurters. *Meat Science*, 68, 3, 383-389, 2004.
- [82]. Georgantelis, D., Ambrosiadis, I., Katikou, P., Blekas, G., Georgakis, S.A., Effect of rosemary extract, chitosan and a tocopherol on microbiological parameters and lipid oxidation of fresh pork sausages stored at 4°C, *Meat Science*, 76, 172–181, **2007**.
- [83]. Almandos, M.E., Giannini, D.H., Ciarlo, A.S., Boeri, R.L., Formaldehyde as an interference of the 2-thiobarbituric acid test, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37, 1, 54–58, **1986**.
- [84]. Greene, B. E., Cumuze, T. H., Relationship between Tba Numbers and Inexperienced Panelists Assessments of Oxidized Flavor in Cooked Beef. *Journal of Food Science*, 47, 1, 52, **1982**.
- [85]. Yu, P., Christensen, C.R., Christensen, D.A., McKinnon, J.J., Ultrastructural-chemical makeup of yellow- (Brassica Rapa) and brown- Seeded (Brassica Napus) canola within cellular dimensions, explored with synchrotron reflection FTIR microspectroscopy, *Canadian Journal Plant Science*, 85, 533-541, **2005**.
- [86]. Li J.Y., Yeh A., Functions of starch in formation of starch/meat composite during heating, *Journal of Texture Studies*, 33, 341-366, **2002**.
- [87]. Kurozawa, L.E., Park, K.J., Hubinger, M.D., Effect of maltodextrin and gum arabic on water sorption and glass transition temperature of spray dried chicken meat hydrolysate protein, *Journal of Food Engineering*, 91, 287-296, **2009**.

# ÖZGEÇMİŞ

## Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı : Reza Jafarzadeh Yadegari

Doğum Yeri : IRAN / NAGHADEH

Medeni Hali : Bekar

E-posta : jreza63@gmail.com

Adresi : 2. Etap, 1419 cadde izoser residence no:4, Eryaman, Etimesgut /  
ANKARA

## Eğitim

Lisans : AZAD University of IRAN, Ziraat Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans : Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

## Yabancı Dil ve Düzeyi

Türkçe (iyi) ,İngilizce (iyi), Farsça (ikinci ana dil) Azerice (ana dil)

## İş Deneyimi

## Deneyim Alanları

## Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi

Sosis Üretiminde Kullanılan farklı Hidrokolloidlerin Termal Özellikleri ve Ürün Kalitesi Üzerine Etkisi, Hacettepe Üniversitesi, Bilimsel Araştırmalar Birimi Projesi, Bütçe: 34235 TL.

## Tezden Üretilmiş Yayınlar

**Tezden Üretilmiş tebliği ve/veya poster sunumu ile katıldığı toplantılar**

FOOD ANALYSIS CONGRESS, Select Bio, BARCELONA/SPAIN, Oct2014