

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**PÜSKÜRTMELİ KURUTMA YÖNTEMİ İLE KEMİK SUYU TOZU
ÜRETİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YELİZ KARA

DENİZLİ, EYLÜL - 2017

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**PÜSKÜRTMELİ KURUTMA YÖNTEMİ İLE KEMİK SUYU TOZU
ÜRETİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YELİZ KARA

DENİZLİ, EYLÜL - 2017

KABUL VE ONAY SAYFASI

YELİZ KARA tarafından hazırlanan “PÜSKÜRTMELİ KURUTMA YÖNTEMİ İLE KEMİK SUYU TOZU ÜRETİMİ” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 25.09.2017 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Yrd.Doç.Dr.Haluk ERGEZER



Üye
Prof.Dr.Oğuz GÜRSOY
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
Üye
Yrd.Doç.Dr.İlyas ÇELİK
Pamukkale Üniversitesi
Üye
Yrd.Doç.Dr.Haluk ERGEZER
Pamukkale Üniversitesi





Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 25/10/2017 tarih ve 42/11-2.. sayılı kararıyla onaylanmıştır.



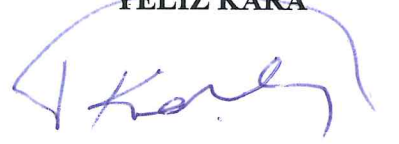
Prof. Dr. Uğur YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**Bu tez alışması Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri
Koordinatörlüğü tarafından 2014 FBE 071 nolu proje ile desteklenmiştir.**

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

YELİZ KARA



ÖZET

PÜSKÜRTMELİ KURUTMA YÖNTEMİ İLE KEMİK SUYU TOZU ÜRETİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
YELİZ KARA

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: YRD.DOÇ.DR.HALUK ERGEZER)

DENİZLİ, EYLÜL - 2017

Bu çalışmanın amacı püskürtmeli kurutucu ile kemik suyu tozu üretmektir. Bu amaçla öncelikle ilikli kemikler (*osFemur* ve *osHumerus*) kaynatılarak kemik suyu elde edilmiştir. Kemik sularına %20 maltodekstrin ve %20 peynir altı suyu protein izolatu ve %10 maltodekstrin ile %10 peynir altı suyu protein izolatu birlikte ilave edilerek 3 farklı emülsiyon oluşturulmuştur. Emülsiyonlar 185°C giriş sıcaklığına 95°C çıkış sıcaklığına sahip püskürtmeli kurutucuya beslenmiştir. Elde edilen kemik suyu tozlarına bileşim analizleri (nem, yağ, protein, kül) ve ıslanabilirlik, dağılıbilirlik gibi toz ürünlerin özelliklerini belirlemede kullanılan analizler yapılmıştır. Ayrıca toz ürünlerinde bileşim analizleri gerçekleştirilmiştir. Ardından toz ürünler -18°C de 3 aylık depolamaya tabi tutulmuştur. Depolama sonunda ise yapılan; nem, oksidasyon, enzimatik olmayan esmerleşme indeksi, renk, titre edilebilir asitlik ve pH analizlerinin sonuçları değerlendirilmiştir. Kemik suyu tozu üretiminde en iyi kaplama materyalinin peynir altı suyu tozu olduğu tespit edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: kemik suyu, enkapsülasyon, püskürtmeli kurutucu

ABSTRACT

PRODUCTION OF BONE BROTH POWDER WITH SPRAY DRYING

MSC THESIS

YELİZ KARA

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR:ASST.PROF.HALUK ERGEZER)

DENİZLİ, SEPTEMBER 2017

The objective of this study is the production of bone broth powder using a spray-dryer. For this purpose, firstly marrow-containing bones (*Os femur* and *Os humerus*) have been simmered to get bone broth. Three different emulsions were created by adding (1) 20% maltodextrin, (2) 20% whey powder as well as (3) 10% maltodextrin combined with 10% whey powder to the bone broth. The emulsions were dried using a spray-dryer with 185°C inlet temperature and 95°C outlet temperature. Various analyses, which are commonly used to detect the characteristics of powder materials, have been performed with the created bone broth powders: e.g. compound analyses (moisture, fat, protein, ash) as well as wettability and diffusivity analyses. Furthermore, compound analysis was performed on the powdered products. Subsequently, the powdered products were stored for a period of 3 months at -18°C. Following the storage period, analyses of moisture, oxidation, non-enzymatic browning index, color, titratable acidity and pH were performed and the results of these analyses were assessed. The results showed that the best encapsulation material in the production of bone broth powder is whey powder.

KEYWORDS: bone broth, encapsulation, spray-dryer

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vi
ÖNSÖZ	vii
1.GİRİŞ	1
2.KEMİK	3
2.1Kemik İliği.....	5
2.2.Kıkırdak	6
2.3.Kollajen	7
2.4.Jelatin	7
2.5.Mineral	9
2.6.Kemik Suyu	9
3.KEMİK SUYUNUN SAĞLIK AÇISINDAN FAYDALARI	11
4.ENKAPSÜLASYON	13
4.1. Kaplama Materyalleri	14
4.2. Peynir Altı Suyu Protein İzolatı.....	16
4.3.Maltodekstrin	16
5.GIDALARIN KURUTULMASI	18
5.1.Püskürtmeli Kurutucular	19
6.GIDALARIN KURUTULMASINDA PÜSKÜRTMELİ KURUTUCUNUN KULLANIMINA YÖNELİK ÇALIŞMALAR	21
7.MATERYAL VE YÖNTEM	28
7.1 Materyal.....	28
7.2 Yöntem	28
7.2.1 Püskürtmeli Kurutucu	28
7.2.2 Kemik Suyu Tozu Üretimi	28
7.2.3 Kemik Suyu ve Kaplama Materyalleri İle Emülsiyon Hazırlama	30
7.2.4 Kemik Suyu Tozuna Uygulanan Analizler	33
7.2.4.1 Bileşim Analizleri	33
7.2.4.2 Su Aktivitesi Tayini	33
7.2.4.3 Renk Tayini	33
7.2.4.4 Partikül Büyüklüğü Tayini	33
7.2.4.5 Rekonsitütasyon Özellikleri	34

7.2.5 Depolama Süresince Yapılan Analizler	35
7.2.5.1 Nem Tayini	35
7.2.5.2 Oksidasyon Derecesi (TBA Analizi).....	35
7.2.5.3 Enzimatik Olmayan Esmerleşme İndeksi (EOEİ).....	36
7.2.5.4 Renk.....	37
7.2.5.5 Titre Edilebilir Asitlik Tayini ve pH Analizi	37
8.BULGULAR	38
8.1 Kemik Suyu Tozu Üretimi	38
8.2 Kemik Suyu Tozu Analiz Sonuçları.....	38
8.2.1 Kemik Suyu Tozu Örneklerinin Kimyasal Kompozisyonu	38
8.2.2 Kemik Suyu Tozu Örneklerinin pH ve Su Aktivitesi	40
8.2.3 Kemik Suyu Tozlarının Islanabilirlik, Dağılabilirlik, Çİ Değerleri	41
8.2.4 Kemik Suyu Tozlarının Partikül Büyüklüğü Tayini	42
8.3. Kemik Suyu Tozlarının Depolama Süresince Yapılan Analiz Sonuçları.....	45
8.3.1 Titre Edilebilir Asitlik ve pH	45
8.3.2 TBA Tiabarbütirik Asit Analizi	48
8.3.3 Enzimatik Olmayan Esmerleşme İndeksi (EOEİ).....	50
8.3.4 Renk Değerleri	52
8.3.4.1 (L değeri).....	52
8.3.4.2 Renk (a * değeri).....	53
8.3.4.3 Renk (b * değeri).....	54
8.3.5. Nem	55
9.SONUÇ VE ÖNERİLER	56
10. KAYNAKLAR	59
10. ÖZGEÇMİŞ	64

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 : Uzun kemiklerin iç, gövde ve uç kısımlarının olduğu bölgeler	5
Şekil 2.2 : Femur kemiğinin ayrıntılı görünümü	6
Şekil 4.1: Farklı tiplerde mikrokapsül morfolojileri	14
Şekil 7.1: Kemik suyu tozu üretimine ait deneme deseni	30
Şekil 7.2: Kemik suyu tozu üretimi akım şeması	32
Şekil 8.1: Kemik suyu tozlarının FESEM taramalı elektron mikroskobu görüntüleri	43
Şekil 8.2: Kemik suyu tozlarının FESEM taramalı elektron mikroskobu görüntüleri	44



TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 : Büyükbaş hayvanların uzun kemiklerin farklı kısımlarına ait kimyasal kompozisyon	4
Tablo 2.2 : Jelatinin amino asit profili	8
Tablo 8.1: Kemik suyu tozlarının kimyasal kompozisyonu	38
Tablo 8.2 : Kemik suyu tozu pH ve a_w değerleri	40
Tablo 8.3 : Kemik suyu tozlarının ıslanabilirlik dağılıbilirlik değerleri	41
Tablo 8.4: Kemik suyu tozlarının titrasyon asitliği	46
Tablo 8.5: Kemik suyu tozlarının pH değerleri.....	47
Tablo 8.6: Kemik suyu tozlarının TBA (450 nm) değerleri.....	49
Tablo 8.7: Kemik suyu tozlarının Eİ değerlerinin değişimi	50
Tablo 8.8: Kemik suyu tozlarının renk (L) değerlerinin değişimi	52
Tablo 8.9: Kemik suyu tozlarının renk (a) değerlerinin değişimi	53
Tablo 8.10: Kemik suyu tozlarının renk (b) değerlerinin değişimi	54
Tablo 8.11: Kemik suyu tozlarının nem değerlerinin değişimi	55



ÖNSÖZ

Bu çalışmada püskürtmeli kurutucu ile kemik suyu tozu üretilmiştir. Bu amaçla ilikli kemikler (*femur* ve *humerus*) kaynatılarak kemik suyu elde edilmiştir. Elde edilen kemik suyu peynir altı suyu protein izolatu ve maltodekstrin ile enkapsüle edildikten sonra püskürtmeli kurutucu ile kurutulmuştur. Elde edilen toz ürünlere bileşim analizleri (nem, protein, yağ, kül gibi) yapılmış ve toz ürünlere ait özellikler araştırılmıştır.

Lisansüstü eğitimim boyunca beni yüreklendiren, bilgi ve tecrübeleriyle, sabırla yol gösteren kıymetli hocam Yrd.Doç.Dr.Haluk ERGEZER'e, Tülin ERGEZER'e, çalışmam boyunca her konuda yardımcı olan sayın hocam Doç.Dr.Ramazan GÖKÇE'ye, laboratuvar analizleri boyunca yardımını esirgemeyen hocam Araş.Gör.Dr. Engin DEMİRAY'a, arkadaşım Gıda Yüksek Müh. Tolga AKCAN'a,

Bugüne kadar beni her anlamda destekleyen aileme, sevgili eşim Ömer GÖCEN'e ve hayat boyu öğretmenim olan ablam Deniz KARA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

1. GİRİŞ

Tarih boyunca Türkler karakteristik olarak konar göçer yaşam biçimine sahip olmuştur. Bu durum coğrafi nedenlere bağlı olmakla birlikte Türklerin, özgürlüğüne düşkün bir toplum olmasından ve geçimlerini hayvancılıkla sağlamalarından da kaynaklanmaktadır. Konar göçer yaşam biçimi; yeni ve geniş meralara ulaşma imkanı sunarak hayvancılığın gelişmesine katkı sağlamıştır. Bu durum hayvansal gıda ağırlıklı, özellikle et tüketiminin geniş paya sahip olduğu bir beslenme profilini ortaya çıkarmıştır. Elbette bu durum hayvansal gıdaları bozulmadan muhafaza etme gerekliliğini de beraberinde getirmiştir.

Hayvansal gıdaların taze bir şekilde muhafaza edilebilmesi ve taşınabilmesi için bazı önlemler alınmıştır. Örneğin etlerin muhafazasında; tuzlama, çemenleme ve kurutma gibi yöntemler geliştirilmiştir. Yine göç esnasında atların terkisinde muhafaza edilen et, suyunu kaybederek bugün pastırma olarak tüketilen et ürününün temelini oluşturmaktadır. Büyükbaş hayvanlara ait bağırsaklar, yarı geçirgen zarları sayesinde doğal bir gıda ambalajı olmuştur.

Günümüzde nasıl ki hayvanların sesi ve nefesi hariç her bir organı, eti, kemiği değerlendiriliyorsa yüzyıllar öncesinde de benzer yöntemlerle hayvana ait pek çok kısım değerlendirilmiştir. Hayvanlara ait kemikler (özellikle büyükbaş hayvanların ilikli kemikleri) kaynatılarak tüketilmiş ve kemik suyunun sağlık açısından çok faydalı olduğuna inanılmıştır. Kemiği kırılan kişilere kemik suyu içirildiği gibi yemeklere lezzet vermesi amacıyla da kemik suyundan yararlanılmıştır.

Zamanla kemik suyu; tencere yemeklerinde, pilavlarda ve çorbalarda lezzeti arttırmak amacıyla kullanılmıştır. Kemik suyu yemeklere ilave edildiği gibi doğrudan çorba olarak da tüketilmektedir. Son yıllarda ise kemik suyu (çorbası), dokuları yenileyen kollajen içeriği bakımından zengin olması dolayısıyla insanların daha genç kalması fikrine dikkat çekmekte ve bu anlamda kemik suyu (çorbasının) tüketimi artmaktadır. Ancak kemik suyu endüstriyel bir ürün olmadığı için genellikle ev tipi ya da endüstriyel olmayan, perakende gıda üretimi yapılan küçük işletmelerde restoran, lokanta gibi yerlerde ilikli kemiklerin uzun süre kaynatılmasıyla elde edilir. Geleneksel yöntemlerle kemik suyu elde etmek zahmetli ve pratik olmayan bir

uygulamadır. Yapımı zaman alan ve zahmetli olan kemik suyunun, tüketiminin artması, kullanımının daha kolay hale getirilmesiyle mümkün olacaktır.

Doğrudan da tüketilebilen kemik suyu, sentetik katkı maddeleri içeren lezzet arttırıcılar (monosodyum glutamat ve çeşitli katkı maddeleri içeren bulyonlar) yerine, yemeklerde lezzet verici olarak kullanılabilecek doğal bir bileşendir.

Ancak kemik suyunun, yapımının zor olması ya da işletmelerin yeniliklere çok fazla açık olmaması gibi nedenlerden dolayı ülkemizde kemik suyunun endüstriyel olarak üretimi yapılmamaktadır. Halbuki kemik suyu et endüstrisinin iyi bir alt kolu olabilme potansiyeline sahiptir. Çünkü et endüstrisinde kemik oransal olarak önemli bir yan üründür ve yeteri kadar değerlendirilememektedir. Oysa ilikli kemiklerden üretilen kemik suyu protein içeriğiyle et ürünlerine alternatif olabilecek sağlıklı bir gıdadır. Bu çalışmanın amacı kemik suyunu kurutularak, toz haline getirmek ve toz ürünün özelliklerini (ıslanabilirlik, dağılabilirlik gibi) araştırmaktır. Böylece yeni bir ürün elde etme çalışmaları yolunda, yeni üretim tekniklerinin değerlendirilmesiyle seri olarak kemik suyu tozu üretimine geçilmesinin ülke ekonomisine de katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Gerçekleştirilen literatür taraması sonucunda Dünyada kemik suyu üretiminin sınırlı da olsa yapıldığı görülmektedir. Ancak kemik suyu tozu ile ilgili bir yayına rastlanılmamıştır. Bu çalışmada kemik suyunun pratik bir şekilde tüketilmesi amacıyla gıda muhafaza yöntemlerinden kurutma tekniği seçilmiştir. Enkapsülasyon tekniğinden yararlanılarak farklı emülsiyonlar hazırlanmıştır. Hazırlanan emülsiyonlar püskürtmeli kurutma yöntemi ile kurutulmuş ve üretilen kemik suyu tozları ürün özellikleri, fiziksel ve kimyasal özellikler bakımından incelenmiştir. Ayrıca 3 aylık bir depolama uygulanmış ve depolama süresince üründe meydana gelen bazı fiziksel ve kimyasal değişiklikler incelenmiştir.

2. KEMİK

Kemik iskelet sistemini oluşturan ve bu sayede iç organları koruyan organizmanın en sert ve dayanıklı yapısıdır. Ayrıca kemikler yağ dokusu ve mineral madde, özellikle kalsiyum deposudur. Kemikler şekillerine göre başlıca 3'e ayrılır;

- Yassı kemikler (*ossa plana*)
- Kısa kemikler (*ossa brevia*)
- Uzun kemikler (*ossa longa*)

Yassı kemiklere kürek kemiği (*scapula*), kalça kemiği (*os-coxae*) ve kafa kemiği gibi kemikler örnek olarak verilebilir. Kısa kemiklere el ve ayak bilek kemikleri (*ossa carpi*, *ossa tarsi*) örnektir. Kol kemiği (*humerus*) ve uyluk kemiği (*femur*) gibi ilikli kemikler ise uzun kemiklere örnektir (Dursun 2008).

Kemiğin iç ve dış yüzeyleri, kemiği oluşturan hücrelerden ve bağ dokusundan oluşan tabakalarla kaplıdır. Bunlardan kemik zarı periosteum ; kemiğin dış yüzeyini örten fibröz ve elastik ince bir zardır. Kemik zarı, gelişimini tamamlamamış kemiklerin; beslenmesini, gelişmesini ve kalınlaşmasını sağlar. Gelişimini tamamlamış kemiklerde ise kemiklerin onarılmasında görev alır. Endosteum kemiğin iç kısmında yer alır ve kemiğin içindeki bütün boşlukları örten iç kemik zarıdır (Anonim 2015).

Kemik iskeletin yapısını oluşturan organları koruyan, ideal inorganik ve organik içeriğiyle çeşitli mekanik etkilere karşı oldukça dayanıklı bir yapıdır. Kemiğin yapısında % 90'dan fazla tip 1 kollajen olarak adlandırılan organik matris bulunur ve bu matris aynı zamanda proteoglikan, sialoprotein ve fosfoproteinler gibi polianiyonik moleküller de içerir. Kemik minerallerle birlikte yumuşak bağ doku, kan damarları ve kemik iliğinden oluşmuştur (Franzen ve Heinegard, 1984).

Kemik, sığır karkasının %15'ini oluşturmaktadır. Zayıf sığırlarda bu oran %30'a ulaşırken, besili sığırlarda %12'ye kadar düşebilmektedir. Kemiklerin içinde bulunan ilik ; karkas ağırlığının %4-6'sını oluşturmaktadır. Koyun ve keçi karkaslarının ise %20-30'unu kemik oluşturmaktadır (Liu 2002 ve Anonim 2016c).

Ülkemizde yetiştirilen sığır ırkları düşük verim özelliklerindedir. Dolayısıyla kemik ağırlıklarının karkaslara oranı %18 ile %23 arasında değişmektedir. Kemik

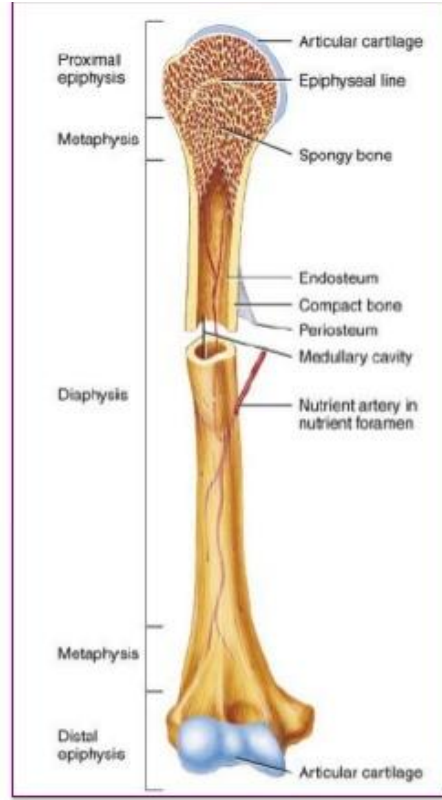
oranları ırklara göre değişiklik göstermektedir. Kültür melezi ırkları yerli sığır ırklarına göre daha düşük kemik oranlarına sahiptir (Yücesan ve Ergün 2000).

B y kbaşlara ait uzun kemikler ; eklem kıkırdağı, epifizyal tabaka kıkırdağı, süngerimsi kemik iliği ve korteks olmak üzere dört kısıma ayrılır. Bu dört kısım, içerik bakımından farklılık gösterirler. Çizelge 2.1’de uzun kemiklerin farklı kısımlarının nitrojen, k l, su, kollajen, kondratin sülfat ve diğer proteinlerin yüzdeleri verilmiştir. Örneğin eklem tabakasinda hidroksiprolin (yüksek konsantrasyonda prolin, hidroksiglisin ve glisin miktarlarıyla uyumlu olarak) epifizyal tabaka kıkırdağından daha fazla bulunmuştur (Campo ve Tourtellotte 1967).

Tablo 2.1 Sığırların uzun kemiklerinin farklı kısımlarına ait kimyasal kompozisyonu (%) (Campo ve Tourtellotte 1967).

	Nitrojen	K�l	Su	Kollajen	Kond. Sülfat	Diğer Proteinler
Eklem	12.19	5.8	6.8	55.1	22.1	8.4
Epifizyal Tabaka	9.46	23.4	7.2	39.0	23.5	10.2
Süngerimsi Kemik İliği	4.49	65.1	6.4	22.5	0.31	0.10
Diyafizyal Tabaka	4.29	66.6	5.6	21.9	0.23	1.3

Campo ve Tourtellotte (1967), yaptıkları çalışmada sığırlara ait uzun kemiklerde süngerimsi kemik iliğinin kalsiyum (Ca) oranının % 35.8- 36.8 ; diyafiz kısmında ise %37.5 oranında olduğunu ve aynı kemiklerin fosfor (P) oranının süngerimsi kemik iliğinde %17.7 ;diyafizde ise %17.8 oranında olduğunu bildirmişlerdir. şekil 2.1’ de görüldüğü gibi uzun kemiklerin    kısımları epifiz, orta kısmı diafiz ve epifiz ile diyafiz arasındaki kısım ise metafiz olarak adlandırılmaktadır.



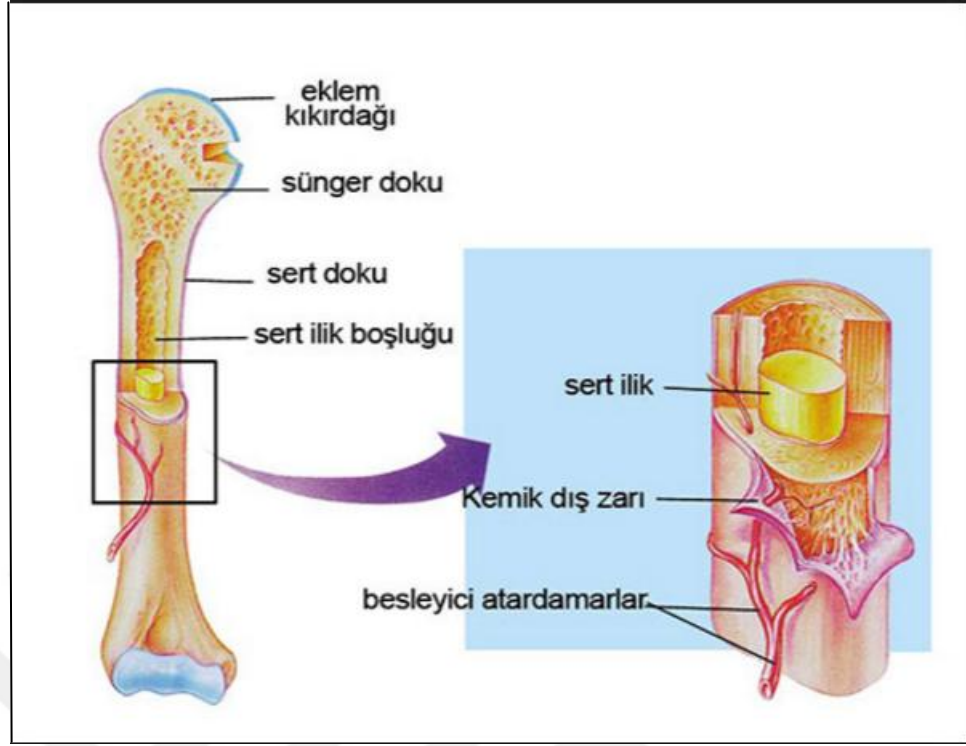
Epifiz	: Uzun kemiklerin uçları
Diafiz	: Uzun kemiklerin gövdesi
Metafiz	: Epifiz ile diafiz arasında kemik gelişiminin olduğu bölge

Şekil 2.1 : Uzun kemiklerin iç, gövde ve uç kısımlarının olduğu bölgeler (Anonim^f 2017).

2.1 Kemik İliği

Kemik iliği kan hücrelerinin yaşam boyu üretildiği yerdir. Kemik iliği kırmızı ve sarı kemik iliği olmak üzere iki kısımdan oluşur. Kırmızı kemik iliği, kan hücrelerini üretir ve yüksek oranda damarlanmıştır. İhtiyaç halinde sarı kemik iliği de kan üretebilir ve sarı kemik iliği daha az damarlanmıştır. Kırmızı kemik iliği Şekil 2.2’de görülen sünger dokunun bulunduğu yerde çoğunluktadır, sarı kemik iliği ise sert ilik boşluğu içinde yer alır. İlik yapısı iskeletle dokular arasında mekaniksel ve fonksiyonel bütünlüğü sağlar (Bryant ve David 2016).

Kemikte yaşın ilerlemesiyle yağ dokusu çoğalır kırmızı kemik iliği sarı kemik iliğine dönüşür. Ancak omur (vertebra), sternum kemiği ve iliumun yapısında ileri yaşlarda bile kırmızı kemik iliği bulunur (Anonim 2015).



Şekil 2.2 : Femur kemiğinin ayrıntılı görünümü (Anonim^d 2017).

2.2 Kıkırdak

Kıkırdak vücudun çeşitli yerlerinde (burun , kulak gibi) bulunan kemiğe göre daha yumuşak olan yapılardır. Kıkırdağın matriksinde lifsi yapıda kollajen protein ve elastin protein bulunur. Kollajen ve elastin sadece direnç değil aynı zamanda esneklik de sağlar. Kıkırdak matriksinin diğer bileşeni kondrin sülfat, keratin sülfat ve hiyaluronik asitten oluşan glukozaminoglukanlardır. Kıkırdağa esneklik ve yapışkanlık sağlayan yapı kısaca (GAG'lar) olarak adlandırılan glukozaminoglukanlardır (Siebecker 2005).

Genellikle eklem kısmından uzaklaştıkça kemik yapısındaki GAG'ların miktarı artar. Eklem kıkırdağında yapılan tüm yapışkanlık analizlerinde GAG'ların kondrotin-4 ve kondrotin 6 sülfat, hiyaluronik asit ve en az iki tip daha kreatin sülfattan oluştukları bildirilmiştir. GAG'lar protoglukan moleküllerinin, fiziksel özellikleri için önemlidir ve kıkırdak geçirgenliği üzerinde etkisi vardır. Yeni doğan ve yetişkin canlılar arasında miktar olarak farklılıklar bulunur ve sağlık açısından GAG'lar oldukça önemlidir (Lempert ve Larsson 1973).

2.3 Kollajen

Kollajen lifli bir proteindir. Yirmi yedi farklı tipte kollajen tanımlanmıştır. Ancak temelde şu 3 tip kollajen mevcuttur. Tip 1 kemik, deri, ligamentler, tendonlar ve gözün beyaz kısmını oluşturan yapıdır. Tip 2 kıkırdak dokusudur. Tip 3 ise kemik iliği ve retikulin fiber olarak adlandırılan yapıyı oluşturur. Tip 3 yaşa bağlı olarak değişiklik gösterir (Siebecker 2005; Yetim 2011).

Kollajen, fibriller arasında oluşan çapraz bağlar sayesinde sağlam ve kararlı bir yapıdadır. Birçok kollajen fibrili bu çapraz bağlar sayesinde sağlam ve kararlı bir yapıdadır ve bu yapılar bir araya gelerek deri kemik tendon gibi dokuların temel yapısını oluştururlar (Yetim 2011).

Bağ dokunun ve kemiğin temel proteini olan kollajen uzun süre ısıtılma işlem gördüğünde jelatine dönüşür (Duerr ve Earle 1973).

2.4 Jelatin

Jelatin gıda endüstrisinde elastikiyeti, kıvam ve stabiliteyi sağlamak üzere yaygın olarak kullanılan önemli fonksiyonel bir polimerdir. İşlenmiş gıdalarda kullanılan jelatin, kollajenin termal denatürasyonu sonucu oluşan hayvansal bir protein kaynağıdır. Jelatin Tip A ve Tip B olarak ikiye ayrılır. Asit uygulamasıyla domuzdan elde edilen Tip A ; alkali uygulamasıyla büyükbaş kasaplık hayvanlardan elde edilen Tip B olarak adlandırılır (Mariod ve Adam 2013).

Jelatinin % 85- 92' si proteindir ve geri kalanı mineral tuzlar ve sudur. Yapı itibarıyla Tip A jelatiniyle kollajen hemen hemen aynıdır. Tip B jelatinde glutamin ve asparajin amino asitlerinin neredeyse tamamı glutamik ve aspartik asite dönüşmüştür. Yine kollajen ve dolayısıyla jelatin içerisinde triptofan hiç yoktur ve metiyonin, sistin, tirozin amino asitlerinin oranı ise oldukça azdır. Bu yüzden jelatin besleyici özellikte değildir ancak fonksiyonel özellikleri açısından gıda sanayinin vazgeçilmez ürünüdür (Yetim 2011).

Jelatinin en önemli karakteristik özelliği vücut sıcaklığı altında bir erime noktasına sahip olmasıdır. Gıda üretiminde bu spesifik özellik oldukça önemlidir. Diğer bir özelliği ise bilinen diğer hidrokolloid ajanlardan daha dayanıklı olmasıdır. Jelatinin kimyasal kompozisyonu kollajenle benzerlik gösterir ve Gly-X-Y dizisinin

tekrarları olarak görülür. Burada glisin amino asidine bağlı olan X genellikle prolin ; Y ise hidroksiprolindir (Boran ve diğ. 2010).

Siebecker (2005) ; jelatinin amino asit profilinin Çizelge 2.2’de görüldüğü gibi olduğu bildirilmiştir.

Tablo 2.2 : Jelatinin amino asit profili

Amino asit	Miktar (g/100g)
Glisin	27.2
Prolin	15.5
Hidroksiprolin	13.3
Lisin	4.4
Hidroksilin	0.8

Kemiklerden jelatin elde etme prosesi temel anlamda şöyledir ; kemiklerdeki kollajen asitlendirilerek pH 4’ e kadar düşürülür ve ısıtma işlemi gerçekleştirilir (40 °C). Denatürasyon meydana gelir ve filtreleme işlemi gerçekleştirilir, yağı uzaklaştırılan jel konsantre edilir, kurutulur ve paketlenir (Mariod and Aday 2013).Ticari jelatinin molekül ağırlığı 40 kDa - 90 kDa arasındadır (Djagny ve diğ. 2013).

Jelatin gıda endüstrisinde özellikle tatlılarda, şekerleme ürünlerinde, fırın ürünlerinde dondurma ve süt ürünlerinde kullanılmaktadır. Farmakolojide, kozmetik ürünlerde, fotoğrafçılık gibi farklı sektörlerde de kullanılmaktadır (Djagny ve diğ. 2013).Jelatin yoğurтта stabilizatör, reçelde kıvam verici, tekstür düzenleyici, et ve et ürünlerinde emülsiyon stabilizasyonu yine et suyu ve konserve etlerde bağlama ajanı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca enkapsülasyon işleminde kaplama yardımcı materyali olarak da kullanılmaktadır. (Mariod ve Aday 2013;Yetim 2011).

Dünyada yılda yaklaşık 300 bin ton jelatin üretilmektedir. Ülkemizde ise 5000 ton civarında jelatin üretilmekte ve üretilen jelatinin tamamı ithal edilmektedir (Yetim 2011).

2.5 Mineral

Kemik dokusu organik ve inorganik bileşenlerden oluşmuştur. Gelişimini tamamlamış bir kemiğin 1/3'ünü organik maddeler 2/3'ünü inorganik maddeler oluşturur. Organik maddeleri kollagen liflerle glikoproteinler oluştururken, inorganik maddeleri kalsiyum fosfat, kalsiyum karbonat ve az miktarda da kalsiyum florit, hidroksit ve sülfat bileşikler de bulunur. Organik maddeler kemiğe esneklik kazandırırken, inorganik maddeler sertlik kazandırır (Dursun 2008). Kemikte mevcut inorganik madde miktarının %32,6'sını kalsiyum %15,2'sini de fosfor oluşturur. Bunun dışında diğer inorganik maddeler sodyum, potasyum ve iz miktarda bakır, kobalt, çinko, demir, manganez ve kükürttür (Anonim 2016c).

2.6 Kemik Suyu

Tarih boyunca beslenme alışkanlıklarımız zamanla değişmiş, gelişmiş ve zenginleşmiştir. Hayvancılık önemli bir geçim kaynağı olduğu için, hayvansal gıdaların tüketimi de her zaman önceliğini korumuştur. Eski Türklerde et tüketimi olarak en çok koyun eti sonra keçi eti ve sığır eti tüketildiği görülmüştür (Ertaş ve Gezmen-Karadağ 2013). Sebze yemeklerinin ve hububatların çoğu et ile ya da kıyma ile sulu bir şekilde pişirildiği için çorba kültürü de oldukça gelişmiştir. En çok tüketilen çorbalar sırayla tarhana çorbası, yoğurt çorbası, un çorbası ve mercimek çorbasıdır (Güler 2010).

Kemik suyu farklı büyüklükteki ilikli kemiklerin kaynatılarak ekstrakte edilmesiyle elde edilen bir üründür. Genel olarak büyükbaş hayvanların ilikli kemiklerinin kaynatılmasıyla hazırlanarak çorbaların hazırlanmasında ve yemeklerde lezzet arttırıcı olarak kullanılmaktadır. Kemik suyu üretimi Avrupa'da başlamış Amerika'da gelişmiştir. 1990'lı yılların başında Asya'da da değer kazanan kemik suyu \$50 milyon dolarlık payıyla ciddi bir büyüme göstermiştir. Piyasanın büyük çoğunluğuna sahip olan Asya'da özellikle Tayland % 40'luk üretim payıyla Dünya genelinde kemik suyunun en önemli üreticisi haline gelmiştir. Diğer bir önemli üretici ülke ise ' Temiz Çevreci ve BSE (Bovine Spongiform Encephalopath) İçermez' sloganı ile Avustralya'dır (Kidd 2001).

Et endüstrisinde yan ürünlerin değerlendirilmesi kârlı bir uygulamadır. Örneğin sığır eti işlenmesinde kârın %10'luk kısmını yan ürünler oluşturmaktadır.

Literatür incelendiğinde hayvansal yan ürünler (iç organlar, yağ, deri, ayak, karın ve bağırsaklar, kemik ve kan) büyükbaş bir hayvanın % 66'sını, küçükbaş bir hayvanın ise yaklaşık %68'ini oluşturmaktadır. Yüksek oranlara sahip yan ürünler gıda endüstrisinde çeşitli şekillerde değerlendirilir. Beyin tüketimi; bovine spongiform ensefalopati (BSE) tehlikesi nedeniyle bazı ülkelerde yasaklanmıştır (Liu 2016).

Duerr ve Zarle (1973), tarafından etinden sıyrılmış kemiklerin önemli ekonomik değere sahip olduğu bildirilmiştir. Mevcut kemik değerlendirme yöntemlerinin (yem ve evcil hayvan gıdası üretimi gibi) yanında ekonomik getirisi daha yüksek çalışmalara yönelim giderek artmaktadır.

Kasaplık hayvanların kesimi sonrası pek çok yan ürün ortaya çıkar. Kan, deri, tırnak, boynuz insan gıdası olarak tüketilemeyen yan ürünler; sakatatlar ise gıda olarak tüketilebilen yan ürünlerdir. Sakatatlardan beyin, dil, karaciğer, dalak, böbrek taze olarak tüketime sunulurken işkembe, kelle, paça gibi yan ürünler çeşitli ön işlemlere tabi tutulduktan sonra tüketime sunulmaktadır. Sakatatların vitamin ve mineral içeriği ete oranla daha yüksektir. Ancak mikroorganizma içeriği çok yüksek olduğu için sakatatlar, çeşitli hastalık etmenleri ve parazitlerin gelişimi açısından risk oluşturmaktadır. Kasaplık hayvanlardan elde edilen diğer yan ürünler ise kan ve kemiklerdir. Kan ve kemiklerden üretilen kan unu ve kemik unu, değerli hayvan yemi katkılarıdır. Kemik unu, kemiklerin özel kazanlarda buharla pişirilmesi kurutulması ve öğütülmesiyle ya da açık kazanlarda vakum uygulamadan pişirilir. Kemik unu elde etmek için kemiklerin mutlaka pişirilmesi gerekmektedir. Pişirilmeden öğütülen kemiklerin hayvan beslenmesinde yeri yoktur (Anonim 2016 c).Kidd (2001), hazırlanan klasik bir kemik suyu içeriğinin % 66' sının katı faz olduğunu ve bu katı fazın % 28'inin protein, %12 sinin tuz ve % 26'sının yağ olduğu bildirilmiştir.Siebecker (2005), kemik suyunun dondurularak aylarca muhafaza edilebileceğini ya da buzdolabı sıcaklığında 5 gün muhafaza edilebileceğini bildirmiştir. Et, kıyma ve tavuk gibi gıdaların ise soğukta muhafaza sıcaklık ve süresi şöyledir; 1.7- 4.4°C de aralığında karkas 2-3 hafta, parça et 3-5 gün, kıyma 1 gün, et yemeği 1-2 gün, tavuk eti bütün 5-6 gün olduğu bildirilmiştir (Aydın 2016).

3. KEMİK SUYUNUN SAĞLIK AÇISINDAN FAYDALARI

Doğadaki gıdalar vitamin, mineral, protein ve esansiyel yağ içeriği bakımından oldukça zengindir ve vücudumuzun ihtiyacı için yeterlidir. Doğal gıdalar esansiyel minerallerin yanında iz mineralleri de içerir. Ancak tüketiciler tarafından tercih edilen işlenmiş gıdalar için aynı durum söz konusu değildir. İşlenmiş gıdaların aşırı tüketimi sonucu, vücut için gerekli mineraller yeteri kadar alınamaz ve bu durum çeşitli rahatsızlıklara yol açabilir. Örneğin kalsiyum eksikliğinde kırılabilir tırnaklar, kas krampları, osteoporoz diş eti rahatsızlıkları ; magnezyum eksikliğinde sinir sistemi bozuklukları, kas güçsüzlüğü ; potasyum eksikliğinde kalp atakları gibi rahatsızlıklar meydana gelebilmektedir. (Bergner 2016).

Son zamanlarda hastalıklara karşı doğal yöntemlerle korunma olgusu giderek önem kazanmaktadır. Çeşitli hastalıkların tedavisinde bitkisel kaynaklara yönelim artmakta; faydalı bitkilerin çekirdekleri, meyveleri kök ve yaprakları tıbbi amaçla kullanılmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), dünya genelinde insanların %80'ninin ilaç olarak geleneksel ve bitkisel ilaçlara güvendiğini ve tercih ettiğini bildirmektedir (Lee ve diğ. 2012).

Geleneksel ve bitkisel ilaçların kullanımına Türk Mutfağında da oldukça sık rastlanır. Çeşitli tıbbi ve aromatik bitkilerin yemeklere lezzet vermek ya da doğrudan (bitkisel drog yöntemi ile) ilaç olarak kullanıldığı görülmektedir. Karahindiba ve sinirli yaprak denilen bitkilerle hazırlanan kemik suyu da hastalıklara karşı şifa kaynağı olarak görülmektedir. Son yıllarda yapılan araştırmalar kemik suyunun faydalarını destekler niteliktedir. Ayrıca kemik suyunun cildi pürüzsüzleştiren, bağ doku oluşumuna yardımcı olan ve yaraların iyileştiren kollajen açısından zengin bir gıda olduğu da bilinmektedir. İçeriğindeki kalsiyum magnezyum ve fosfor ile kemik oluşumunu, büyümesini ve direncini destekler. Yine içeriğindeki kollajen ve jelatin saçların uzamasını destekler. Kemik suyu tüketimi ile spor sonrası vücudun kaybettiği tüm elektrolitlerin vücuda sağlayacak zenginliğe sahiptir (Anonim 2016).

Günümüzde beslenme uzmanları tarafından kırmızı et tüketiminin azaltılması gerektiği tavsiye edilmektedir. Ancak 1990' lı yıllarda kırmızı et tüketimi daha fazla olmasına rağmen kalp rahatsızlıkları sayısı daha azdır. Kırmızı et aşırı tüketilmedikçe sağlıklı bir gıdadır. Kırmızı ette bulunan doymuş yağ asitleri ancak; vücuda yeteri

kadar vitamin , mineral ve antioksidan alınmaması durumunda sağlık açısından sorunlara neden olur (Bergner ve ark. 2016).

Kemik suyu elbette kırmızı et kadar protein içeriğine sahip değildir ancak glisin ve prolinamino asitlerini içermesi bakımından ete alternatif bir protein kaynağı olabilir. Çünkü yapısında bulunan glisin diğer amino asitlerin yapımında önemli bir rol oynar (Siebecker 2005).

Kemik suyu içeriğinde bulunan kemik iliği sayesinde trombosit, eritrosit ve lökosit hücrelerinin üreyerek çoğalmasında katkıda bulunur. Vücutta antioksidan etkisi sağlayan hastalıklara karşı direnç kazandırır, mide ve bağırsakta ki zararlı mikroorganizmalara karşı koruma sağlar (Anonim 2016b).

Kırmızı kemik iliği kan değerleri düşük hastaların tedavisinde kullanılmaktadır. Kemik suyu hem doğal bir gıdadır hem de kalsiyum ve fosfor kaynağıdır (Liu 2016).

Kemiklerin yeteri kadar kaynatılmasıyla yapısındaki proteinlerin ve minerallerin suya iyi bir şekilde transfer olması sağlıklı bir ürün meydana getirmektedir. Kemik suyu immün sistemi destekleyen hücrelerin gelişimini sağlamaktadır (Bergner ve ark.2016).

Kemik suyunda bulunan proteinler güçlü anti inflamatuvar etki gösterir. Ayrıca kemik ve eklem rahatsızlıklarının engellenmesini ve yaraların çabuk iyileşmesini sağlamaktadır (Anonim 2015).

Kemik suyunun ticari olarak herhangi bir hazırlanma standardı yoktur. Minerallerin yeterince suya geçebilmesini sağlamak için sirke kullanılmaktadır. Ancak ticari işletmeler bu basamağı atladıkları için evde yapılan çorbalar 2-8 kat daha fazla mineral içeriğine sahiptir. Ayrıca işletmelerde uzun ısıtım işlemi nedeniyle aroma kaybı meydana gelmektedir. Aroma kaybını önlemek adına sodyum ve MSG (Monosodyumglutamat) gibi katkı maddelerine ihtiyaç duyulmaktadır (Siebecker 2005). Kapalı kazanlarda vakum altında yapılan kemik kaynatma işlemi sonucu suda çözünen protein fraksiyonunun daha iyi ekstrakte olduğu, açık kazanlarda kaynatılan kemiklerdeki proteinlerin suya yeterince geçemediği bildirilmiştir (Anonim 2016c).

4. ENKAPSÜLASYON

Enkapsülasyon prosesi ; çok küçük yapıdaki ya da damlacık halindeki parçacıkların etrafının kaplanması ya da homojen veya heterojen matrislerin yararlı pek çok özelliğini kaybetmeden küçük kapsüllere hapsetme işlemi olarak tanımlanır (Gharsallaoui ve ark. 2007). Enkapsülasyon; nanoenkapsülasyon (200 nm =0,2 µm ‘ den küçük) mikroenkapsülasyon (0,2 – 5,000 µm) ve makroenkapsülasyon 5,000 µm’ den büyük olmak üzere üçe ayrılır (Gökmen S. ve diğ. 2012). Mikroenkapsülasyonda kaplanan madde ile kaplama materyali arasında koruyucu bir yapı oluşur (Gharsallaoui ve diğ. 2007).

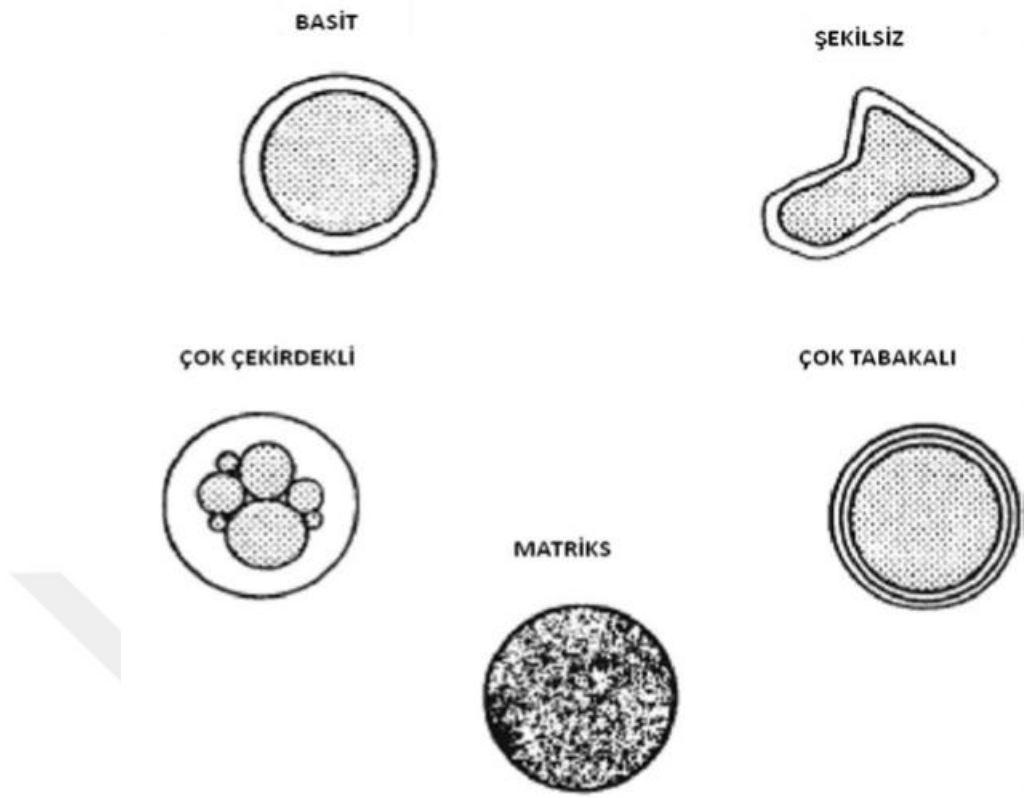
İç kısımda yer alan madde; çekirdek, dolgu ya da iç faz olarak adlandırılırken dış kısmında yer alan duvar; kabuk, membran kaplama veya duvar materyali olarak adlandırılır. Enkapsülasyonun amacı küçük partiküller halinde kaplanan gıdayı adeta bir çekirdek ya da bir yumurta kabuğu gibi çevresel etkilerden korumaktır (Gibbs ve diğ. 1999).

Böylece enkapsüle edilmiş gıda maddesi sarılmış, dış kısmında oluşan kabuk sayesinde nem, hava ve ışık gibi çevresel faktörlerden korunmuş olur (Onwulata ve diğ. 1998).

Mikroenkapsülasyon ile gıdalarda aroma bileşenleri, vitaminler, esansiyel yağlar, bakteriler, enzimler ve mineraller enkapsüle edilir (Pauletto ve Amestoy 1999).

Enkapsülasyon, yalnız gıda sektöründe değil ilaç sanayisinde de kullanılan bir yöntemdir. Kaplanan materyal koruyucu duvar materyali sayesinde oksijen, su ve ışığa karşı korunurken varsa karışım içinde başka bileşenlerle de etkileşim engellenir. Duvar materyali genelde ağ şeklindedir. Bu ağı yapı hidrofilik ya da hidrofobik gruptan oluşur (Turchiuli 2004).

Mikroenkapsüle edilen partiküllerin görünüşleri çekirdek materyallerinin fiziko-kimyasal özelliklerine, duvar materyallerinin kompozisyonuna ve mikroenkapsülasyon yöntemine göre değişim göstermektedir. Şekil 4.1’ de farklı türde mikrokapsüller görülmektedir (Koç 2009).



Şekil 4.1: Farklı tiplerde mikrokapsül morfolojileri (Koç 2009).

Mikroenkapsülasyon işlemi akışkan yataklı kurutma, ekstrüzyon, faz ayrımı (kuazervasyon), lipozom tutuklama, döner süspansiyon seperasyon yöntemi inklüzyon kompleksi oluşturma, kristalizasyon, ve püskürtmeli kurutma gibi yöntemler kullanılarak yapılmaktadır. Belirtilen yöntemler ayrı ayrı uygulanabildiği gibi modifikasyonlarla birlikte de uygulanabilir (Dinç ve diğ. 2012). Uygulanan yöntemler arasında en çok tercih edilen yöntemin püskürtmeli kurutma yöntemi olduğu bildirilmiştir (Turchiuli 2004).

4.1 Kaplama Materyalleri

Mikroenkapsülasyon prosesinde kaplama materyali oldukça önemlidir ve iyi bir kaplama materyali iyi reolojik özelliklere sahip olmalıdır. Bu özellikler şöyledir :

- ✓ Suda kabul edilebilir bir seviyede çözünmelidir.
- ✓ Yüksek çözünürlükte olmalıdır.
- ✓ İyi emülsifiye olabilmelidir.
- ✓ Düşük viskoziteli olmalıdır.

- ✓ Emülsiyon oluşturma ve stabilize etme özelliği olmalıdır.
- ✓ Aktif bileşen ile stabil bir emülsiyon oluşturma süreci veya depolama sürecinde aktif bileşenle reaksiyona girmemelidir.
- ✓ İnert olmalı; aktif materyali tutabilmeli ve koruyabilmeli (Gharsallaoui ve diğ. 2007, Gökmen ve diğ.2012).

Gıda sektöründe kullanılan kaplama materyalleri genellikle biyomolekülerdir ve bu amaçla karbonhidratlar, proteinler ve gıdalar kullanılır. En çok polisakkaritlerden yararlanılır. Bu polisakkaritler arasında nişasta ve türevleri (maltodekstrin, pullulan, sakkaroz, amiloz, amilopektin, polidekstroz, selüloz) kullanılır. Jelatin, süt ve peynir altı suyu proteinleri (kazein ve kazeinatlar) protein bazlı kaplama materyalleri ; yağ asitleri, mumlar, fosfolipitler, gliserin gibi lipidler ise enkapsülasyonda kullanılan diğer kaplama materyalleridir (Koç 2009).

Enkapsülasyon verimi toz ürünün fonksiyonel özelliklerini (pürüzlülük, ıslanabilirlik, dağılabilirlik gibi) doğrudan etkileyeceğinden kaplama materyalinin seçimi oldukça önemlidir (Behboudi-Jobbehdar ve diğ. 2013).

Kaplama materyali seçiminde tek bir malzeme yerine karbonhidrat gam ve proteinlerin karışımı kaplama verimini artırır. Çünkü karbonhidratlar düşük yüzey özelliklerine sahiptir. Protein ve gıdalarla birlikte daha yüksek verim alınabilir. Maltodekstrin iyi bir oksidatif stabilite sağlar ve DE (Dekstroz Eküvalen) ağırlığı 10 ile 20 arasında olan maltodekstrinin kullanılması kaplama verimini arttırmaktadır (Gharsallaoui ve diğ. 2007). Ucuz olması, tadının olmaması, düşük viskozitede olması ve % 75' in üzerinde suda çözünemelerinden dolayı maltodekstrin sıklıkla kullanılan kaplama materyalidir. Ancak tek başına emülsiyon kapasitesi yeterli değildir (Turchiuli 2004).

Protein bazlı kaplama materyalleri ise amfifilik karakterdedirler ve hidrofobik materyali kaplamak için fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklere sahiptirler. Sodyum kazeinat, soya proteini izolatları ve peynir altı suyu iyi birer mikroenkapsülasyon ajanlarıdır. Gıdalar da mükemmel emülsifikasyon özellikleri nedeniyle özellikle yağ içeriği zengin gıdaları kaplamada oldukça fazla tercih edilir (Gharsallaoui ve diğ. 2007).

4.2 Peynir Altı Suyu ve Peynir Altı Suyu Tozu Protein İzolatı

Peynir altı suyu (PAS) biyolojik değeri yüksek, laktoz , mineraller (örneğin kalsiyum, magnezyum, fosfor) vitaminler, protein olmayan kazein (gliko makropeptit dışında) ve iz miktarda süt yağı içeren peynir üretiminin önemli bir yan ürünüdür. Gıdalardaki PAS proteinlerinin temel fonksiyonu besleyici azotu ve aminoasitleri sağlamaktır. PAS proteinleri diğer protein kaynaklarıyla karşılaştırıldığında kısa zincirli aminoasitleri L-lösin ve L-valini yüksek konsantrasyonda içermektedir (Karagözlü ve Bayarer 2004).

PAS proteinleri iyi emülsüfiye olabilme jelleşme ve film oluşturma özelliklerine sahiptir. Lipitlerin enkapsülasyonunda kullanımı depolama sırasında oksidasyona karşı etkili bir koruma sağlar. PAS'ın biyolojik ve teknolojik özellikleri enkapsülasyon işleminde avantaj sağlar. Enkapsülasyon işlemi sırasında PAS proteinlerinin maltodekstrinle birlikte kullanımının, elde edilen toz gıda taneciklerinde pürüzsüze yakın bir yüzey sağladığı bildirilmiştir. Bu pürüzsüzlük çekirdek duvarının fonksiyonelliği açısından önemlidir. Çekirdek duvarının korunması çekirdeğin depolama esnasında bozulmasını ya da aroma kaybını önlemektedir (Şanlıdere Aloglu ve Öner 2010).

Gıda sanayiinde PAS; laktik asit, peynir altı suyu tozu, laktoalbumin ve peynir altı suyu protein izolatı gibi farklı ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır. Ürünler farklı kuru madde içeriğine sahiptir. Peynir altı suyu protein izolatı %90'dan fazla protein, %1 yağ, %1 laktoz ve %3 mineral içermektedir (Yerlikaya ve ark. 2010).

4.3 Maltodekstrin

Hidrolize olmuş nişastalardan dekstroza eküvalen (DE) ağırlığı 20'den az olanlar maltodekstrin olarak adlandırılır. Maltodekstrin; düşük fiyatından, tatsız olmasından %75'in üzerinde suda çözünbilmesinden ve düşük viskozite oluşturabilmesinden dolayı taşıyıcı materyal olarak sıklıkla kullanılır. Ancak maltodekstrinin olumsuz özelliği emülsifiye etme kapasitesinin yetersiz olmasıdır (Turchiuli ve diğ. 2005).

Maltodekstrin, nişasta ve mısır şurubu düşük maliyeti sebebiyle gıdaların kaplanmasında gıda endüstrisinde geniş kullanım alanına sahip karbonhidratlardır (Şanlıdere Aloglu ve Öner 2010).

Maltodekstrinin bir diğer özelliği ise; püskürtmeli kurutma işleminde özellikle şeker içeriği yüksek gıdalarda, kabin duvarına yapışma sorununu engellemesidir. Yapılan araştırmalar düşük DE değerlikli maltodekstrin kullanımının daha verimli kurutma işleminin gerçekleştirdiğini göstermiştir. Toz ürünün fiziksel özellikleri geliştirilmek isteniyorsa veya enkapsülasyon amaçlanıyorsa düşük DE değerlikli maltodekstrinlerin daha iyi sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Erbay, 2013).



5. GIDALARIN KURUTULMASI

Çok eski zamanlardan bu yana insanlar gıdalarını muhafaza edebilmek, uzun süre tazeliğini koruyabilmek ve ihtiyaç duydukları her an tüketebilmek için çeşitli yöntemler keşfetmişlerdir (Memiş ve Ersoy 2016). Bu yöntemlerden geçmişi en eskilere dayanan yöntem kurutma ile muhafazadır. Gıdalarda bulunan suyu uzaklaştırarak ya da azaltarak gerçekleşen işlemde mikroorganizmaların çalışmaları yavaşlatılır ve gıda mikrobiyolojik ve kimyasal bozulmalara karşı korunmuş olur (Demiray ve Tülek 2012).

Gıdaların kurutulmasında temel amaç su aktivitesi değerini (a_w) belli bir değerin altına indirmek suretiyle gıdayı mikrobiyolojik ve kimyasal değişikliklere karşı korumaktır (Yaralı 2014). Ayrıca kurutulan gıdalar pratik olduğu için günlük hayatta yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. İşlenmiş gıdalar arasında kurutulmuş gıdaların mikrobiyolojik olarak korunması, su aktivitesinin azalmasıyla daha kolay olmaktadır. Kurutma sonucu ağırlığın azalması taşıma ve depolama maliyetlerini azaltan diğer bir avantajdır (Patil ve diğ. 2014).

Güneşte kurutma yöntemi bilinen en eski gıda kurutma yöntemidir. Doğal bir yöntemdir ancak kurutma verimi doğal koşullara bağlı olduğu için herhangi bir işlem standardı yoktur ve gıdada hafif bir fermentasyon gerçekleşme riski vardır. Ayrıca böcek, yabancı madde vb. gibi etkilere karşı açıktır (Erbay ve Küçüköner 2008).

Geleneksel kurutma yöntemleriyle iyi kalitede ürün elde etmek zordur. Gelişen teknolojiyle birlikte kurutma yöntemleri de gelişmiş düşük sıcaklıklarda ve kısa sürede kaliteli kurutulmuş gıdalar elde etmek mümkün olmuştur (Cohen ve Yang 1995). Endüstriyel anlamda kurutma; kontrollü şartlar altında sıcaklık uygulamasıyla gıdalardaki mevcut suyun evaporasyonla uzaklaştırılması işlemi olarak tanımlanır (Patil ve diğ. 2014).

Endüstriyel anlamda kurutma işlemi 3 grupta toplanabilir ; (Gürses 1986).

1) Atmosfer basıncı altında veya kontakt kurutma : Gıdadaki su buharının ısıtılmış hava ile ya da sıcak bir yüzeyle doğrudan temasla uzaklaştırılması esasına dayanır.

2) Vakumda kurutma : Alçak basınçta su yüksek basınçtan daha kolay uzaklaşır. Bu esasa dayanarak vakum kurutma yöntemi kullanılır. Vakum kurutmada ısı iletimi genellikle kondüksiyonla olur.

3) Dondurarak kurutma : Gıdanın yapısındaki suyun uygun sıcaklık ve basınçta dondurulmasından sonra süblimleşerek buharlaşıp uçmasıdır. Bu yöntemle kurutulan gıdaların kalite özellikleri iyidir.

Gıda sanayisinde kullanılan farklı kurutma sistemleri şöyledir : (Cohen ve Yang 1995).

- ✓ Silindir Kurutucular
- ✓ Püskürtmeli Kurutucular
- ✓ Akışkan Yatak Kurutucular
- ✓ Dondurarak Kurutma
- ✓ Ultrasonik Kurutucular
- ✓ Mikrodalgalı Kurutucular
- ✓ Solar Kurutucular
- ✓ Kabin Tipi Kurutucular
- ✓ Vakum Tipi Kurutucular

Sıvı karakterdeki gıdaların kurutulmasında daha çok püskürtmeli kurutucular tercih edilmektedir. Konveksiyon, kabin tipi ve silindir tipi gibi kurutucular daha masraflı karmaşık, yoğun emek isteyen ve toz ürünün yanmasıyla da sonuçlanabilen kurutma yöntemleri olduğu bildirilmiştir (Patil ve diğ. 2014).

5.1 Püskürtmeli Kurutucular

Sıvı gıdaların dar bir nodülden basınçla sıcak bir gazın (genellikle hava nadiren nitrojen gibi inert gazlar) içine aniden püskürtülmesi tekniğine dayanan püskürtmeli kurutma sistemi yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir.(Kurusawa ve diğ. 2009, Patil ve diğ. 2014). Çay, meyve suyu gibi sıvı gıdaların kurutulmasında ayrıca farmakoloji endüstrisinde; ilaç üretimi, yardımcı madde üretimi (ilaçlara tat verme amacıyla) ve mikroenkapsülasyon proseslerinde yararlanılmaktadır (Bruschi ve diğ. 2003, Tee ve diğ. 2012).

Püskürtmeli kurutucuyla üretilen gıda tozlarının fizikokimyasal özellikleri bazı proses değişkenlerine bağlıdır. Besleme akışının karakteristik özellikleri viskozite, akış hızı) ve kurutucu havanın (sıcaklık , basınç) gibi özellikleri ve atomizerin tipi önemli proses değişkenleridir (Kurusawa ve diğ. 2009). Püskürtmeli kurutucuyla üretilmiş toz gıdaların kalitesi püskürtmeli kurutucunun işlem parametrelerine bağlıdır (Chegini ve Ghobadian 2005).

Püskürtmeli kurutucunun pek çok parametreyi içermesi nedeniyle kontrolü zor bir uygulama olduğu ve düşük verim, yapışkanlık ve son ürünün yüksek nem içeriğine sahip olması yöntemin olumsuzlukları olarak bildirilmiştir. Ayrıca optimizasyon sağlayabilmek için hem cihaz özelliklerinin hem de besleme sıvısının özelliklerinin birlikte değerlendirilmesi gerektiği yöntemin diğer olumsuz özelliği olarak bildirilmiştir (Bruschi ve diğ. 2003).

Püskürtmeli kurutucu ısıya duyarlı pek çok gıdanın kurutulmasında kullanılmaktadır. Püskürtmeli kurutucunun tasarım esnekliği değişkenlerin doğrudan ürüne özgü olmasını sağlamıştır. Sürekli sistemlerdir nispeten daha az iş gücüne ihtiyaç duyulur. Son ürüne kadar ekipmanla ürün arasında çok fazla yapışkanlık ya da korozyon meydana gelmez. Düşük maliyetli ve yüksek kalitede toz ürün elde edilir (Patil ve diğ. 2014).

Kurutma yöntemleri içinde dondurarak kurutma son ürün kalitesi bakımından en iyi yöntem olarak görülse de kurutulacak gıdanın sıcaklıktan en az zarar görmesi, kurutma maliyeti, enerji ve son ürün kalitesi açısından püskürtmeli kurutucularla kurutma yöntemi dondurarak kurutma yönteminden daha avantajlıdır (Behboudi-Jobbehdar ve diğ. 2013).

6. GIDALARIN KURUTULMASINDA PÜSKÜRTMELİ KURUTUCUNUN KULLANIMINA YÖNELİK ÇALIŞMALAR

Koç (2008), yoğurt tozu üretimi çalışmasında püskürtmeli kurutucu hava giriş sıcaklığının (150 – 180 ° C), hava çıkış sıcaklığının (60- 90 ° C) ve besleme sıcaklığının (4-30 ° C) bağımsız değişkenler olarak seçildiğini bildirmiştir. Bu değişkenlerin elde edilen yoğurt tozuna ait canlı laktik asit bakteri sayısı, nem içeriği, renk, su aktivitesi, titre edilebilir asitlik (% laktik asit) ve pH, rekonstitüsyon özellikleri (çözünebilirlik oranı, dağılılabirlik ve ıslanabilirlik), partikül boyutu ve duysal kalite özellikleri incelenmiştir. Yalnızca hava çıkış sıcaklığının canlı yoğurt bakterisi kalım oranı, renk değişimi, nem içeriği ve duysal kalite üzerinde önemli etkiye sahip olduğu ve yoğurt tozu su aktivitesi değerlerinin tüm püskürtmeli kurutucu işlem koşullarından etkilendiği, yoğurt tozu titre edilebilir asitlik (% laktik asit) ve pH değerlerinin ise hava giriş ve hava çıkış sıcaklığından etkilendiği belirlenmiştir. Yoğurt tozu üretimi için en uygun hava giriş sıcaklığının 171 ° C, hava çıkış sıcaklığının 60,5 ° C ve besleme sıcaklığının 15 ° C olarak belirlendiği bildirilmiştir.

Onwulata ve diğ. (1998), yaptıkları çalışmada tereyağını tek ve çift kabuk oluşturarak kaplamışlardır ve elde ettikleri toz ürünlerin yapısal, fiziksel ve karakteristik özelliklerini araştırmışlardır. Tek kabuklu emülsiyon bileşimi ; % 50 tereyağı, % 5 emülsifiyer, % 5 yağsız süt tozu ve sükrözdan oluşmaktadır. Emülsifiyer olarak mono ve diasilgliseroller kullanılmıştır. Tek kabuklu kapsülün bileşeni; sükröz ile yağsız süt tozunun % 25 kuru maddeye ayarlanmasıyla oluşmuştur ve 45 ° C ‘ ye kadar ısıtıldıktan sonra bileşenin, püskürtmeli kurutucuya beslendiği bildirilmiştir. Çift kabuklu emülsiyon ise tereyağının bitkisel kaplama materyalleri ; hidrojenize stearinler ve tüketilebilir (Food Grade) linear alkol polimerleri ile kaplanması sonucu elde edilmiştir. Bu kaplama materyalleri 105 ° C ‘ de eritilmiş ve tereyağıyla homojenize edildikten sonra püskürtmeli kurutucuya beslenmiştir. Püskürtmeli kurutucunun giriş sıcaklığı(193,3-196,1°C) ve çıkış sıcaklığı (82,2-87,8° C) arasındadır. Tek kabuklu toz tanecikleri karakteristik bir biçimde çift kabuklu toz taneciklerinden % 36 daha az nem içeriğine sahiptir. Çift kabuklu tozların bitkisel bir matrisle kaplanması sayesinde parçacık yapışkanlığı ya da topaklanma durumu tek kabuklu tozlardan daha az olmuştur. Tek ve çift kabuklu toz ürünler arasında farklılıklar vardır. Çift kabuklu toz ürünün tanecik çapı daha büyük, düşük yoğunlukta

ve akışkanlığı daha kötüdür. Ancak çift kabuklu toz ürünün uzun vadede neme karşı daha dayanıklı olduğu bildirilmiştir.

Atalar ve Dervişoğlu (2015), kefir tozlarında yaptıkları çalışmada hava giriş sıcaklığı (120-180 °C), besleme sıcaklığı (4-30 °C) ve pompalama yüzdesi (%20-40) gibi kurutma koşullarının; çıkış sıcaklığı, son ürünün nem içeriği, su aktivitesi gibi kurutma sonrası parametrelerine etkilerini değerlendirmişler ve yüzey yanıt yöntemi ile modelleme yapmışlardır. Konsantre kefir örneklerinin kuru maddesi (% 12-13) olup besleme hızı (240 L/s – 473 L/s) 'tır. Kurutma sonrası kefir tozlarının kuru maddesi % 96,1-98,25 aralığındadır. Yüksek giriş sıcaklığının ve düşük pompalama yüzdesinin yüksek oranda kuru maddeli ürün sağladığı bildirilmiştir. 165 °C' de giriş sıcaklığında, 97 °C çıkış sıcaklığında en düşük su aktivite değeri; 0,0645'tir. Su aktivitesinin giriş sıcaklığının azalmasıyla arttığı bildirilmiştir. Yine giriş sıcaklığı kefir tozlarının renk değerlerinden *L* değerini etkilerken *a* ve *b* değerlerinde önemli bir değişikliğe neden olmamıştır. Titrasyon asitliği ve pH değerleri üzerinde de püskürtmeli kurutma koşullarının önemli bir etkisi görülmemiştir. Kefir tozu üretiminde optimum giriş sıcaklığının 135 °C, optimum pompalama yüzdesinin %35 olduğu ; besleme sıcaklığının kefir tozları açısından önemli olmadığı bildirilmiştir. Bu çalışma değişkenler arasında son ürünü etkileyen en önemli değişkenin giriş sıcaklığı olduğunu ortaya koymuştur.

Kurozawa ve diğ. (2009), yaptıkları çalışmada püskürtmeli kurutucu şartlarının (hava giriş sıcaklığı, besleme hızı ve maltodekstrin konsantrasyonu) tavuk göğüs etinin kurutulmasına etkisini incelemişlerdir. Çalışmada tavuk göğüs eti proteaz alkalaz enzimi kullanılarak parçalanmış, maltodekstrinle homojenize edildikten sonra kurutulmuştur. Elde edilen tozun nem içeriği, kütle yoğunluğu, partikül çapı ve higroskopisi gibi fiziksel özellikleri incelenmiştir. Giriş sıcaklığı (120-180 °C),hava akış hızı 40L/h ve besleme hızı(0,4-1,0 L/h) ve karışımdaki maltodekstrin yüzdesi (% 5-25) aralıklarında çalışılmıştır. Alınan tüm sonuçlar üzerinde en önemli etkinin hava giriş sıcaklığı olduğu görülmüştür. Özellikle toz ürünün higroskopisi doğrudan hava giriş sıcaklığına bağlıdır. Giriş sıcaklığı arttıkça daha büyük çapta toz partiküller, daha az nem içeren ve daha düşük yığın yoğunluğuna sahip tozlar elde edilmiştir. Maltodekstrin konsantrasyonunun artması ise partikül çapını arttırdığını ancak nem

içeriğini, yığın yoğunluğunu ve toz higroskopisini olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir.

Chegini ve Ghobadian (2005), püskürtmeli kurutucu ile portakal suyu tozu üretiminde besleme hızının, akış hızının, ve giriş sıcaklığının ürün kalitesine etkisini araştırmışlardır. Toz ürünün kalite parametreleri olan yığın yoğunluğu, partikül boyutu, nemi, ıslanabilirliği ve suda çözünübilirliği gibi özelliklerle işlem parametreleri arasındaki ilişki ortaya konmuştur. Çalışmada kaplama materyali olarak maltodekstrin, sıvı glukoz ve metilselüloz kullanılmıştır. Giriş sıcaklığı (110-190 °C), akış hızı (150-450 ml/dk) atomizer hızı (10,000-25,000 rpm) aralıklarında çalışılmıştır. Çok verili regresyon analizi kullanılarak tamamlanan çalışma sonuçları göstermiştir ki, kurutma işleminin tüm parametreleri elde edilen toz ürünün fiziksel özelliklerini önemli ölçüde etkilemiştir. Besleme akış hızının artmasıyla, yığın yoğunluğu ve ıslanabilirlik artmış ; partikül boyutu, nem içeriği ve suda çözünübilirlik azalmıştır. Giriş sıcaklığının artmasıyla da partikül boyutu, ıslanabilirlik ve suda çözünübilirlik artmış, yığın yoğunluğu ve nem içeriği azalmıştır.

Erbay ve diğ. (2014), püskürtmeli kurutucu ile peynir tozu üretim koşullarının optimum koşullarını belirlemek amacıyla yaptıkları bu çalışmada giriş sıcaklığını (160-230°C), atomizasyon basıncını (294-588 kPa) ve çıkış sıcaklığını (60-100°C) bağımsız değişkenler olarak belirlemişlerdir. Yanıt yüzey yönteminin kullanıldığı çalışmada alınan yanıtlar enzimatik olmayan esmerleşme indeksi, serbest yağ asiti içeriği, çözünürlük indeksi ve yığın yoğunluğudur. Kuru maddenin % 25' e ayarlandığı ve besleme sıcaklığının 45 °C olduğu bildirilmiştir. Çıkış sıcaklığı esmerleşme indeksi üzerinde oldukça önemli bir etkiye sahiptir. Çıkış sıcaklığının 80 °C altında olması ve 350-520 kPa arasındaki atomizasyon basıncı en düşük esmerleşme indeksini vermiştir. Optimum işlem şartları; giriş sıcaklığının 174 °C, basıncın 354 kPa ve çıkış sıcaklığının 68 °C olduğu durumdur. Yapılan çalışma; yığın yoğunluğu yüksek peynir tozunun en düşük giriş sıcaklığı ile birlikte en yüksek atomizasyon basıncı varlığında elde edilebileceğini göstermiştir.

Jangam ve Thorat (2010), yaptıkları çalışmada zencefil ekstraktlarını püskürtmeli kurutucuda kurutmuşlar, yanıt yüzey yöntemi ile işlem parametrelerinin optimizasyonunu yapmışlardır. Giriş sıcaklığı (120-160 °C), hava akış hızı (40-60 Nm³/sa), besleme hızı (2,5-4 ml/dk) ve atomizasyon basıncı (1,5-2,5 kg/cm²) olarak

seçilmiştir. Kurutma sonrası elde edilen toz ürünün; nem içeriği, su aktivitesi, akışkanlığı ve yüzey özellikleri incelenmiştir. Toz ürünün fizikokimyasal özellikleri üzerinde en önemli etkinin hava sıcaklığı (giriş-çıkış) ve hava hızı olduğu bildirilmiştir.

Turchiuli ve diğ. (2005), yaptıkları çalışmada %5 kuru maddeye sahip %35 ayçiçek yağı, %25 oleik asitle zenginleştirilmiş ayçiçeği yağı, %7 kolza tohumu yağı, %3 üzüm çekirdeği yağı ve 45-60 mg/100g α - tokoferol içeren bir karışım hazırlamışlardır. Elde edilen yağ karışımı maltodekstrin ve akasya gamıyla kaplanmıştır. Kuru madde yüzdesi %30 ve %50 olan iki farklı emülsiyon hazırlanmıştır. Maltodekstrin/ akasya gamı oranları ise %30 kuru maddeli emülsiyonda 3/2 , %50 kuru maddeli emülsiyonda 2/3 olarak belirlenmiştir. Giriş sıcaklığı (200-220 °C), çıkış sıcaklığı (100-130°C) akış hızı ise 22-68 ml/dk olarak bildirilmiştir. Püskürtmeli kurutucudan elde edilen toz ürün akışkan yatak kurutucuya alınmış ve optimum toz ürünü elde etmek amaçlanmıştır. Püskürtmeli kurutucudan elde edilen partiküllerin yapışkan olmadığı ve depolama süresince mikrobiyolojik bozulmalara karşı daha dayanıklı olduğu bildirilmiştir. Ancak besleme hızının artmasıyla tozun su içeriği de artmıştır. Son ürünün kuru madde içeriği büyük oranda çıkış sıcaklığına bağlıdır. Bu çalışmada öncelikle püskürtmeli kurutucuda kurutma işlemi gerçekleştirilmiş ancak kurutulan gıdanın yağ karışımı olması nedeniyle oksidasyonun önlenmesi amacıyla bir sonraki aşama olan akışkan yatak kurutucuya geçilmiş böylece yağ tozlarının fizikokimyasal özelliklerinin geliştirildiği bildirilmiştir.

Koç (2009), yaptığı çalışmada püskürtmeli kurutucu ile yalın (kaplanmamış) yumurta tozu üretimi için ‘yanıt yüzey yöntemi’ kullanarak optimum koşulları belirlemiştir. Optimizasyon çalışma koşulları şöyledir; hava giriş sıcaklığı (165-195°C), hava çıkış sıcaklığı (60-80°C) ve atomizasyon basıncı (196-392 kPa)’dır. Elde edilen ürünün emülsiyon stabilitesi, jel tekstürü, köpük stabilitesi ve renk değişimi incelenmiştir. Yumurta tozu üretimi için en uygun giriş sıcaklığının 171,8 °C, hava çıkış sıcaklığının 72,5 °C, ve atomizasyon basıncının 392 kPa olduğu bildirilmiştir. Optimum çalışma koşullarının belirlenmesinin ardından farklı oranlarda jelatin ve laktoz kaplama materyalleri olarak kullanılmıştır. Çalışma sonucunda kaplanan yumurta tozlarının fonksiyonel özellikleri(nem içeriği, su aktiviteleri, pH’ları gibi)

sabit kalmıştır. Ancak emülsiyon stabiliteğinde bir miktar azalma görülmüştür. Oksidasyon değerini belirleyen peroksit değerlerinde de yalın yumurta tozlarında enkasüle edilmiş yumurta tozlarına oranla daha fazla artış görüldüğü bildirilmiştir.

Dinç ve diğ. (2012), gilaburu (*Viburnum opulus* L.) meyvesinden elde ettikleri meyve suyunun keskin kokusunu maskelemek ve tüketilebilirliğini arttırmak amacıyla püskürtmeli kurutucuda kurutmuşlardır. Toplam kuru madde içeriği %9,25 olan gilaburu suyuna 1/1 ve 1/2 kuru madde / maltodekstrin oranında 18-20 DE maltodekstrin eklenmiştir. Mikroenkapsüle edilen gilaburu suyu örneklerinin nem, toplam antosiyanin, fenolik madde miktarları ve renk analizleri yapılmıştır. Kurutma esnasında hava giriş sıcaklığı (160-180 °C), hava çıkış sıcaklığı (70-75 °C), hava debisi 600 l/saat olarak bildirilmiştir. Çalışma sonucunda maltodekstrin oranının arttırılmasıyla püskürtmeli kurutucu cihazının cam haznesinin yüzeyinde kalan madde miktarının azaldığı görülmüştür. Maltodekstrin arttıkça mikrokapsüllerdeki fenolik madde miktarı oransal olarak azaldığı görülmüştür. Bu azalmanın proses koşullarından değil, çözelti içinde oransal olarak azaldığından kaynaklandığı bildirilmiştir. Kurutma sırasındaki sıcaklık uygulamasının antosiyaninlere zarar verdiği bildirilmiştir. Renk ölçümlerinde ise mikrokapsüle gilaburu suyunun L* değerinde artışın yani beyaza yakınlaşma, a* değerinde düşüşün yani kırmızı rengin azalması, C* değerinin düşmesi yani renk yoğunluğunun azalması gibi sonuçların gözlemlendiği bildirilmiştir.

Erbay (2013), püskürtmeli kurutucu ile 3 farklı emülsiyon hazırlayarak beyaz peynir tozu üretim koşullarının optimizasyonunu gerçekleştirmiştir. Yapılan çalışmada %25 kuru maddeye ayarlanmış peynir tozu, peynir suyu ilaveli peynir tozu ve maltodekstrin ilaveli peynir tozu emülsiyonları hazırlanmıştır. Püskürtmeli kurutucu hava giriş sıcaklığı (160-230°C), atomizasyon basıncı (294,2-588,4 kPa) ve hava çıkış sıcaklığı (60-100°C) olarak belirlenmiştir. Emülsiyon besleme sıcaklığı 45 °C' dir. Beyaz peynir tozu üretiminde püskürtmeli kurutma işlemine etki eden en önemli faktörün çıkış hava sıcaklığı olduğu bildirilmiştir. Kurutma maliyetini arttıran en önemli etkinin atomizasyon basıncı olduğu, çıkış sıcaklığının maliyete önemli bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Maltodekstrinin toz ürünün fiziksel özelliklerini (yığın yoğunluğu, ıslanabilirlik, dağılılabilirlik gibi) geliştirdiği belirlenmiştir. Beyaz peynir tozu üretiminde optimum üretim koşulu 174,2°C giriş sıcaklığı, 353,8 kPa atomizasyon basıncı ve 68,1 °C çıkış sıcaklığı olarak bildirilmiştir.

Patil ve diğ. (2014), yaptıkları çalışmada guava (Meksika , Orta ve Güney Amerika'da yetişen bir meyve) suyunu 12° Brix olarak hazırlamışlar ve farklı oranlarda (%7-12) maltodekstrin ilave etmişlerdir. Yanıt yüzey yöntemi ile elde edilen guava suyu tozunun nem, suda çözünübilirlik, dağılıbilirlik ve C vitamini içeriğini araştırmışlardır. Kurutma işlemi 170-185°C giriş sıcaklığı, 80-85°C çıkış sıcaklığında, 4 kg/cm² hava basıncında gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda guava suyu tozlarının fizikokimyasal özelliklerini ve C vitamini içeriğini etkileyen en önemli faktörün giriş sıcaklığı sonraki etkili faktörün maltodekstrin olduğu bildirilmiştir. Optimum hava giriş sıcaklığını 185°C ve tavsiye edilen maltodekstrin oranı ise %7 olarak bildirilmiştir.

Tee ve diğ. (2012), yaptıkları çalışmada betel biberi(*Piper betle L.*) yapraklarının ekstraktlarını hazırlamışlar ve 10°Brix değerine kadar konsantre etmişlerdir. Taşıyıcı ajan olarak %5 m/v oranında, 9<DE<12 değerlikli maltodekstrin kullanılmıştır. Betel biberi yapraklarının tozunun hidrosikavitol içeriği ve partikül boyutu, nem içeriği, higroskopisi incelenmiştir. Kurutma koşulları şöyledir; hava giriş sıcaklığı 120-160°C, aspirasyon oranı %80-100, besleme hızı ise 5-15 ml/dk'dır. Hava giriş sıcaklığının arttıkça hidrosikavitol miktarı, partikül boyutu, higroskopi artmış; toz ürünün nem içeriği azalmıştır. Hava giriş sıcaklığının ve aspirasyon oranının artması, besleme akış hızının azalması kurutma verimini arttırmıştır. Yanıt yüzey yöntemi kullanılarak değerlendirilen sonuçlara göre optimum işlem koşullarının 159,52 °C hava giriş sıcaklığı, 10,5 ml/dk besleme hızı ve %98,33 aspirasyon oranı olduğu bildirilmiştir.

Pauletti ve Amestoy (1999), taşıyıcı olarak peynir altı suyu ve maltodekstrin kullanarak tereyağını enkapsüle edip, püskürtmeli kurutucuda toz tereyağına dönüştürmüşlerdir. Maltodekstrin oranı % 10-30 arasındadır. Emülsiyon katı maddesi %30-50 arasındadır ve tereyağının yağ konsantrasyonu emülsiyon katı maddesiyle ilgilidir ve %30-50 arasında farklı değerlerdedir. Hazırlanan emülsiyonlar 50°C' de püskürtmeli kurutucuya beslenmiştir. Hava giriş sıcaklığı 180 °C ve hava çıkış sıcaklığı 80 °C'dir. Çalışma sonunda elde edilen verilere regresyon analizi yapılmış ve %15 ile %20 arasında kullanılan maltodekstrinin kurutma veriminin mükemmel olduğu bildirilmiştir.

Bu çalışmada püskürtmeli kurutucu ile kemik suyu üretimi amaçlanmış ve üretim esnasında kaplama yardımcı materyali olarak %20 maltodekstrin, %20 peynir altı suyu protein izolatı, %10 maltodekstrin ve %10 peynir altı suyu protein izolatı birlikte kullanılarak  farklı bileşimli kemik suyu tozu elde etmek amaçlanmıştır. Ardından elde edilen kemik suyu tozları  aylık depolamaya tabi tutularak depolama sırasında, üründe meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimler gözlenmeye çalışılmıştır.



7. MATERYAL VE YÖNTEM

7.1 Materyal

Bu çalışmada sığır uyluk (*osFemur*) ve ön kol (*osHumerus*) kemikleri materyal olarak seçilmiş ve kemikler Denizli’de yerel bir kasaptan üretimin yapılacağı günlerde temin edilmiştir. Mikroenkapsülasyonda kullanılan peynir altı suyu protein izolatıdır, Hardline Hıpro Isowhey markalı ürün içeriği şöyledir; 100 g’da 1,2g karbonhidrat, 2 g yağ, ve 96,8 g proteindir. Maltodekstrin (Hardline Carbopure %100) gıdalarda kullanılabilir saflıkta olup yerel bir firmadan satın alınmıştır.

7.2 Yöntem

7.2.1 Püskürtmeli Kurutucu

Kurutma işlemi Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde, Buchi marka B-290 model püskürtmeli kurutucu ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan püskürtmeli kurutucu özellikleri şöyledir; besleme sıvısını çok küçük çapa (1-25µm) sahip parçacıklar halinde püskürten, hava giriş sıcaklığı maksimum 220°C’ye çıkabilen, 46 kg ağırlığında ve 65 x 110 x 70 cm boyutlarındadır. Hava giriş ve çıkış sıcaklığı istenilen sıcaklığa ayarlanabilmektedir. Yine pompa gücü ve aspirasyon hızı istenilen değerlere göre ayarlanabilmektedir. Kurutulmuş ürün siklon seperatörle ayrılmakta ve ürün cam haznede toplanmaktadır.

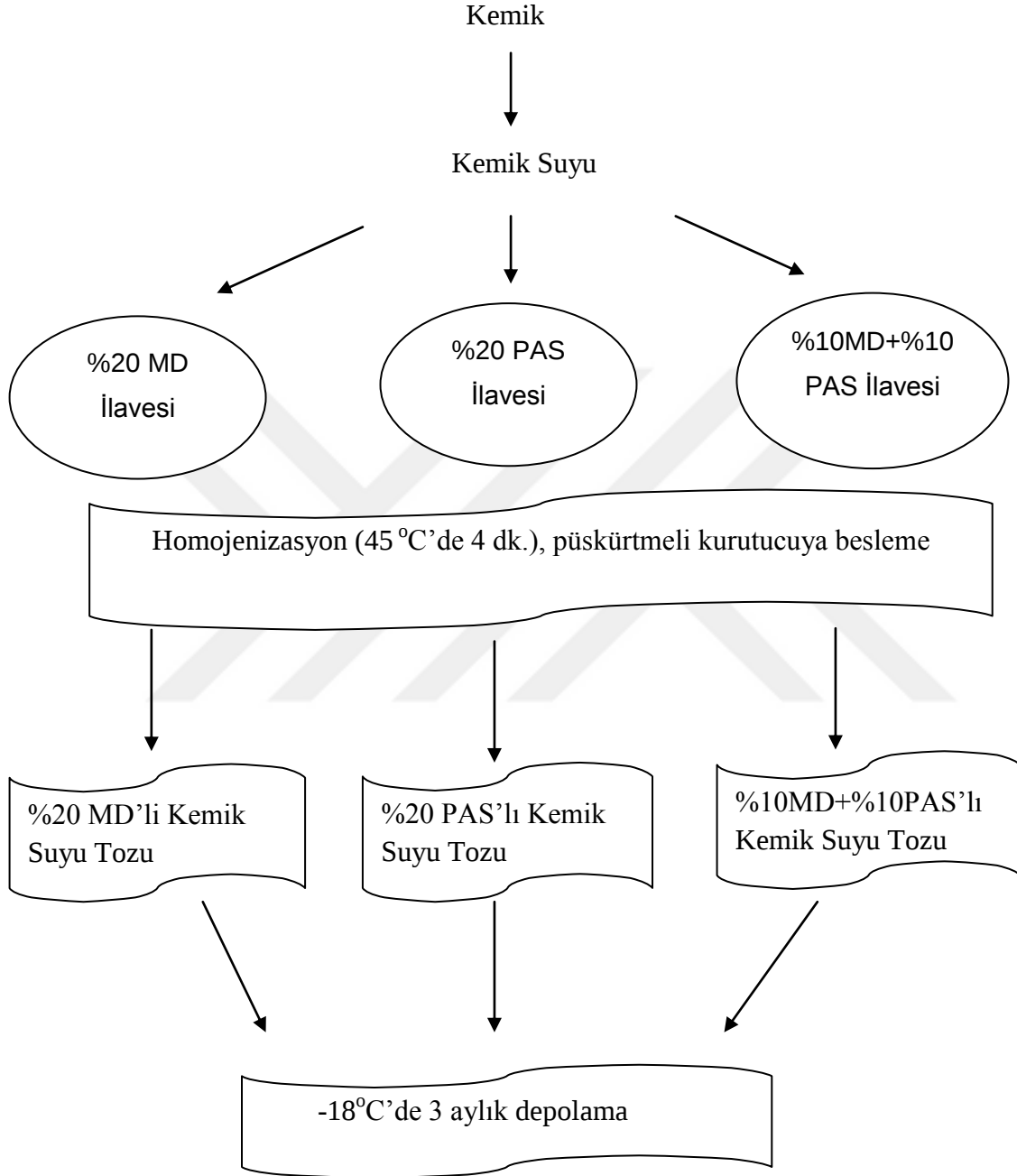
7.2.2 Kemik Suyu Tozu Üretimi

Kemik suyu (Kidd 2001), tarafından önerilen yönteme göre üretilmiştir. Kemik suyu tozu üretimi deneme deseni Şekil 7.1’de görüldüğü gibi, üretim akım şeması ise Şekil 7.2’de görüldüğü gibidir. Kemikler uygun boyutlarda (20-25 cm) kırılmıştır. Her üretimde 5-6 kg arasında sığıra ait ilikli kemik kullanılmıştır. Kemikler 0,5-1 saat 30-40°C suda bekletilmiştir. Kan giderme işlemi olarak adlandırılan bu işlemin ardından süzme işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra kemikler kaynamak üzere açık kazana alınmış 1’e 1 oranında su ilave edilerek, etkili bir ekstraksiyon sağlanması için 5-6 saat arası kaynatılmıştır. Kaynama işlemi bittikten sonra kemikler ayrılmış; elde edilen kemik suyu emülsiyon elde etmek üzere kaplama materyali ilavesi yapılmıştır. %20 maltodekstrin ilave edilerek 1. emülsiyon, %20 peynir altı suyu protein izolatı ilave

edilerek 2. emülsiyon ve %10 maltodekstrin ile %10 peynir altı suyu protein izolatu birlikte ilave edilerek 3. emülsiyon oluşturulmuştur. Emülsiyon kuru maddesi %20 olacak şekilde ayarlanmıştır. Hazırlanan 3 emülsiyon ve yalın kemik suyu püskürtmeli kurutucuya beslenmiştir.

%20 maltodekstrin ilave edilerek elde edilen kemik suyu tozu bundan sonraki bölümlerde %20MD'li olarak adlandırılacaktır. %20 peynir altı suyu protein izolatu ilave edilerek elde edilen kemik suyu tozu bundan sonraki bölümlerde %20PASPI'li olarak adlandırılacaktır. %10 maltodekstrin ve %10 peynir altı suyu protein izolatının birlikte ilave edilmesiyle elde edilen kemik suyu tozu ise bundan sonraki bölümlerde %10MD+%10PASPI'li olarak adlandırılacaktır.

7.2.3 Kemik Suyu ve Kaplama Materyalleri İle Emülsiyon Hazırlama



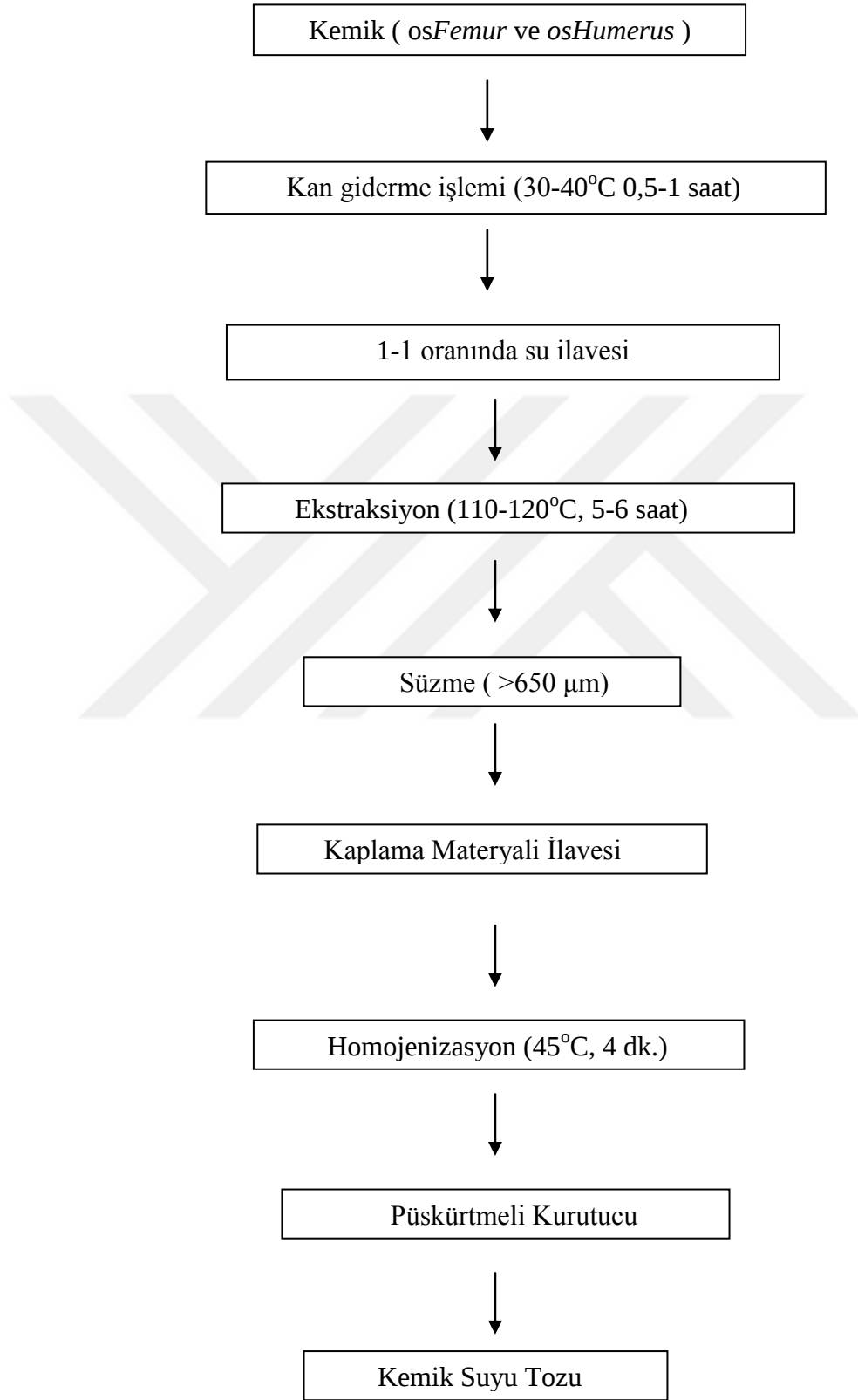
Şekil 7.1: Kemik Suyu Tozu Üretimine Ait Deneme Deseni

Örnekler kurutma öncesi homojenizatörde (Witeg) 4 dakika (80s yavaş, 80s orta ve 80s hızlı düzeyde) karıştırılmıştır. Püskürtmeli kurutma işlem koşulları literatürde kurutulmuş farklı gıdaların değerleri göz önüne alınarak şöyle seçilmiştir;

hava giriş sıcaklığı 185°C, hava çıkış sıcaklığı 95°C, aspirasyon yüzdesi %90, pompalama yüzdesi %84, besleme sıcaklığı 50°C'dir. Besleme sıcaklığının ayarlanmasında çalkalamalı su banyosundan (ST 30 Nüve) yararlanılmıştır.

Çalışmada kullanılan kemik suyu ve kemik suyu ile elde edilen emülsiyonlar püskürtmeli kurutucuya beslenmiş ve % 20 maltodekstrin ilaveli kemik suyu tozu (%20 MD), % 20 peynir altı suyu tozu ilaveli kemik suyu tozu (%20 PAS) ve %10 maltodekstrin artı %10 peynir altı suyu tozu ilaveli kemik suyu tozu (%10 MD+%10 PAS) elde edilmiştir. Yalın kemik suyunun püskürtmeli kurutucuya beslenmesi sonucu besleme hızının fazla olması nedeniyle sıcak havayla temas eden kemik suyu toz haline gelememiştir ve sıvılaşma olmuştur. Kurutma sonucu elde edilen kemik suyu tozları yalnızca enkapsüle edilmiş kemik suyu tozlarıdır. Elde edilen kemik suyu tozlarına bileşim analizleri, renk tayini, partikül boyutu tayini, su aktivitesi, partikül yoğunluğu, ve toz ürünlerin rekonsitütasyon özelliklerini belirlemede kullanılan ıslanabilirlik, dağılılabilirlik ve çözünürlük indeksi analizleri uygulanmıştır.

Kemik suyu tozları -18° C'de 3 ay depolanmıştır. Sıfırinci ay başlangıç olmak üzere (0. 1. 2. ve 3. ay sonunda oksidasyon derecesi, enzimatik olmayan esmerleşme indeksi, renk, asitlik ve pH değişimi gözlenmiştir.



Şekil 7.2: Kemik suyu tozu üretimi akım şeması

7.2.4 Kemik Suyu Tozuna Uygulanan Analizler

7.2.4.1 Bileşim Analizleri

Kemik suyu tozlarına nem analizi, 5 g örneğin 105°C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar tutulması sonucu meydana gelen ağırlık kaybından % olarak hesaplanmıştır (AOAC 2006). Protein analizinde Kjeldahl metodu kullanılmıştır, azot miktarı % olarak belirlendikten sonra elde edilen değerin 6,25 faktörü ile çarpılmasıyla protein miktarı % olarak hesaplanmıştır (AOAC 2006).

Kemik suyu tozlarının kül miktarı; toz üründen 3-5 g örnek alınarak 550°C’deki kül fırınında esmer lekeler kalmayınca kadar yakılmasıyla meydana gelen ağırlık kaybından % olarak hesaplanmıştır (AOAC 2006).

Kemik suyu tozlarının yağ miktarı Flynn and Bramblett (1975)’e göre saptanmıştır. 10 g örnek 100 ml kloroform-metanol (2:1) çözeltisiyle karıştırılır. Karışım, ayırma hunisine filtre kağıdı yardımıyla süzülür. Ayırma hunisine 10 ml %0,5’lik CaCl₂ ilave edilerek etkin bir şekilde çalkalanır. Ayırma hunisinin havası alınarak 24 saat faz ayrımı oluşması için beklenir. 24 saat sonunda alt faz 105°C’de 2 saat bekletilmiş soğutulmuş ve darası alınmış yağ balonlarının içerisine alınır. Yağ balonuna 40°C’de vakum altında damıtma işlemi uygulanır. Kuruyan balon tekrar tartılarak aşağıdaki formülle % yağ miktarı hesaplanır.

$$\% \text{ Yağ} = \frac{(\text{Dara+yağ}) - \text{Dara}}{\text{Örnek miktarı}} \times 100 \quad (7.1)$$

Kemik suyu tozlarının pH değeri, örnek kuru maddesi %10 (g/g) olacak şekilde 45 °C’ deki saf su ile sulandırıldıktan ve Ultra Turrax ile homojen hale getirildikten sonra pH metre ile ölçülmüştür.

7.2.4.2 Su Aktivitesi Tayini

Püskürtülerek kurutulmuş kemik suyu tozu örneklerinin su aktivitesi, $\pm 0,001$ hassasiyete sahip su aktivitesi ölçüm probu (Testo-AG 400) kullanılarak belirlenmiştir. 3-4 g örnek hızlı bir şekilde cihazın paslanmaz çelikten yapılmış haznesine yerleştirilmiştir. Cihazın göstergesinden su aktivitesi değeri direkt olarak okunmuş ve kaydedilmiştir.

7.2.4.3 Renk Tayini

Kemik suyu tozlarında, Hunter LabScan Colorimeter (HunterLab MiniScan XE, Amerika) cihazı kullanılarak renk analizleri yapılmıştır. Cihaz üç boyutlu renk ölçümünü temel almakta, Y eksenindeki L; 0 = siyahtan, 100 = beyaza kadar olan örneğin açıklık-koyuluk, X eksenindeki a; yeşil (-a), kırmızı (+a), Z eksenindeki b; sarı (+b), mavi (-b) renk boyutunu ve yerini ifade etmektedir.

7.2.4.4 Partikül Büyüklüğü Tayini

60 °C'lik etüvde kurutulup, stamlara yerleştirilerek altın/palladium ile kaplanan toz örneklerin (%10 MD ilaveli KS, %20 PAS ilaveli KS ve %10+%10 MD+PAS ilaveli KS), Pamukkale Üniversitesi Elektron Mikroskobu Birimindeki Alan Emisyon Taramalı Elektron Mikroskobunda (FESEM-Carl Zeiss, Supra 40 VP) incelenerek mikrografları alınmıştır.

7.2.4.5 Rekonsitütasyon Özellikleri

Kemik suyu tozunda ıslanabilirlik, dağılılırlik ve çözünürlük indeksi analizleri (Jinapong 2008)' e göre yapılmıştır. Islanabilirlik analizi için, 0,075 g toz ürün tartılır ve belli bir yükseklikten tel süzgeçten geçirilerek 35°C'de 100 ml saf suyun içersine serpilir. Örneklerin ıslanma anı gözlemlenir ve ıslanma süresi kaydedilerek ıslanabilirlikleri saniye cinsinden belirlenmiş olur. Dağılılırlik analizi için 1 g örnek 10 ml saf suyun içersine boşaltılır ve 30 saniye boyunca toz suyun içersinde belirli hareketlerle karıştırılır. (25 kez saat yönünde, 25 kez ters yönde) ve ürün batırılmaya çalışılır. Sonrasında karışım 500µm'lik eleklerden geçirilir. Süzüntü darası bilinen petrilere toplanır ve petrillerdeki örneklere kuru madde tayini yapılır. Dağılılırlik hesaplaması şu şekilde yapılır :

$$\text{Dağılabilirlik} = \frac{(m_w + m_p) \times \left(\frac{\%M_1}{100} \right)}{m_p \times \frac{\%M_p}{100}} \times 100 \quad (7.5)$$

Eşitlik (2)'de m_w kullanılan saf suyun ağırlığı, m_p analize alınan toz ağırlığı M_1 elekten geçen karışımın kuru maddesi M_p ise kemik suyu tozunun kuru maddesidir.

Çözünürlük indeksinin belirlenmesinde 1 g toz ürün cam test tüpüne tartılır. Üzerine 5ml, %5'lik NaCl eklenir (m/v) ve tüpler güçlü bir şekilde karıştırılır. Tüplerdeki örneklerin 25°C'de Refraktif İndeks (RI) değeri okunur. Aynı zamanda %5'lik NaCl'nin de RI değeri okunup kaydedilir. Hesaplama şöyle yapılır :

$$\text{Haenni Değeri} = y = (RI_{\text{örnek}} - RI_{\text{NaCl}}) \times 1000 \quad (7.5)$$

$$\text{Çözünürlük İndeksi (Çİ)} = [\log(y) - 0,445] / 0,01 \quad (7.5)$$

7.2.5 Depolama Süresince Yapılan Analizler

7.2.5.1 Nem Tayini

0.1. 2. ve 3. ayların sonunda kemik suyu tozlarının nem analizleri 5 g örneğin 105°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar tutulması sonucu meydana gelen ağırlık kaybından % olarak hesaplanmıştır (AOAC 2006).

7.2.5.2 Oksidasyon Derecesi (TBA tiobarbütirik asit Analizi)

Kemik suyu tozlarında depolama boyunca meydana gelen lipid oksidasyonunun son ürününü belirlemek amacıyla TBA (tiobarbütirik asit) analizi Witte ve diğ. (1970) tarafından kullanılan metot modifiye edilerek yapılmıştır. 5 g örnek erlene tartılmıştır ve üzerine 50 ml %20'lik TCA çözeltisi ilave edilerek homojenizatörde 2 dk süreyle karıştırılmıştır ve karışım üzerine 50 ml su konularak 1 dk daha karıştırılmıştır. Karışım 100 ml'lik balon jojeye bir huniden filtre kağıdı yardımıyla süzölmüştür. 10 ml süzöntü balon jodeden alınıp deney tüpüne aktarılmıştır. Deney tüpünün üzerine 10 ml 0,02 M TBA çözeltisi ilave edilmiştir. Aynı şekilde 10 ml 1:1 TCA/Su ve 0,02 M TBA ile kör numune hazırlanmıştır. Tüpler karıştırılarak 30

dk 70°C’de su banyosunda bekletilmiş ve sonra soğutulmuştur. Süre sonunda sarı renk pigmentler oluştuğu gözlenmiş ve bu gözleme dayanarak okumalar 450 nm’de (A_{450}) yapılmıştır.

7.2.5.3 Enzimatik Olmayan Esmerleşme İndeksi (Eİ)

Kemik suyu tozlarında oluşmuş esmer pigmentlerin belirlenmesi Palombo ve diğ. (1984) ve Erbay (2013) ’de belirtilen şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu analizde amaç ; kemik suyu tozlarında oluşmuş esmer pigmentlerin, pronaz enzimi ile gerçekleştirilen proteoliz aracılığıyla açığa çıkartılarak, spektrofotometrik olarak ölçülmesidir. Analizde kullanılan pronaz çözeltisi, 10 mg pronaz enzimi ile 1ml Tris tamponunun karıştırılması ile elde edilir. Tris tamponu 0,2 M hidroksi(metil)aminometan ve 50mM kalsiyum klorür ile hazırlanır. Tris tamponunun pH’sı 0,2 M hidrojen klorür ile 7.0’a ayarlanır. Test tüplerine 1’er g kemik suyu tozu örneği tartılır üzerine 50°C’de 5 ml saf su eklenip, tüp karıştırıcısı ile tozlar saf su içinde çözündürülür. Çözünmüş örnekten 1,5 ml’si yeni test tüplerine alınır, üzerine pronaz çözeltisinden 0,4 ml eklenip hafifçe karıştırılır ve 45°C’deki su banyosunda 120 dk inkübe edilir. İnkübasyon sonrasında test tüpleri buzlu su ile hızlı bir şekilde soğutulur ve örnekler 150 µL %100’lük (w/v) TCA eklenir. Daha sonra tüpler soğutmalı bir santrifüj (Nüve NF 800) ile 4°C’de 4000 rpm’de 20 dakika boyunca santrifüj edilir. Santrifüj sonunda sıvı kısım alınır ve 420 nm’de ve 550 nm’de absorbanlar spektrofotometre ile ölçülür ve optik yoğunluk (OD) değeri aşağıdaki eşitlikle belirlenir.

$$OD = A_{420} - A_{550} \quad (7.3)$$

Kemik suyu tozu örnekleri için esmerleşme indeksi değerleri, OD/g kuru madde olarak hesaplanmıştır. Eİ değerinin yüksekliği örnekteki enzimatik olmayan esmerleşmenin derecesini göstermektedir.

7.2.5.4 Renk

0. 1. 2. ve 3. ayların sonunda kemik suyu tozlarına Hunter LabScan Colorimeter (HunterLab MiniScan XE, Amerika) cihazı kullanılarak renk analizleri yapılmıştır.

7.2.5.5 Titre Edilebilir Asitlik Tayini ve pH Analizi

0.1.2. ve 3. ayların sonunda kemik suyu tozlarının titre edilebilir asitlik analizi yapılmıştır ve pH'ları belirlenmiştir.



8. BULGULAR

8.1 Kemik Suyu Tozu Üretimi

Kemik suyu tozu üretmek amacıyla hazırlanan emülsiyonlar püskürtmeli kurutucuya beslenmiştir. %20 MD'li , %20 PASPİ'li ve %10 MD+%10 PASPİ'li emülsiyonlardan kemik suyu tozu elde edilebilmiştir. Ancak yalın kemik suyu kurutucunun cam yüzeyinde yukarıdan aşağıya akışkan bir sıvı olarak akmış ve toz haline gelememiştir. Bu sonuçtan yola çıkarak enkapsülasyonun kemik suyu tozu elde etmede çok önemli bir basamak olduğu gözlenmiştir.

8.2 Kemik Suyu Tozu Analiz Sonuçları

8.2.1 Kemik Suyu Tozu Örneklerinin Kimyasal Kompozisyonu

Kemik suyu tozu örneklerinin kimyasal kompozisyonu Çizelge 8.1'de verilmiştir. Buna göre örneklerin nem miktarları % 6,73 ile %7,69 arasında, protein miktarları %6,19 ile %11,81 arasında, yağ miktarları %6,39 ile %13,98 arasında ve kül miktarları %0,37 ile %1,66 arasında değerler almıştır.

Tablo 8.1: Kemik suyu tozlarının kimyasal kompozisyonu

Örnek	Nem (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Kül (%)
%20 MD	6,73 ^a ±0,29	6,19 ^a ±0,34	6,39 ^a ±0,25	0,37 ^a ±0,06
%20PASPİ	6,94 ^b ±0,29	11,81 ^c ±0,34	13,98 ^c ±0,25	1,66 ^c ±0,06
%10MD+%10PASPİ	7,69 ^c ±0,29	7,86 ^b ±0,34	7,48 ^b ±0,25	1,00 ^b ±0,06

* Sonuçlar ortalama ± standart hata şeklinde verilmiştir.

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir

(P<0,05).

%20 MD= %20 maltodekstrin ilaveli kemik suyu tozu

%20 PASPİ= %20 peyniraltı suyu protein izolatu ilaveli kemik suyu tozu

%10MD+%10PASPİ= %10 maltodekstrin ve %10 peyniraltı suyu protein izolatu ilaveli kemik suyu tozu

Çalışmada destek materyali olarak kullanılan %20MD, %20 PAS ve %10MD+%10PAS'ın son ürünün nem miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak

önemlidir ($P<0,05$). Literatür taraması sonucu, kemik suyu tozu üretimine yönelik bir çalışma olmadığı için bu çalışmaya benzer şekilde çeşitli hayvansal gıdaların püskürtmeli kurutucularda kurutulduğu çalışmalar referans alınmıştır. Bu konu ile ilgili olarak tavuk göğüs etlerinin protein hidrolizatları üretimi için püskürtmeli kurutucu ile kurutulduğu bir çalışmada elde edilen son ürün nem içeriğinin %2'nin altında kaldığı görülmektedir. Nem içeriğinin bu kadar düşük seviyelerde kalmasının en önemli nedeninin ise kullanılan destek materyali çeşidi ve kurutucuya beslenen çözeltideki destek materyali oranı olduğu belirtilmiştir (Kruzowa ve diğ. 2009). Erbay ve diğ. (2014) yaptıkları çalışmada ise püskürtmeli kurutucu kullanılarak üretilen peynir tozlarında nem içeriğinin %2 civarında olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada kemik suyu tozlarında nem içeriğinin %5'in üzerine çıkmasının besleme çözeltisinin kuru madde konsantrasyonuna ve kurutucu giriş sıcaklığına bağlı olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 8.1'de 3 farklı bileşime sahip kemik suyu tozlarının protein analiz sonuçları görülmektedir ve değerlerin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0,05$). %20 MD'li kemik suyu tozu ile %20 PAS'lı kemik suyu tozu arasında protein miktarı bakımından farklılıklar vardır ($p<0,05$). %20 PAS'lı kemik suyu tozunda protein miktarı daha fazla tespit edilmiştir. Bu durumun peynir altı suyu tozundan gelen proteinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yine %10 MD+%10 PAS içeren kemik suyu tozu ile %10 MD içeren kemik suyu tozu arasında protein miktarı bakımından farklılıklar vardır ($p<0,05$). Emülsiyonda peynir altı suyu tozu miktarı arttıkça kemik suyu tozunda protein miktarlarının arttığı tespit edilmiştir.

Kemik suyu tozlarının protein içeriklerine bakıldığında en yüksek proteine %20 PAS'lı kemik suyu tozunun sahip olduğu görülmüştür. Kidd (2001) tarafından yapılan çalışmada, kemik suyunun protein içeriği %28 olarak bildirilmiştir. Hayvan yemlerine katkı olarak ilave edilen kemik ununun protein içeriğinin ise %6,5 olduğu bildirilmiştir (Anonim 2016 c). Bu çalışmadaki %20 PAS'lı kemik suyu tozunun protein içeriğinin %11,81 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç benzer iki çalışmanın arasında bir değerdir.

Çalışmada en yüksek yağ miktarı %20 PAS içeren örneklerde tespit edilmekle birlikte, kemik suyu tozlarının yağ miktarları arasında farklılıklar vardır ($p<0,05$). Bu çalışmada yalın kemik suyu, kemik suyu tozu haline getirilememiştir. Yalın kemik

suyundan kemik suyu tozu elde edilememesinin nedeni kemik suyunun yapısında bulunan yağın püskürtmeli kurutucunun cam yüzeyine yapışması ve kuruma evresine geçmeden sıvılaşmasıdır. Yağ miktarı yüksek gıdaların kurutulmasında enkapsülasyonun oldukça önemli olduğu bildirilmiştir (Pauletti ve Amestoy,1999). Literatürle örtüşen bu durum kemik suyu gibi yağlı gıdaların püskürtmeli kurutma ile kurutulmasında enkapsülasyonun vazgeçilmez bir basamak olduğunu göstermektedir.

Kemik suyu tozlarının kül miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0,05$). Kül miktarlarına bakıldığında en fazla kül içeriği %1,66 ile %20 PAS içeren kemik suyu tozunda tespit edilmiştir. %20 PAS içeren kemik suyu tozunu 1,00 ile %10 MD+%10 PASPİ takip etmektedir. En az kül içeriğine ise 0,37 ile %20 MD içeren kemik suyu tozu sahip olduğu tespit edilmiştir.

8.2.2 Kemik Suyu Tozu Örneklerinin pH ve Su Aktivitesi (a_w)

%20 MD, %20 PAS ve %10MD+%10 PASPİ içeren kemik suyu tozlarına ait pH ve su aktivitesi (a_w) değerleri ortalamaları Çizelge 8.2’de verilmiştir.

Tablo 8.2’ de kemik suyu tozu örneklerinin pH ve a_w değerleri görülmektedir

Örnek	pH	a_w
%20 MD	6,64 ^b ±0,03	0,202 ^a ±0,00
%20PAS	6,83 ^a ±0,03	0,162 ^c ±0,00
%10MD+%10PAS	6,73 ^{ab} ±0,03	0,168 ^b ±0,00

*Sonuçlar ortalama ± standart hata şeklinde verilmiştir.

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

%20 MD, %20 PAS ve %10MD+%10 PAS içeren kemik suyu tozlarına ait; pH değerleri 6,64 ve 6,83 arasında değerler almaktadır. pH değerleri incelendiğinde %20 MD’li örnek ile %20 PAS’lı örnek arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). Ancak %10MD+%10PAS’lı örnek ile diğer iki kemik suyu tozu örneği arasında istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur. ($p>0,05$). Koç (2009), yaptığı çalışmada yumurta tozu örneklerinin pH değerini 7.4 seviyesinde tespit etmiştir. Koç

(2008), yaptığı çalışmada yoğurt tozu örneklerinin pH değerini 3,92 ile 4,41 arasında değerlerin aldığını bildirmiştir. Zafer (2013), yaptığı çalışmada peynir tozu örneklerinin pH değerlerinin 5,37 ile 5,48 arasında olduğunu bildirmiştir. Kemik suyu tozlarının pH değerleri literatürde farklı gıdalarla karşılaştırıldığında asidik yoğurt ve peynir ile bazik değerdeki yumurtanın arasında (6,64-6,83) arasında kalmıştır. Kemik suyu tozlarının nötre yakın pH değerlerinde olduğu bulgulanmıştır.

Kemik suyu tozu a_w değerleri ise 0,162 ve 0,202 değerleri arasında değişmektedir. a_w değerlerine bakıldığında 3 kemik suyu tozu örneği de istatistiksel olarak birbirlerinden farklı olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Koç (2009), yaptığı çalışmada yumurta tozu örneklerinin a_w değerleri 0,100 ile 0,144 arasında olduğunu bildirmiştir. Koç (2008), yaptığı çalışmada yoğurt tozu örneklerinin a_w değerlerinin 0,096 ile 0,166 arasında olduğunu bildirmiştir. Kemik suyu tozlarının a_w değerleri literatürdeki toz ürünlerin a_w değerleriyle uyumluluk göstermiştir.

8.2.3 Kemik Suyu Tozu Örneklerinin İslanabilirlik, Dağılabilirlik ve Çözünürlük İndeksi

%20 MD, %20 PAS ve %10MD+%10 PAS içeren kemik suyu tozlarına ait ıslanabilirlik, dağılabilirlik ve çözünürlük indeksi bulguları Çizelge 8.3’de verilmiştir. Kemik suyu tozlarının ıslanabilirlik değerleri 44,67 sn ile 72,7 sn arasında değişmektedir. Dağılabilirlik değerleri %4,79 ile %5,84 arasında; çözünürlük indeksi ise %71,0 ile %81,16 arasında değişmektedir.

Tablo 8.3: Kemik suyu tozu örneklerinin ıslanabilirlik dağılabilirlik ve çözünürlük indeksi değerleri görülmektedir.

Örnek	İslanabilirlik(sn)	Dağılabilirlik(%)	Çözünürlük İndeksi (%)
%20 MD	44,67 ^c ±1,61	5,815 ^a ±0,23	71,00 ^c ±0,33
%20PAS	72,70 ^a ±1,61	4,79 ^b ±0,23	81,16 ^a ±0,33
(%10MD+%10PAS	56,02 ^b ±1,61	5,84 ^a ±0,23	73,84 ^b ±0,33

* Sonuçlar ortalama ± standart hata şeklinde verilmiştir.

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$)

Kemik suyu tozu örneklerin ıslanabilirlik süreleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). İslanabilirlik değeri en düşük olan (en hızlı suyla temas

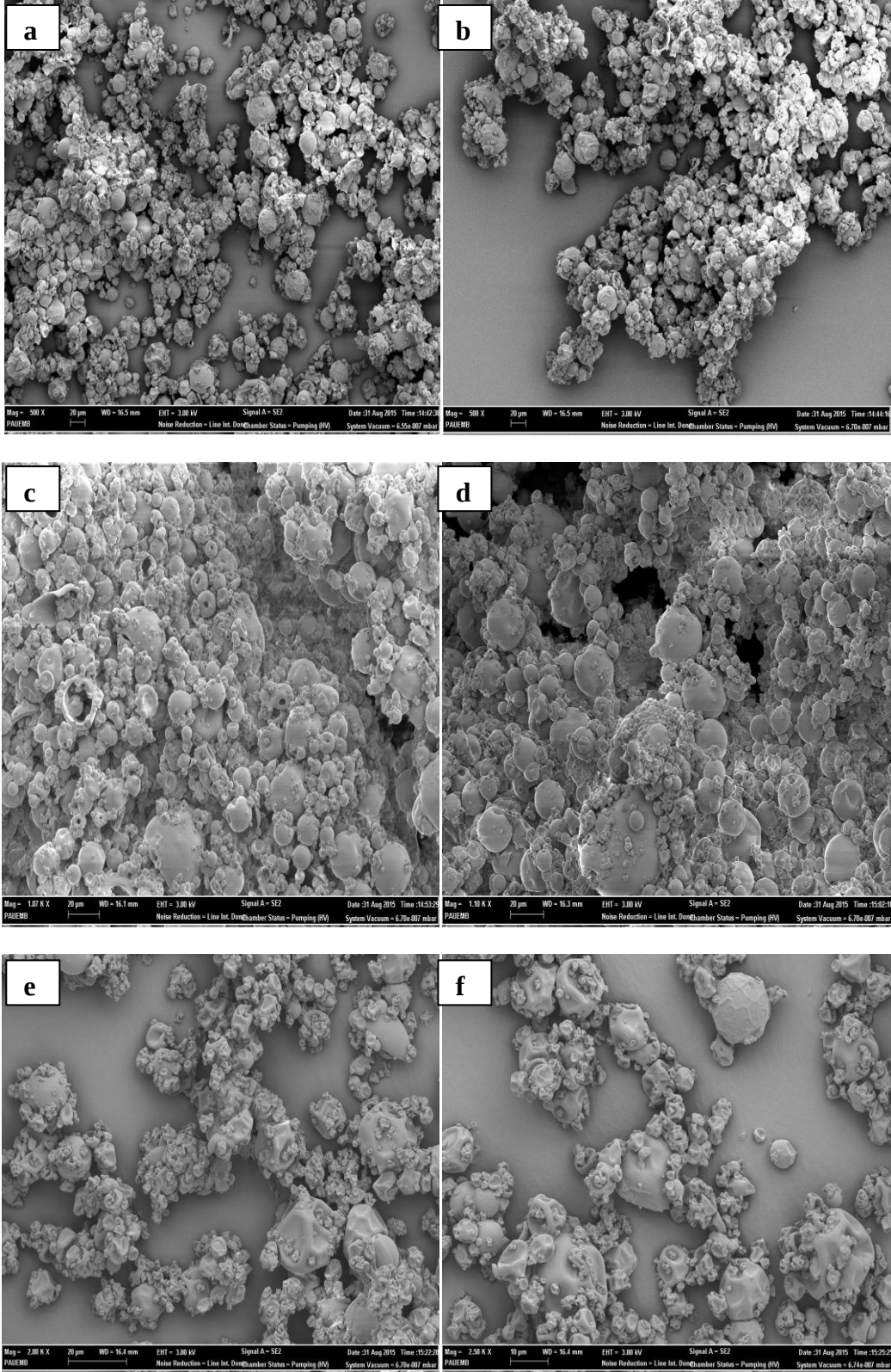
eden) %20 MD’li iken, ıslanabilirlik değeri en büyük olan(en yavaş suyla temas eden) örnek %20 PAS’lı örnektir. Kemik suyu tozlarından dağılıbilirlik değeri en yüksek olan %10MD+%10PAS’lı örnektir ve istatistiksel olarak %20 MD’li örnekle anlamlı bir farklılık yoktur ($p>0,05$). Ancak %20 PAS’lı örneğin dağılıbilirlik değeri diğer iki örnekten istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir ($p<0,05$). Kemik suyu tozlarının çözünürlük indeksleri arasındaki farklar da istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Jinapong (2008), soya sütü tozu ile yaptığı çalışmada soya sütü toz örneklerinin ıslanabilirlik değerlerinin 57,4 sn ile 308,0 sn arasında ve dağılıbilirlik değerlerinin %62,3 ile %94,0 arasında olduğunu bildirmiştir. Erbay (2013), peynir tozları ile yaptığı çalışmada peynir tozu örneklerinin ıslanabilirlik değerlerinin 44,4 s ile 67,9 s arasında ve dağılıbilirlik değerlerinin %62,76 ile %63,45 arasında olduğunu bildirmiştir. Kemik suyu tozlarının ıslanabilirlik değerlerinin 44,67 s ile 72,70 s arasında olduğu tespit edilmiştir. Ancak kemik suyu tozlarının dağılıbilirlik değerleri 4,79 ile 5,84 arasındadır ve yapılan çalışmalardan düşük değerlerdedir. Kemik suyu tozu örneklerinin düşük dağılıbilirlik değerlerinde olmasının yağ oranının çalışmalarda kullanılan diğer gıdalara oranla yüksek olması olabileceği düşünülmektedir.

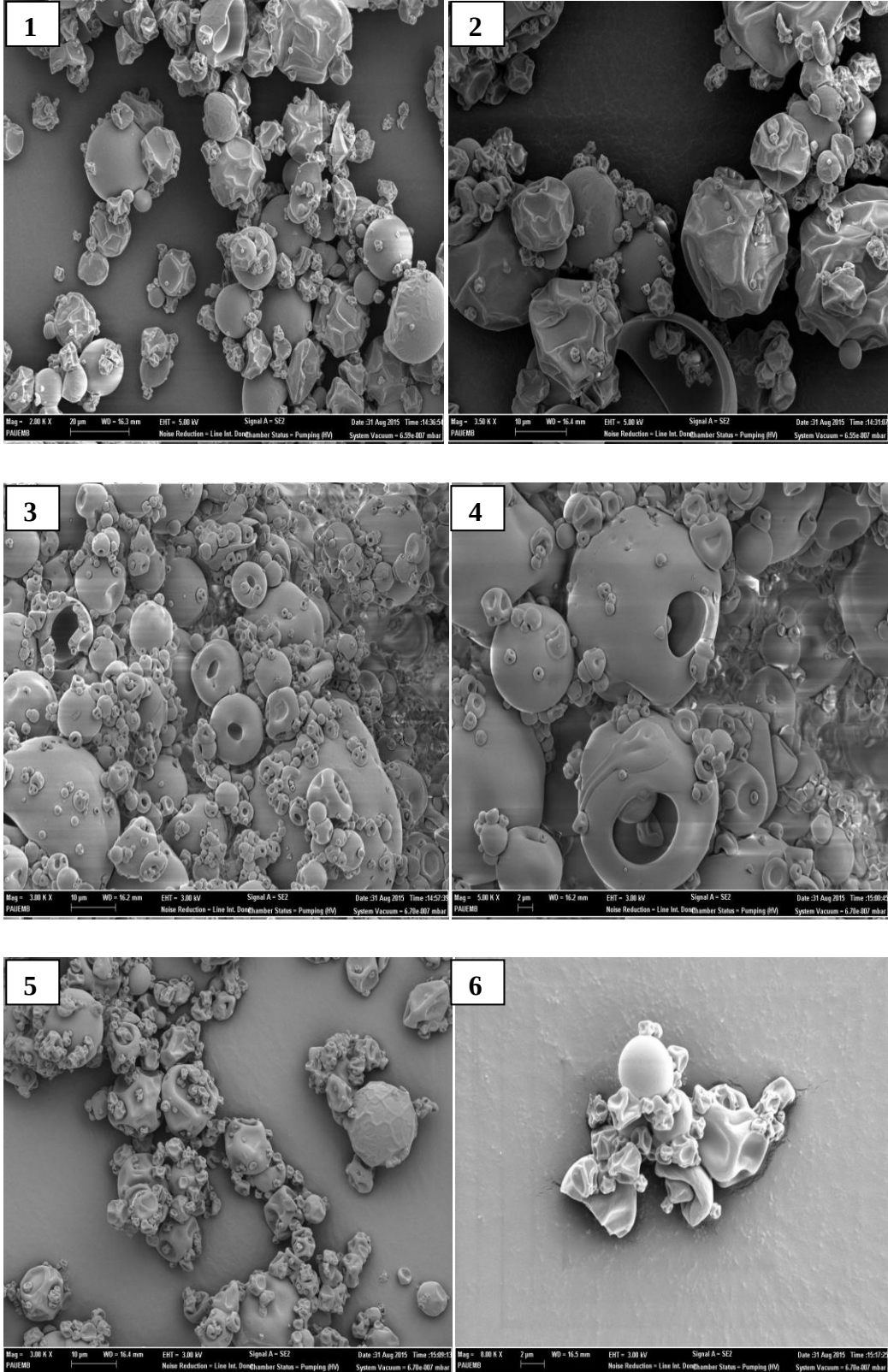
Kemik suyu tozlarının çözünürlük indeksi değerleri %71,00 ile %81,16 arasında bulgulanmıştır. Erbay (2013), tarafından yapılan peynir tozu örneklerinin çözünürlük indeksi değerleri %76,95 ile %83,06 arasındadır.

8.2.4 Kemik Suyu Tozlarının Partikül Büyüklüğü Tayini

Kemik suyu tozlarının FESEM (alan emisyon taramalı elektron mikroskobu) görüntüleri alınmıştır ve görüntüler incelenmiştir. Görüntüler farklı büyütme derecelerindedir. Şekil 8.1.’de görüldüğü üzere a ve b olarak adlandırılan görüntüler %20 MD’li kemik suyu tozuna ait 500 kat büyütülmüş görüntüdür. c ve d görüntüleri %20 PAS’lı kemik suyu tozuna aittir ve sırayla 1007 ve 1100 kat büyütülmüştür. e ve f görüntüleri ise %10 MD+%10 PAS’lı kemik suyu tozuna aittir ve sırayla 2000 ve 2500 kez büyütülmüş görüntülerdir.



Şekil 8.1: Kemik suyu tozlarının FESEM taramalı elektron mikroskobu görüntüleri (x500 büyütme ile x2000 büyütme arası) (a-b : %20 MD'li; c-d : %20 PAS'lı; e-f : %10MD+%10PAS'lı)



Şekil 8.2: Kemik suyu tozlarının FESEM taramalı elektron mikroskobu görüntüleri (x2000 büyütme ile x8000 büyütme arası) (1-2: %20 MD'li; 3-4 : %20 PASPI'li; 5-6 : %10MD+%10PASPI'li

Şekil 8.2.'de görüldüğü gibi %20 MD'li kemik suyu tozuna ait görüntüler (1 ve 2 nolu görüntüler) sırayla 2000 ve 3500 kat büyütülmüştür. Maltodekstrin ilaveli kemik suyu tozuna ait 1 nolu görüntüde pürüzsüz partiküllerle beraber buruşuk yapılar görülmektedir. 2 nolu görüntüde ise kırıklı bir partikülle buruşuk yapılar gözlenmiştir. %20 PAS'lı kemik suyu tozlarına ait görüntüler (3 ve 4 nolu görüntüler) sırayla 3000 ve 5000 kat büyütülmüştür. Peyniraltısu tozu ilaveli kemik suyu tozuna ait 3 nolu görüntüde delikli partiküller ve kırıklı yapılar gözlenmiştir. %10MD+%10PAS'lı kemik suyu tozlarına ait görüntüler (5 ve 6 nolu görüntüler) 3000 ve 8000 kat büyütülmüştür. Maltodekstrin ve peyniraltısu tozunun beraber ilave edildiği kemik suyu tozuna ait görüntülerde ise yine buruşuk ve kırıklı yapılar görülmektedir. 6 nolu görüntüde ise pürüzsüz bir partikül gözlenmektedir.

Erbay (2013), püskürtmeli kurutucu ile elde edilen toz ürünlerde enkapsüle edilmiş yapının dış yüzeyinde yağın bulunmadığı durumlarda protein ağırlığı olduğunu bildirmiştir. Eğer protein fazlalığı mevcutsa, partiküllerde kırılmalar ve içe göçmelerin meydana gelebileceği bildirilmiştir.

Kemik suyu tozlarında protein bakımından fazla miktara sahip olan %20 PAS'lı kemik suyu tozlarıdır. PAS'lı olanlarda oluşan çökmelerin literatürde de belirtildiği gibi protein kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Ancak %20 MD'li kemik suyu tozu örneklerinde ve %10MD+%10PAS'lı kemik suyu tozu örneklerinde de kırıklı yapılar gözlenmiştir.

8.3 Kemik Suyu Tozlarının Depolama Süresince Yapılan Analiz Sonuçları

8.3.1 Titre Edilebilir Asitlik ve pH

%20 MD, %20 PAS ve %10MD+%10 PAS içeren kemik suyu tozlarına ait % laktik asit ve pH değerleri ortalamaları çizelgede verilmiştir. Kemik suyu tozu % laktik asit değerleri 0,082 ve 1,1506 arasında, pH değerleri ise 6,53 ve 6,91 arasında değişmektedir. Literatürde kemik suyu tozuna rastlanmadığı için analiz sonuçları benzer çalışmalarla kıyaslanmıştır. Örneğin püskürtmeli kurutucu ile yoğurt tozlarının elde edildiği bir çalışmada yoğurt tozu % laktik asit değeri 1,03 ve 1,048 arasında, pH değerleri ise 3,92 ve 4,41 değerleri arasında değişmektedir (Koç, 2008). Türk Gıda

Kodeksinde kemik suyu tozu ile ilgili herhangi bir aralık belirtilmemiş olsa da elde edilen kemik suyu tozlarının % laktik asit miktarlarının, diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında kabul edilebilir sınırlarda olduğu düşünülmektedir.

Kemik suyu tozu örneklerinin depolama boyunca titrasyon asitliği değerleri Tablo 8.4’de görüldüğü gibidir.

Tablo 8.4: Depolama süresince kemik suyu tozlarının titrasyon asitliği değerleri.

Titrasyon Asitliği				
Depolama Süresi				
Uygulama	0.ay	1.ay	2.ay	3.ay
%20 MD	0,164 ^{CC} ±0,3	0,442 ^{CA} ±0,05	0,360 ^{BAB} ±0,02	0,230 ^{BBC} ±0,02
%20 PAS	1,047 ^{AB} ±0,3	1,80 ^{AA} ±0,07	1,247 ^{AB} ±0,19	0,340 ^{AC} ±0,04
%10+%10	0,384 ^{BC} ±0,3	0,990 ^{BA} ±0,05	0,707 ^{BB} ±0,07	0,187 ^{BC} ±0,02

*Sonuçlar ortalama ± standart hata şeklinde verilmiştir.

^{a,c} Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

^{A,C} Aynı satırdaki farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0,05).

Kemik suyu tozlarının 3 aylık depolama süresince titrasyon asitliği değerlerine bakıldığında 0.ve 1.aylarda 3 farklı kemik suyu tozunun da istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir (p<0,05). 2.ve 3. aylarda ise %20MD’li kemik suyu tozu ile %10MD+%10PAS’lı kemik suyu tozu aralarında fark gözlenmezken (P>0,05); %20PAS’lı kemik suyu diğerlerinden farklılık göstermiştir (P<0,05). Kaplama materyallerinin depolama sırasında kendi içinde değişimi şu şekildedir; MD’li kemik suyu tozunun titrasyon asitliği değerlerinde 0.ve 3. aylar arasında farklılık gözlenmemiş yine 1.ve 2. ay sonuçlarının da yakın değerlerde olduğu bulgulanmıştır. 0.ay 1.ve 2.ay ile 3.ay da 1.ve 2.ay ile istatistiksel olarak önemli farklılık göstermiştir (P<0,05). PAS’lı kemik suyu tozlarına bakıldığında 0.ve 2.ay depolama sonucunda elde edilen değerler benzerlik gösterirken 1.ve 3.ay sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulgulanmıştır (P<0,05). %10MD+%10PAS karışımli kemik suyu tozunda da 0.ay ile 3.ay ortalamaları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır (P>0,05). Ancak 0.ay ile sırayla 1.ve 2.ay arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemlidir(P<0,05).

Kemik suyu tozu örneklerinin depolama boyunca pH değerleri Çizelge 8.5’de görüldüğü gibidir.

Tablo 8.5: Depolama süresince kemik suyu tozlarının pH değerleri.

pH				
Depolama Süresi				
Uygulama	0.ay	1.ay	2.ay	3.ay
%20 MD	6,64 ^{aA} ±0,09	6,76 ^{aA} ±0,04	6,57 ^{aA} ±0,14	6,91 ^{aB} ±0,04
%20 PASPİ	6,83 ^{aA} ±0,05	6,95 ^{bB} ±0,00	6,91 ^{bABC} ±0,04	7,12 ^{aC} ±0,17
%10+%10	6,73 ^{aA} ±0,01	6,93 ^{bB} ±0,01	6,85 ^{bABC} ±0,01	6,93 ^{aC} ±0,01

*Sonuçlar ortalama ± standart hata şeklinde verilmiştir.

^{a,c} Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir(p<0,05).

^{A,C} Aynı satırdaki farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir(p<0,05)

Farklı kaplama materyalleriyle kaplanan ve depolanan kemik suyu tozlarının 0.ay ve 3.ay pH değerleri arasında istatistiksel olarak fark gözlenmemiştir. 1.ay ve 2.ay depolama sonunda pH değerlerine bakıldığında MD’li kemik suyu tozunun PASPİ’li ve %10+%10 MD+PASPİ ilaveli kemik suyu tozundan istatistiksel olarak farklılık gösterdiği bulgulanmıştır (p<0,05).

Kaplama materyallerinin depolama süresince kendi içinde değişimi şu şekildedir; MD’li kemik suyu tozunun pH değerinin 0.1.2. aylarda değişmediği, istatistiksel olarak anlamlı farklılığın 3.ay sonunda gerçekleştiği tespit edilmiştir (p<0,05). PASPİ’li kemik suyu tozu pH ortalamalarına bakıldığında 0.1.ve 3.ayların ortalamaları arasında istatistiksel olarak farklılıklar vardır (p<0,05). 2.ayın pH ortalamaları ile diğer ayların pH ortalamaları arasında önemli bir fark bulgulanmamıştır (p>0,05). %10MD+%10PASPİ karışımında PASPİ’li kemik suyu tozuna benzer bir şekilde 0.1.ve 3.ayların ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulgulanmıştır (p<0,05). 2.ay depolama sonucu pH ortalamaları ile diğer ayların pH ortalamaları arasında önemli bir fark tespit edilmemiştir (p>0,05).

8.3.2 TBA (Tiabarbütirik Asit Analizi)

Yüksek konsantrasyonda doymamış yağ asitlerini içeren gıdalar lipit oksidasyonuna karşı oldukça hassastır. Gıdaların renk, tat, aroma ve tekstür gibi özelliklerinin bozulmasına neden olabilen lipit oksidasyonu toksik bileşiklerin oluşumuna da yol açar. Lipit oksidasyonu düzeyini belirlemek için genellikle basit ve hızlı bir yöntem olan TBA analizi seçilir (Demirkaya 2013).

Gıdaların püskürtmeli kurutucu ile kurutulması sırasında yüksek sıcaklık ve yüzey alanının geniş olması lipit oksidasyonuna neden olan en önemli faktörlerdendir (Koç 2008).

Enkapsüle edildikten sonra püskürtmeli kurutucu ile kurutulmuş gıdaların oksidasyon düzeyleri karşılaştırıldığında benzer sonuçlarla karşılaşmıştır. Örneğin peynir tozu, peynir altı suyu ilaveli peynir tozu ve maltodekstrin ilaveli peynir tozu üretiminde toz ürünlerin depolama süresince 450 nm’de TBA değerleri 12.ay sonunda 0,0841 ile 0,1759 arasında değişmektedir. Yine bu çalışmada tüm örneklerde depolama boyunca oksidasyon düzeyinde artış tespit edilmiş ve peynir tozunun oksidasyonundaki en belirleyici faktörün üretimde kullanılan formülasyon olduğu bildirilmiştir. En yüksek oksidasyon düzeyinin peynir altı suyu ilaveli peynir tozları, sonra maltodekstrin ilaveli peynir tozları ve en düşük oksidasyon düzeyine de kontrol grubunun sahip olduğu yapılan çalışma sonucu bildirilmiştir (Erbay 2013).

Koç (2008), yaptığı çalışmada, yumurta tozlarının üretim ve depolama sırasında yüksek yağ içeriği nedeniyle oksidasyona eğimli bir ürün olduğunu bildirmiştir. Lipit oksidasyonu peroksit analiziyle belirlenmiştir. Peroksit analizi sonucu en düşük değerin 0,320 olduğu, en yüksek değerin ise 0,799 olduğu bildirilmiştir.

Farklı formülasyonlarla hazırlanan kemik suyu tozu örneklerinin 3 aylık depolama sonrası oksidasyon düzeyinin belirlenmesi amacıyla TBA analizi yapılmış, 450 nm’de ölçümler gerçekleştirilmiştir. Depolama süresince 450 nm’de yapılan ölçümlerin sonuçları tabloda verilmiştir.

Tablo 8.6: Depolama süresince kemik suyu tozlarının TBA (450 nm) değerlerinin değişimi

TBA (mg malonaldehit/kg)				
Depolama Süresi (ay)				
Uygulama	0.	1.	2.	3.
%20 MD	0,1023 ^{aA} ±0,01	0,1466 ^{aA} ±0,01	0,1100 ^{aA} ±0,00	0,2025 ^{aA} ±0,06
%20 PAS	0,0319 ^{bB} ±0,00	0,0541 ^{bB} ±0,01	0,1095 ^{aA} ±0,00	0,2000 ^{bB} ±0,00
%10+%10	0,0506 ^{bA} ±0,00	0,071 ^{bA} ±0,00	0,1875 ^{aB} ±0,04	0,0585 ^{bA} ±0,00

*Sonuçlar ortalama ± standart hata şeklinde verilmiştir.

^{a,c} Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0,05).

^{A,C} Aynı satırdaki farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0,05).

450 nm’de yapılan ölçümlere göre kemik suyu ve farklı kaplama materyalleriyle hazırlanan ürün formülasyonunun oksidasyon düzeyini önemli şekilde etkilediği görülmüştür (p<0,05). 0.aya ait oksidasyon değerlerine bakıldığında; en yüksek oksidasyon değerinin %20 MD’li kemik suyu tozu olduğu tespit edilmiştir. %20 MD’li kemik suyu tozunu %10MD+%10PASPI’li kemik suyu tozu takip etmiştir. En düşük oksidasyon değerinin ise %20 PASPI’li kemik suyu tozuna ait olduğu görülmüştür. Depolamanın 1. ay sonuçları da 0. aya benzerlik göstermiş ve yine en yüksek oksidasyon değerinin %20 MD’li kemik suyu tozuna ait olduğu görülmüştür. 2. ayın sonunda oksidasyon düzeyindeki en çok artışın %10MD+%10PAS’lı kemik suyunda olduğu görülmüştür. %20 MD’li ve %20 PAS’lı kemik suyu tozlarının da oksidasyon düzeylerinin yakın değerlerde olduğu görülmüştür. %20 PAS’lı kemik suyu tozunun oksidasyon değeri artarken %20 MD’li kemik suyunda hafif bir düşüş gözlenmiştir. 3.ayın sonunda ise %20MD’li ve %20 PAS’lı ürünlerde oksidasyon düzeyinin arttığı gözlenmiş, %10MD+%10PAS’lı kemik suyu tozunda ise azalmanın olduğu gözlenmiştir. Oksidasyon düzeylerinde ilerleyen zamana rağmen azalma olmasının nedeni 450 nm’deki TBA ölçümlerinde enzimatik olmayan esmerleşmeden kaynaklı oluşan bileşenlerin TBA ile reaksiyona girmesi sonucu orataya çıkan renk maddelerinin ölçüm değerlerini etkilemesi veya reaksiyon ürünlerinin antioksidan özelliğinin olabileceği bildirilmiştir(Erbay 2013). Depolama süresi boyunca tüm

örneklerin oksidasyon düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış belirlenmiştir ($p<0,05$).

8.3.3 Enzimatik Olmayan Esmerleşme İndeksi (EOEİ)

Gıdalarda bulunan serbest amino asitlerin, proteinlerin veya peptitlerin serbest amino grupları ile indirgen şekerler veya lipit oksidasyon ürünleri arasında gerçekleşen ve enzimatik olmayan kahverengileşme reaksiyonları; ‘Maillard Reaksiyonları’ olarak bilinir. Bu reaksiyonun oluşumunda reaksiyona giren bileşenin türüne, ortam pH’sına, sıcaklığa ve su aktivitesine bağlıdır (Yıldız ve ark. 2010).

Püskürtmeli kurutma işleminde Maillard reaksiyonları açısından en önemli etkenin çıkış sıcaklığı olduğu bildirilmiştir. Ayrıca tozların nem içeriğinin azalmasıyla Maillard reaksiyonlarının yavaşladığı ve su aktivitesi 0,2’nin altına düşen ürünlerde Maillard reaksiyonunun durma noktasına geldiği bildirilmiştir (Erbay 2013). 3 farklı emülsiyonun püskürtmeli kurutucuya beslenmesi sonucu elde edilen toz ürünlerin enzimatik olmayan esmerleşme indeksi (Eİ) değerleri incelenmiştir. Eİ değerlerinin sonuçlarına ait sonuçlar Tablo 8.7.’deki gibidir.

Tablo 8.7: Depolama süresince kemik suyu tozlarının EOEİ değerlerinin değişimi.

Enzimatik Olmayan Esmerleşme İndeksi (EOEİ)				
Depolama Süresi (ay)				
Uygulama	0.ay	1.ay	2.ay	3.ay
%20 MD	0,056 ^{bD} ±0,00	0,155 ^C ±0,02	0,206 ^{bB} ±0,01	0,360 ^A ±0,02
%20 PAS	0,086 ^{aD} ±0,00	0,166 ^C ±0,00	0,220 ^{bB} ±0,00	0,399 ^A ±0,04
%10+%10	0,089 ^{aD} ±0,00	0,161 ^C ±0,01	0,278 ^{aB} ±0,01	0,344 ^A ±0,03

*Sonuçlar ortalama ± standart hata şeklinde verilmiştir.

^{a,c} Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

^{A,D} Aynı satırdaki farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

Kemik suyu tozlarının başlangıçtan itibaren depolama boyunca enzimatik olmayan esmerleşme indeksi değerleri incelendiğinde 0.ayda 0,056 ile 0,089 arasında olduğu görülmektedir. Kemik suyu tozlarının 0.ay su aktivitesi değerleri 0,2’nin altında olması yukarıdaki açıklamayı destekler niteliktedir. 0.ayda Eİ değerlerine

bakıldığında MD'li kemik suyu tozunun PAS'lı ve %10MD+%10PAS'lı kemik suyu tozlarından farklı olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$). 1.ay Eİ değerleri 0,155 ile 0,166 arasındadır ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ($p>0,05$). 2.ay Eİ değerleri 0,206 ile 0,278 arasındadır. MD'li olanla PAS'lı kemik suyu tozları aralarında farklılık gözlenmezken ($p>0,05$), %10MD+%10PAS'lı kemik suyu diğer iki üründen istatistiksel olarak farklıdır ($p<0,05$). 3.ay Eİ değerleri 0,344 ile 0,399 arasındadır ve üç kemik suyu tozu arasında fark gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Her bir kemik suyu tozu, aylara göre kendi içinde incelendiğinde 0.aydan itibaren 3.aya doğru Eİ değerlerinde düzenli bir artışın olduğu bulgulanmıştır. Bu bağlamda sonuçlar da birbirinden farklılık göstermiştir ($p<0,05$). MD'li kemik suyu tozu Eİ değeri 0,056 ile 0,360 arasındadır ve aylar arasındaki farklılık önemlidir ($p<0,05$). PAS'lı kemik suyu tozu Eİ değeri 0,086 ile 0,399 arasındadır ve aylar arasındaki farklılık önemlidir ($p<0,05$). %10MD+%10PAS'lı kemik suyu tozu Eİ değeri 0,089 ile 0,344 arasındadır ve aylar arasındaki farklılık önemlidir ($p<0,05$).

Depolamanın sonuna doğru EOEİ değerlerindeki artışın toz ürünlerin renk ölçümleri sonucu L değerindeki azalmayı açıkladığı düşünülmektedir ve bu artış toz ürünün rengini etkilemiştir. Toz ürünlerde EOEİ değerinin düşük seviyede kalmasının istendiği bildirilmiştir. (Erbay,2013).

Depolama boyunca kemik suyu tozlarının EOEİ değerleri gözlenmiştir. Üç örnekten alınan sonuçlar, renk değerleriyle paralellik göstermiştir. EOEİ değerindeki artışa bağlı olarak tozlarda meydana gelen esmerleşme oranı, gıdaların renklerinde aydınlık ve karanlık ölçütü olan L değerindeki azalmayla doğru orantılıdır. Yani depolama sonucu 0.aydan 3.aya doğru kemik suyu tozlarında görülen esmerleşme renk değerlerine de yansımıştır.

8.3.4 Renk Değerleri

8.3.4.1 (L* değeri)

3 farklı emülsiyonun püskürtmeli kurutucuya beslenmesi sonucu elde edilen toz ürünlerin renk değerleri incelenmiştir. Renk değerlerinin (L*) ölçüm sonuçları Çizelge 8.8'deki gibidir.

Tablo 8.8: Depolama süresince kemik suyu tozlarının renk (L) değerlerinin değişimi.

Renk (L*)				
Depolama Süresi (ay)				
Uygulama	0	1	2	3
%20 MD	77,42 ^{aA} ±0,20	75,45 ^{aB} ±0,17	76,66 ^{aAB} ±0,43	72,44 ^{aC} ±0,53
%20 PAS	75,62 ^{bA} ±0,16	73,68 ^{bA} ±0,60	74,95 ^{aA} ±0,69	73,52 ^{aA} ±0,72
%10+0%10	75,73 ^{bA} ±0,24	74,17 ^{abA} ±0,28	75,57 ^{aA} ±1,33	73,77 ^{aA} ±0,91

*Sonuçları ortalama ± standart hata şeklinde verilmiştir.

^{a,b} Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0,05)

^{A,C} Aynı satırdaki farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0,05).

Emülsiyonların birbirleri arasında ve depolama sürelerine göre renk değişiminde farklılıklar görülmektedir. Depolama boyunca kemik suyu tozlarının L* değerleri 72,44 ile 77,42 arasında değişiklik göstermiştir. Depolamanın 0. ayında %20 PAS'lı ve %10MD+%10PAS'lı kemik suyu tozu L değerleri arasında fark gözlenmezken %20 MD'li karışımın L değeri diğerlerinden farklı ve daha yüksektir. 1. ay sonuçlarında yine %20MD'li kemik suyu tozunun diğerlerinden farklı ve daha yüksek olduğu görülmektedir. 2. ve 3. ay sonuçlarında ise üç formülasyonun L değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir (P<0,05). Kemik suyu tozlarının kaplama materyallerine göre farklı aylarda kendi içinde gösterdiği değişikliklere bakıldığında %20MD'li kemik suyu tozunun L değerinde depolama boyunca istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş gözlenmiştir (P<0,05). %20MD'li kemik suyu tozunun oksidasyon analizi sonucu depolamanın 0. ayından 3. ayına doğru TBA değerinde görülen artış, renk (L*) değerindeki azalmayı desteklemektedir. Gıdalarda oksidasyon sonucu renk değişimi gözlemlendiği bildirilmiştir (Demirkaya, 2013). %20

PAS'lı kemik suyu tozu renk ölçümlerinde depolama boyunca L^* değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ($P>0,05$). Yine %10MD+%10PAS'lı kemik suyu tozunda da %20PAS'lı kemik suyu tozuna benzer olarak renk ölçümlerinde depolama boyunca L^* değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ($p>0,05$).

8.3.4.2 Renk (a^* değeri)

Depolama boyunca kemik suyu tozlarının a^* değerleri 0,9625 ile 2,1575 değerleri arasında değişiklik göstermiştir. Kemik suyu tozlarının renk değerlerine (a^*) ait sonuçlar Çizelge 8.9.'daki gibidir.

Tablo 8.9: Depolama süresince kemik suyu tozlarının renk (a) değerlerinin değişimi.

Renk (a^*)				
Depolama Süresi (ay)				
Uygulama	0	1	2	3
%20 MD	-1,012 ^{bA} ±0,01	-1,362 ^{aB} ±0,01	-1,910 ^{bC} ±0,02	-2,132 ^{aD} ±0,01
%20 PASPİ	-0,962 ^{aA} ±0,01	-1,307 ^{aB} ±0,03	-1,735 ^{aC} ±0,01	-2,117 ^{aD} ±0,01
%10MD+%10PASPİ	-1,022 ^{bA} ±0,01	-1,375 ^{aB} ±0,01	-1,847 ^{abC} ±0,05	-2,157 ^{aD} ±0,00

*Sonuçlar ortalama $\pm$ standart hata şeklinde verilmiştir.

^{a,b} Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$)

^{A,C} Aynı satırdaki farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

Depolamanın 0.ayında %20MD'li ve %10MD+%10PAS a^* değerleri yakinken, %20 PAS'lı kemik suyu tozunun a^* değeri farklılık göstermektedir. 1.ve 3.aylara bakıldığında 3 farklı kemik suyu a^* değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($P>0,05$). Ancak 2.ay sonuçlarında %20 MD'li kemik suyu tozu diğerlerinden farklıdır %20 PAS'lı kemik suyu tozu a^* değeri %20MD'li ve %10MD+%10PAS'lı kemik suyu arasındadır.

Depolama boyunca kemik suyu tozlarının kaplama materyallerine göre kendi içinde gösterdiği değişikliklere bakıldığında %20MD'li kemik suyu tozunun a^* değeri 0.aydan itibaren düzenli bir şekilde artmıştır. Yine benzer şekilde %20 PAS'lı ve %10MD+%10PAS'lı kemik suyu tozlarının a^* değerleri 0.aydan itibaren düzenli bir

şekilde artmıştır. Tüm örnekler için 0.1.2. ve 3. aylar arasındaki a^* değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($P<0,05$). Örneklerin renk değerlerindeki artışın sebebi, depolama süresince gıdalarda meydana gelen oksidasyonun renk değişimine neden olduğu düşünülmektedir.

8.3.4.3 Renk (b^* değeri)

Depolama boyunca kemik suyu tozlarının b^* değerleri 2,45 ile 7,61 arasında değişmektedir. Depolama süresi boyunca tüm kemik suyu tozlarının b^* değerleri istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar göstermiştir ($p<0,05$). Kemik suyu tozlarının renk değerlerine (b^*) ait sonuçlar Çizelge 8.10'daki gibidir.

Tablo 8.10: Depolama süresince kemik suyu tozlarının renk (b) değerlerinin değişimi.

Renk (b^*)				
Depolama Süresi (ay)				
Uygulama	0	1	2	3
%20 MD	4,11 ^{cA} ±0,17	4,37 ^{cA} ±0,17	3,05 ^{cB} ±0,19	2,45 ^{cB} ±0,16
%20 PASPİ	7,61 ^{aA} ±0,10	7,18 ^{aA} ±0,19	7,12 ^{aA} ±0,39	5,60 ^{aB} ±0,03
%10MD+%10PASPİ	6,33 ^{bA} ±0,22	5,89 ^{bA} ±0,06	5,84 ^{bA} ±0,29	4,09 ^{bB} ±0,29

Sonuçları ortalama $\pm$ standart hata şeklinde verilmiştir.

^{a,b} Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

^{A,B} Aynı satırdaki farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

Depolama boyunca kemik suyu tozlarının kaplama materyallerine göre kendi içinde gösterdiği değişikliklere bakıldığında %20 MD'li kemik suyu tozunun 0.ve1.ay sonuçları arasında fark gözlenmemiştir ($P>0,05$).Ancak 2.ve3. ay sonuçlarına bakıldığında b^* değerinin azaldığı ve 2.ve 3. ay arasında fark olmadığı görülmüştür ($P>0,05$). %20 PAS'lı kemik suyu tozunun 0.1. ve 2.aylarına ait b^* arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$). Ancak 3.ay sonucu diğer aylardan farklıdır ($P<0,05$). %10MD+%10PAS'lı kemik suyunda da %20PAS'lı kemik suyu tozuna benzer şekilde 0.1. ve 2.aylarına ait b^* arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($P>0,05$). Ancak 3.ay sonucu diğer aylardan farklıdır ($P<0,05$). %20MD'li kemik suyu tozunun 0.aydan 1.aya geçişinde b^* değerinin artışı istisna olmak üzere sonuçlara bakıldığında depolamanın sonuna doğru kemik suyu tozlarının b^* değerinde düzenli bir şekilde azalma görülmüştür. Yağlı bir gıda olan kemik suyu tozlarının

oksidasyon düzeyini TBA sonuçları göstermiştir. Depolamanın sonuna doğru TBA değerlerindeki artışların renk değişimini açıklayabilecek somut bir veri olduğu düşünülmektedir. Zira literatürde kemik suyu tozlarının renk değerleriyle ilgili bir çalışmaya rastlanmadığı için bire bir karşılaştırma yapılamamıştır.

8.3.5. Nem

Kemik suyu tozlarının nem değerleri 6,73 ile 7,89 arasında değişmektedir. Depolama süresince kemik suyu tozlarının nem değerlerine ait sonuçlar Çizelge 8.11'deki gibidir.

Tablo 8.11: Depolama süresince kemik suyu tozlarının nem değerlerinin değişimi.

Nem (%)				
Depolama Süresi (ay)				
Uygulama	0.ay	1.ay	2.ay	3.ay
%20 MD	6,73±0,4	6,79±0,38	6,82±0,38	6,89±0,38
%20 PASPİ	6,94±0,22	7,01±0,20	7,07±0,20	7,13±0,20
%10MD+%10PASPİ	7,69±0,18	7,74±0,17	7,80±0,18	7,89±0,20

*2 tekrarlı analizlerin sonuçları ortalama ± standart hata şeklinde verilmiştir.

Kemik suyu tozlarına (%20MD'li, %20PAS'lı ve %10MD+%10PAS'lı) depolama süresince uygulanan nem tayininde örneklerin nem ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Kullanılan kaplama materyalinin ve oranlarının nem miktarı üzerinde önemli bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Depolama süresince toz ürünler İsolab marka borosilikat 3.3 100ml'lik cam kavanozda kapağı sıkıca kapatıldıktan sonra etrafı parafilmle kaplanıp -18 °C'de muhafaza edilmiştir.

Toz ürünlerde raf ömrünün yeterince uzun olmasını sağlamak için son üründe nem içeriğinin %10'u geçmemesi önerilmektedir (Koç, 2008). Kemik suyu kurutulduktan sonra elde edilen ürün nem değerleri % 10'nun altındadır. Nem değerinin %10'nun altında kalması kurutma işleminin başarılı bir şekilde gerçekleştiğinin göstergesidir.

9.SONUÇ ve ÖNERİLER

Dünya genelinde nüfus artışıyla birlikte gıda tüketimi de artmış ve endüstriyel gıda üretimi gün geçtikçe gelişmiştir. Üretilen gıdaların raflarda uzun süre kalabilmesi, tüketiciye ulaşma anına kadar tazeliğini koruyabilmesi için sentetik koruyuculara ihtiyaç vardır. Ancak yapılan araştırmalar sentetik koruyucuların ve katkı maddelerinin insan sağlığı açısından zararlı olduğunu ortaya konmaktadır. Bu durum doğal gıdalara yönelimi artırmaktadır.

Bu çalışmanın temelinde doğal bir gıda olan kemik suyunu, beslenme alışkanlıklarımızın bir parçası haline getirme düşüncesi vardır. Bağışıklık sistemini güçlendiren, kemik iliği ile kan üretimini destekleyen kemik suyunun, kollajen içeriğinin de yaşlanmayı geciktirdiği bilinmektedir. Değerli bir gıda olan kemik suyunun Dünya genelinde ve ülkemizde yeterince değerlendirilemediği düşünülmektedir. Oysa ilikli kemikler, et endüstrisinin önemli bir yan ürünüdür.

Kemik suyunu pratik, hızlı ve kullanıma hazır bir ürüne dönüştürme fikriyle yapılan çalışmada bu amacı gerçekleştirmek için kemik suyu tozu elde edilebilmiştir. Böylece ilikli kemiklerin kaynatıldıktan sonra enkapsüle edilerek kurutulması, kemik suyu tozu haline getirilmesi, potansiyel katma değeri yüksek bir ürünü ortaya çıkarmıştır.

Bu çalışmadaki temel amaç yalın kemik suyunun ve enkapsüle edilmiş kemik suyunun (maltodekstrin, peynir altı suyu protein izolatu ve bu iki kaplama materyalinin eşit oranda kullanımı ile) püskürtmeli kurutucuya beslenip kemik suyu tozu elde etmektir. Yalın kemik suyunun toz hale gelemediği gözlenmiştir. Peynir altı suyu protein izolatu ve maltodekstrin ayrı ayrı %20 oranlarında kullanılmıştır. Bu iki kaplama materyalinin birlikte kullanımının kurutmaya etkisini belirleyebilmek için de eşit oranlarda (%10MD+%10PASPI) kullanılmıştır.

Yalın kemik suyunun püskürtmeli kurutucuya beslenmesi sonucu toz haline gelememesi yağlı gıdaların kurutulmasında enkapsülasyonun vazgeçilmez olduğunu göstermiştir. Ayrıca ilikli kemiklerden elde edilen kemik suyunun kurutularak toz haline getirilmesinin daha önce çalışılmamış bir konu olması, çalışmanın özgünlüğü açısından önemlidir.

Çalışma boyunca elde edilen kemik suyu tozlarıyla ilgili olarak varılan sonuçlara aşağıda kısaca değinilmiştir; yapılan kimyasal ve fiziksel analiz sonuçlarına genel bir açıdan bakıldığında yüksek protein, yağ ve kül içeriğiyle, yüksek ıslanabilirlik ve yüksek çözünürlük indeksi ile %20 PASPİ'li kemik suyu tozu %20 MD'li ve %10MD+%10PAS'lı kemik suyundan daha iyi sonuçlar vermiştir. Ancak %20 PASPİ'li kemik suyu tozunun dağılılabirliği diğer iki toz ürünün gerisinde kalmıştır.

Toz gıdalar için önemli bir parametre olan su aktivitesine bakıldığında en düşük su aktivitesi %20PASPİ'li kemik suyu tozunda gözlenmiştir. En düşük nem değeri %20 MD'li kemik suyu tozunda görülmüştür.

Analiz sonucunda tespit edilen protein miktarı beklenen seviyenin altında kalmıştır. Bunun nedeni protein tayin yönteminin kemik suyu tozunun protein içeriğini belirlemede yetersiz kalmasıdır. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda farklı protein tayin metodları ile kemik suyu tozunun protein miktarı çok daha net ortaya çıkabilir.

Partikül boyutları incelendiğinde maltodekstrin ile kaplanan toz ürünlerin düzgün, pürüzsüz yüzeylere sahip olduğu görülmüştür. Ancak maltodekstrin ilaveli kemik suyu tozlarında kabuk kırılmaları da gözlenmiştir. Peynir altı suyu protein izolatu ilaveli kemik suyu tozlarında ise yer yer kabuk kırılmaları ve kabuklarda açılan delikler gözlenmiştir. Maltodekstrin ve peynir altı suyu tozunun birlikte ilave edildiği kemik suyu tozlarının yüzeyleri ise diğer kemik suyu tozlarından daha pürüzlü bir yapıya sahiptir. Partiküller buruşuk yer yer pürüzsüzdür.

Maltodekstrin ile peynir altı suyu tozunun birlikte kullanıldığı emülsiyonun amacı protein yapılı ve karbonhidrat yapılı kaplama materyallerinin birlikte kullanımının daha etkin sonuçlar verip vermeyeceğini gözlemlemektir. Yapılan çalışma sonucu %20 PASPİ'nin kullanıldığı kemik suyu tozunun, PASPİ ve MD'nin birlikte kullanıldığı kemik suyu tozundan daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Maltodekstrin ise yapılan tüm analizlerde PASPİ'den ve PASPİ ve MD'nin birlikte kullanıldığı kemik suyu tozundan daha geride kalmıştır. PASPİ'nin iyi bir kaplama materyali olduğu sonucuna varılmıştır. Bu bakımdan kemik suyu tozu üretiminde kullanılacak en iyi kaplama materyali PASPİ'dir. Ancak optimum kullanım oranının

belirlenmesi amacıyla çalışmaların bu yöne doğru derinleştirilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

Kemik suyu tozlarının depolama sonucu oksidasyon düzeyleri gözlenmiştir. Oksidasyon beklenildiği üzere her üç örnekte de zamanla artış göstermiştir. Yağ içeriği yüksek gıdaların depolanmasında hedeflenen düşük oksidasyon düzeyidir. Yapılan çalışma %20 PASPİ'li kemik suyu tozu en düşük oksidasyon düzeyindedir. En yüksek oksidasyon değeri ise %20 MD'li kemik suyu tozudur. Kemik suyu tozu üretimi için PAS maltodekstrinden daha iyi oksidatif stabilite göstermiştir.

Kemik suyu tozlarının nem değerlerinde arasında farklılıklar gözlenmemiştir ancak tüm örneklerde oksidasyonla uyumlu olarak renk değerlerinde (L) azalmalar gözlenmiştir. Püskürtmeli kurutma yöntemiyle kemik suyu tozu üretimi başlıklı bu çalışma, bu konuyla ilgili yapılacak olan çalışmaların başlangıcı konumundadır. Kemik suyu tozu üretiminde araştırılması gereken pek çok nokta vardır. Kemik suyu tozunun optimum üretim koşullarının belirlenebilmesi için optimizasyon çalışmasının yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada toz ürün özellikleri bakımından en iyi sonuçları PASPİ'li kemik suyu tozu vermiştir. Ancak farklı kaplama materyalleri kullanılarak ya da PASPİ'nin farklı oranlarda kullanılması yeni bir çalışma konusu olma potansiyeline sahiptir.

Bu çalışma ile kemik suyu tozunun üretimi başlangıcı yapılmıştır. Çalışmaların bu yönde devam etmesinin et endüstrisinde önemli bir yan ürün olan ilikli kemiklerin değerlendirilmesi bakımından önemli olacağı düşünülmektedir. Böylece sentetik gıda katkı maddeleri kullanmaksızın doğal, sağlıklı, katma değeri yüksek bir ürün elde edilmiş olacaktır. İlikli kemikler, yeni bir ürün üretilmek üzere değerlendirilmiş olacağı ve bu yönde yapılan çalışmaların ülke ekonomisine de katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

10.KAYNAKLAR

Anonim, “Hayvanlarda deri ve hareket sistemi [online]”, 10 Ekim 2016, http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Hayvanlarda%20Deri%20Ve%20Hareket%20Sistemi.pdf.(2015),

Anonim^a, “Asırlık gelenek;kemiksuyu[online]” 10 Ekim 2016 <http://www.banquetmag.com/?p=1576>, (2016),

Anonim^b,”Kemik suyu nasıl yapılır?” 12 Kasım 2016 <https://www.herbalistrecep.com/index.php?view=article&id=1035&lang=tr>, (2016).

Anonim^c,“Et ve et ürünleri atıkları[online]”, 10 Ekim 2016,<http://foodwaste-meat.tripod.com/>, (2016).

Anonim^d,“Kemik iliği ve kemik iliği nakli[online]”, 11Eylül 2017, <http://www.saglikvakti.com/kemik-iligi-ve-kemik-iligi-nakli/>, (2017).

Anonim^f,“Hareket sistemi[online]”, 11 Eylül 2017, <https://www.slideshare.net/mbolmez/kemik-tmrleri-3-saat>, (2017).

Anonymous, “ Commission Internationale de l’Eclairage”, 18th Session, London, UK. September 1975, CIE publication 36 pp (1976).

Association of Official Analytical Chemists, AOAC,”Official methods of analysis”, Horwitz, W., Latimer, G.W. (Eds.), 2005 Current Through Revision 1. 18th ed. Gaithersburg, MD, USA, (2006).

Atalar, I. ve Dervisoğlu, M., “Optimization of spray drying process parameters for kefir powder using response surface methodology”, *Food Science and Technology*, 60, 751-757, (2015).

Aydın, A., “Gıdalarda muhafaza yöntemleri [online]” 23 Mayıs 2016 ,<http://cdn.istanbul.edu.tr/FileHandler2.ashx?f=gıdalarda-muhafaza-yontemleri.pdf>, (2016).

Behboudi-Jobbehdar, S., Soukoulis C., Yonekura L., and Fisk I., *Drying Technology*, ISSN :0737-3937, 1274-1282, (2013).

Bergner, S., Halec, G., Schmitt, M., Aubin, F., Alonso A., Auvinen, E., “ Individual and complementary effects of human papillomavirus oncogenes on epithelial cell proliferation and differentiation”, 201,97–108, (2016).

Boran, G., Mulvaney, S.,J., and Regenstein, J.,M., “Rheological properties of gelatin from silver carp skin compared to commercially available gelatins from different sources”, *Journal of Food Science*, 75,8, (2010).

Bruschi, M.,L., Cardoso, M.,L.,C., Lucchesi, M.,B., and Gremiao, M.,P.,D., “Gelatin microparticles containing propolis obtained by spray-drying technique: preparation and characterization”, *International Journal of Pharmaceutics*, 264, 45-55, (2003).

Bryant, J.D. and David, T., “Rheology of bovine bone marrow [online]”, 8 May 2015, <http://journals.sagepub.com/home/pih>, (2016).

Campo, R.,D. and Tourtellotte, C.D., “The composition of bovine cartilage and bone” *Biochim Biophys Acta*, 141(3),614-24, (1967).

Chegini, G.R., and Ghobadian, B., “Effect of spray-drying conditions on physical properties of orange juice powder”, *Drying Technology: An International Journal*, 23:3, 657-668, (2005).

Cohen, J.S. and Yang, T.C.S., “Progress in food dehydration”, *Trends in Food Science and Technology*, 6, 20-25, (1995).

Demiray, E. ve Tülek, Y., “Kurutma işleminin kırmızı biberdeki renk maddelerine etkisi”, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7(3), 1-10, (2012).

Demirkaya, A.K., “Tereyağında tiyobarbiturik asit (tba) testi ile lipid oksidasyonunun değeriendirilmesi”, *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 8(3),237-240, (2013).

Dinç, M., Aslan,D., İçyer, N.,C. Ve Çam, M., “Gilabiru suyunun mikroenkapsülasyonu”, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7 (2), 1-11, (2012).

Djagny, K.B., Wang, Z., and Xu, S., “Gelatin: a valuable protein for food and pharmaceutical industries: review”, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 41(6), 481-492, (2013).

Duerr, P.E. and Earle M.D., “The extraction of beef bones with water, dilute sodium hydroxide and dilute potassium chloride”, *Journal of the Science of Food and Agriculture*,25,121-128, (1973).

Dursun, N., “Hareket sistemi, kemik, eklem ve kas bilgisi”, “*Veteriner Anatomi 1*”,1,Ankara : Medisan Yayınevi, (2008).

Erbay, B., ve Küçüköner, E., “Gıda endüstrisinde kullanılan farklı kurutma sistemleri” *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, Erzurum, 1045-1048, (2008).

Erbay, Z., “Püskürtmeli kurutucuda beyaz peynir tozu üretim optimizasyonu ve peynir suyu ile maltodekstrin kullanımının ürün kalitesi ve depolama stabilitesi üzerine etkisi” ,Doktora Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, (2013).

Erbay, Z., Koca, N., Kaymak-Ertekin, F.,Ucuncu, M., “Optimization of spray drying process in cheese powder production”*Food and Bioproducts Processing*,93,156-165, (2015).

Ertay, Y. ve Gezmen-Karadağ, M., “Sağlıklı beslenmede Türk mutfak kültürünün yeri”, *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(1),117-133, (2013).

Flynn, A.W. and Bramblett, V.D., “Effects of frozen storage cooking method and muscle quality and attributes of pork loins”, *Journal of Food Science*, 40:631–633, (1975).

Franzen,A., and Henegard, D., “Extraction and purification of proteoglycans from mature bovine bone”, *Biochemical Journal*, 224, 47-58, (1984).

Gharsallaoui, A., Raudaut, G., Chambin, O., Voilley, A., and Saurel, R., “Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients : an overview”, *Food Research International*, 40, 1107-1121, (2007).

Gibbs, B.F., Kermasha, S., Alli, I., and Mulligan, C.,N., “Encapsulation in the food industry: a review”, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 50, 213-224 , (1999).

Gökmen, S., Palamutoğlu,R., Sarıçoban, C., “Gıda endüstrisinde enkapsülasyon uygulamaları”, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7(1), 36-50, (2012).

Güler, S., “Türk mutfak kültürü ve yeme içme alışkanlıkları”, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 26, 25-30, (2010).

Gürses, Ö.L., *Gıda İşleme Mühendisliği-II*, Ankara, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, (1986).

Horwitz, W., Latimer, G.W. (Eds.), Association of Official Analytical Chemists, AOAC, Official methods of analysis, (2006).

Jangam, S.V., and Thorat, B.,N., “Optimization of spray drying of ginger extract [online]”, 10 November 2016,<http://www.tandfonline.com/loi/ldrt20>, (2010).

Jinapong, N., Supphantharika, M. and Pimon Jamnong, P., “Production of instant soymilk powders by ultrafiltration, spray drying and fluidized bed agglomeration” *Journal of Food Engineering*, 84,194–205, (2008).

Karagözlü, C. ve Bayarer, M., “Peyniraltı suyu proteinlerinin fonksiyonel özellikleri ve sağlık üzerine etkileri”, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(2),197-207, (2004).

Kidd, L., “Preparation of bone stock [online]”, 15 May 2016, <http://www.meatupdate.csiro.au/infosheets/Preparation%20of%20Bone%20Stock.pdf>, (2001).

Koç B., “Püskürtmeli kurutma yöntemiyle yoğurt tozu üretim koşullarının optimizasyonu” Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, (2008).

Koç, M., “Pastörize sıvı yumurtanın püskürtmeli kurutma yöntemi ile optimum kurutma koşullarının belirlenmesi ve mikroenkapsülasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, (2009).

Kurozawa, L.E., Morassi, A.,G., Vanzo, A.,A., Park, K.,J., and Hubinger, M.,D., “Influence of spray drying conditions on physicochemical properties of chicken meat powder”, *Drying Technology*, 27,1248-1257, (2009).

Lempert, S.E., Larsson, R.K., “The glycosaminoglycans of the different layers of bovine articular cartilage in relation to age”, *Calcified Tissue Research*,15(1), 253–267, (1973).

Liu, D.C., “Better utilization of by-products from the meat industry [online]”, 10 September 2017, <http://www.fftc.agnet.org/library.php?func=view&id=20110706135001>, (2002).

Mariod, A.A., and Adam, H.F., “Review: gelatin, source, extraction and industrial applications”, *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 12(2), 135-147, (2013).

Memiş, E. ve Ersoy, Y., “Geleneksel gıda muhafaza yöntemleri [online]”, 10 Eylül (2017), https://www.researchgate.net/publication/236150608_Geleneksel_Gida_Muhafaza_Yontemleri, (2016)

Onwulata, C.I., Konstance, R.P. and Holsinger, V.H., “Properties of single- and double encapsulated butteroil powders”, *Journal of Food Science*,63(1), 100-103, (1998).

Palombo, R., Gertler, A. and Saguy, I., “A simplified method for determination of browning in dairy powders”, *Journal of Food Science*, 49,1609, (1984).

Patil, V., Chauhan, A.,K., and Singh, R.,P., “Optimization of the spray-drying process for developing guava powder using response surface methodology”, *Powder Technology*, 253,230-236, (2014).

Pauletti, M.S., and Amestoy, P., “Butter microencapsulation as affected by composition of wall material and fat”, *Journal of Food Science*, 64 (2), 279-282, (1999).

Siebeck, A., “Traditional bone broth in modern health and disease [online]”, 10 September 2017, <http://www.townsendletter.com/FebMarch2005/broth0205.htm>, (2014).

Şanlıdere Aloğlu, H. ve Öner, Z., “Peyniraltı suyu proteinlerinin mikroenkapsülasyon teknolojisinde kaplama materyali olarak kullanım olanakları”, *Akademik Gıda Dergisi*, 8(3), 38-42, (2010).

Tee, L.H., Luqman Chuah, A., L.,Pin, K.,Y.,Abdull Rashih, A.,Yusof, Y.,A., “Optimization of spray drying process parameters of *piper betle L.*,(sirih) leaves extract coated with maltodextrin”, *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 4(3), 1833-1841, (2012).

Turchiuli,C., Fuchs,M.,Bohin, M., Cuvelie,M.,E., Ordonnaud, C., Peyrat-Maillard,M.,N., Dumoulin, E., “Oil encapsulation by spray drying and fluidised bed agglomeration” *Innovative Food Science & Emerging Technologies*,6(1), 29-35, (2004).

Witte, V.C., Krauze, G.F. and Bailey, M.E., “A new extraction method for determining 2 thiobarbituric acid values of pork and beef during storage”, *Journal of Food Science*, 35:582–585 (1970).

Yerlikaya, O., Kınık, Ö. ve Akbulut, N., “Peyniraltı suyunun fonksiyonel özellikleri ve peyniraltı suyu kullanılarak üretilen yeni nesil süt ürünleri [online]”, 6 Ekim 2017, <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/78431> , (2010).

Yetim, H., “Jelatin üretimi özellikleri ve kullanımı”, *1.Ulusal Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi*,Ankara,86-93, (2011).

Yıldız, O., Şahin, H., Kara, M., Aliyazıcıoğlu, R., Tarhan, Ö. ve Kolaylı, S., “Maillard reaksiyonları ve reaksiyon ürünlerinin gıdalardaki önemi” *Akademik Gıda* ,8(6),44-51, (2010).

Yücesan, A. ve Ergün, E., “Çeşitli sığır ırklarımıza ait karkaslarda kemik ve büyük parça kısımlarının oranları üzerine araştırmalar”, *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*,26 (2),483-487, (2000).

11.ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Yeliz KARA

Doğum Yeri ve Tarihi : Yozgat 11.09.1990

Lisans Üniversite : Pamukkale Üniversitesi

Elektronik posta : yelizkara90@hotmail.com

İletişim Adresi : Alparslan Mah. Gökalp Gündüz Cad.No: 26/3
Ula/Muğla

Yayın Listesi :

Kara Y., Ergezer H., Akcan T., ve Gökçe R., “Kemik Suyu Tozu Üretimi” Denizli poster bildirisi Pamukkale Gıda Sempozyumu III “Kurutulmuş ve Yarı Kurutulmuş Gıdalar” 13-15 Mayıs 2015, (Pamukkale Üniversitesi)