

**FARKLI KONSANTRASYONLARDAKİ
AFYON KAYMAĞI-BAL KARIŞIMLARININ
DEPOLAMA KOŞULLARINDA REOLOJİK
KARAKTERLERİNİN İNCELENMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Gamze ALPYÖRÜK

DANIŞMAN

PROF. DR. ABDULLAH ÇAĞLAR
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**"FARKLI KONSANTRASYONLARDAKİ AFYON KAYMAĞI-BAL
KARIŞIMLARININ DEPOLAMA KOŞULLARINDA REOLOJİK
KARAKTERLERİNİN İNCELENMESİ**

Gamze ALPYÖRÜK

DANIŞMAN
PROF. DR. ABDULLAH ÇAĞLAR

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

OCAK 2013

TEZ ONAY SAYFASI

Gamze ALPYÖRÜK tarafından hazırlanan "FARKLI KONSANTRASYONLARDAKİ AFYON KAYMAĞI-BAL KARIŞIMLARININ DEPOLAMA KOŞULLARINDA REOLOJİK KARAKTERİNİN İNCELENMESİ" adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 24/01/2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR

Başkan : Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR

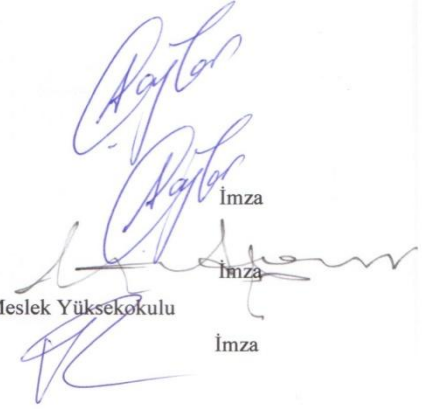
AKÜ Mühendislik Fakültesi

Üye : Prof. Dr. Hasan TOĞRUL

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu

Üye : Yrd. Doç. Dr. Veli GÖK

AKÜ Mühendislik Fakültesi



Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
.../.../... tarih ve
.....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mevlüt DOĞAN
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI
Afyon Kocatepe Üniversitesi

**Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım
bu tez çalışmada;**

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

beyan ederim.

24/01/2013

İmza

GAMZE ALPYÖRÜK

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI KONSANTRASYONLARDAKİ AFYON KAYMAĞI-BAL KARIŞIMLARININ DEPOLAMA KOŞULLARINDA REOLOJİK KARAKTERLERİNİN İNCELENMESİ

Gamze ALPYÖRÜK

Afyon Kocatepe üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR

Bu çalışmada, Afyonkarahisar ilinin önemli ticari ürünlerinden biri olan kaymak ve bal, kaymağın raf ömrünün uzatılması amacıyla karıştırılmıştır. Örnekler %90 bal-%10 kaymak, %70 bal-%30 kaymak ve %50 bal-%50 kaymak konsantrasyonlarında hazırlanmıştır. Örneklerle, kuru madde, yağ, protein, kül, titrasyon asitliği, pH, şeker, duysal ve reolojik analizler yapılmıştır. Bal, bal-kaymak ve kaymak örnekleri arasındaki duysal değişimin incelenmesi amacıyla duysal analiz yapılmıştır. Örneklerin kuru madde içerikleri %64,72–81,70 arasında, yağ içerikleri %9,40–62,31 arasında, protein içerikleri %0,30–3,15 arasında, kül içerikleri %0,226–0,414 arasında, titrasyon asitliği %0,063–0,15 arasında, pH değerleri 4,24–6,80 arasında ve şeker içerikleri %1,5–67,5 arasında (kaymak-bal) tespit edilmiştir. Reolojik analizlere göre; bal ve %90 bal-%10 kaymak örnekleri Newtonyen akış sergilediği, %70 bal-%30 kaymak ve %50 bal-%50 kaymak örneklerinin Newtonyen dışı, zamandan bağımsız ve psödoplastik akış sergilediği düşünülmektedir. Örneklerin akış türlerine ait bu öngörüler verilerin modellenmesiyle kesinleştirilebilir.

Duysal analizler örneklerin renk, tekstür, aroma, görünüş, tatlılık, kıvamları arasında anlamlı bir farklılık olmadığını göstermiştir.

2013, x+68 sayfa

Anahtar Kelimeler: Bal, kaymak, bal-kaymak karışımı, reolojik karakter

ABSTRACT

M.Sc Thesis

THE RHEOLOGICAL CHARACTERS STUDY IN MIXTURES OF DIFFERENT CONCENTRATIONS OF AFYON CREAM-HONEY STORAGE CONDITIONS

Gamze ALPYÖRÜK

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR

In this study, clotted cream which is one of the most important commercial products in Afyonkarahisar and honey were mixed in order to extend the shelf life of clotted cream. Samples were prepared with concentrations of 90 % honey- 10 % clotted cream; 70 % honey- 30% clotted cream and 50% honey – 50% clotted cream. Solid material, lipid, protein, ash, titration acidity, pH, sugar, sensory and rheological analys were made to the samples. Amount of solid material in samples were found between 64,72–81,70 %, amount of lipid in samples were found between 9,40–62,31 %; amaount of protein in samples were found between 0,30–3,15 %, amount of ash in samples were found between 0,226–0,414 %, amount of titration acidity in samples were found between 0,063–0,15 %, pH in samples were found between 4,24 -6,80 and amount of sugar in samples were found between 1,5 – 67,5 %.According to the rheological analyses; honey and %90 honey- %10 clotted cream samples were thought to be Newtonian; %70 honey - %30 clotted cream and %50 honey - %50 clotted cream samples were thought to be Non-Newtonian, Time-Independent and Pseudoplastic. These foresights for fluid types of samples can be confirmed by modelling the data. Sensory analyses results showed that there weren't any significant difference between colour, texture, aroma, appearance, sweetness, consistence of samples.

2013, x+ 68 pages

Key Words: honey, cream, honey-cream mixtures, rheological character

TEŞEKKÜRLER

Yüksek lisans öğrenimim boyunca bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, tez konumun seçiminden tezin bitimine kadar çalışmalarımın her aşamasında deneyimlerinden ve bilgi birikiminden yararlandığım, beni her konuda yönlendiren değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR' a

Yüksek lisans çalışmamın her aşamasında desteğini gördüğüm değerli hocam Prof. Dr. Hasan TOĞRUL'a

Tezimle ilgili karşılaştığım her türlü güçlükte ve her konuda bana destek olan, bilgilerini benimle paylaşan değerli hocam Arş. Grv. Aslıhan DENGE' ye

Beni yetiştiren ve çalışmalarım süresince maddi-manevi desteklerini esirgemeyen, anlayışlı, sabırlı ve fedakâr AİLEM'e

En içten teşekkürlerimi sunarım.

Gamze ALPYÖRÜK
AFYONKARAHİSAR, 2013

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜRLER.....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1 Kaymağın Genel Özellikleri	5
2.1.1 Kaymak Üretimi	6
2.2 Balın Genel Özellikleri	8
2.2.1 Bal Çeşitleri	9
2.2.2 Türkiye’de ve Dünyada Bal Üretimi	10
2.2.3 Balın Antimikrobiyel Aktivitesi	12
2.2.4 Balın İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri	12
2.3 Reoloji.....	13
2.3.1. Newtonian Modeli.....	16
2.3.2. Diğer Sıvı Akış Modelleri	18
2.4 Reolojik Davranışları Etkileyen Faktörler	18
2.4.1 Sıcaklığın Etkisi.....	18
2.4.2 Konsantrasyonun Etkisi	19
2.4.3 Parçacık Boyutu ve Miktarının Etkisi	19
2.5 Literatür Araştırmaları	20
3. MATERYAL VE METOT.....	23
3.1 Materyal	23
3.2 Metot.....	23
3.2.1 Fiziksel ve Kimyasal Analizler	23
3.2.2 Reolojik Analizler	28

3.2.3	Duyusal Analiz	29
3.2.4	İstatistiksel Analiz	30
4.	BULGULAR ve TARTIŞMA	31
4.1	Fiziksel ve Kimyasal Analiz sonuçları	31
4.1.1	Kuru Madde İçeriği	31
4.1.2	Yağ İçeriği	32
4.1.3	Protein İçeriği	33
4.1.4	Kül İçeriği.....	34
4.1.5	Asitlik Değerleri.....	35
4.1.6	pH Değerleri	37
4.1.7	Şeker İçeriği.....	38
4.2	Reolojik Özellikler.....	39
4.2.1	Bal Örneğinin Akış Türü	40
4.2.2	%90 Bal- %10 Kaymak Karışımının Akış Türü.....	40
4.2.3	%70 Bal- %30 Kaymak Karışımının Akış Türü.....	42
4.2.4	%50 Bal- %50 Kaymak Karışımının Akış Türü.....	44
4.2.5	Bal-Kaymak Karışımlarının Aktivasyon Enerjileri	45
4.3	Duyusal Analiz Değerleri	48
5.	SONUÇLAR	56
6.1	İnternet Kaynakları	67
ÖZGEÇMİŞ.....		68

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

1. Simgeler

cP	Centipoise
µg	Mikrogram
µm	Mikrometre
meq	Miliekivalan

2. Kısaltmalar

AOAC	Association of Official Analytical Chemists (Resmi Analitik Kimyacılar Birliği)
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	Sakkaroz
Cu ₂ SO ₄	Bakır Sülfat
H ₂ BO ₃	Borik Asit
HCl	Hidroklorik Asit
K ₂ SO ₄	Potasyum Sülfat
KLA	Konjuge Linoleik Asit
NaOH	Sodyum Hidroksit
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Kaymak üretim akış şeması	7
Şekil 2.2 Kartezyen Koordinatlarda Newtonian Bir Akışkana Uygulanan Kayma Gerilimi	14
Şekil 2.3 Reolojik Davranışların Basit Sınıflandırılması	15
Şekil 2.4 Newtonian ve Newtonian Olmayan Akış Davranışları (a) İki Parametrelili Modeller, (b) Üç Parametrelili Modeller.....	15
Şekil 2.5 Ortak Eksenli iki Silindir Arasındaki Bir Akışkana Uygulanan Kayma Gerilimi	16
Şekil 4.1 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait kuru madde içeriği dağılımı	32
Şekil 4.2 Bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait yağ içeriği dağılımı	33
Şekil 4.3 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait protein içeriği dağılımı.....	34
Şekil 4.4 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait kül içeriği dağılımı	35
Şekil 4.5 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait asitlik değeri dağılımı.....	36
Şekil 4.6 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait pH değeri dağılımı	38
Şekil 4.7 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait şeker içeriği dağılımı.....	39
Şekil 4.8 Bal örneğinin (a) Kayma Hızı –Kayma Gerilimi (b) Kayma Hızı- Viskozite grafiği	40
Şekil 4.9 %90 Bal- %10 Kaymak karışımının 30°C’de (a) Kayma Hızı –Kayma Gerilimi (b) Kayma Hızı- Viskozite grafiği.....	41
Şekil 4.10 %90 Bal- %10 Kaymak karışımının 5°C, 10°C, 20°C ve 30°C’de zaman-viskozite değişimi.....	42
Şekil 4.11 %70 Bal- %30 Kaymak karışımının 10°C’de (a) Kayma Hızı –Kayma Gerilimi (b) Kayma Hızı- Viskozite grafiği.....	43

Şekil 4.12 %70 Bal- %30 Kaymak karışımının 5°C, 10°C, 20°C ve 30°C’de zaman- viskozite değişimi.....	43
Şekil 4.13 %50 Bal- %50 Kaymak karışımının 30°C’de (a) Kayma Hızı –Kayma Gerilimi (b) Kayma Hızı- Viskozite grafiği.....	44
Şekil 4.14 %50 Bal- %50 Kaymak karışımının 5°C, 10°C, 20°C ve 30°C’ de zaman- viskozite değişimi.....	45
Şekil 4.16 %70 Bal-%30 Kaymak karışımının $\ln \mu - 1/T$ grafiği	46
Şekil 4.18 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin renk özelliğinin panelist beğenileri değişimi	49
Şekil 4.19 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin tekstür özelliğinin panelist beğenileri değişimi	50
Şekil 4.20 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin aroma özelliğinin panelist beğenileri değişimi	51
Şekil 4.21 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin görünüş özelliğinin panelist beğenileri değişimi	52
Şekil 4.22 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin tatlılık özelliğinin panelist beğenileri değişimi	53
Şekil 4.23 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin kıvam (kaşıkla) özelliğinin panelist beğenileri değişimi	54
Şekil 4.24 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin tüm izlenim panelist değerlendirmesi	55

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Kaymağın bazı özellikleri	6
Çizelge 2.2 Kaymağın kimyasal özellikleri	6
Çizelge 2.3 Balın kimyasal bileşimi	9
Çizelge 2.4 1991-2010 yılları arasında ülkemizdeki arıcılık faaliyetleri ve bal üretimi	11
Çizelge 2.5 Zamandan Bağımsız Akışkanların Akış Davranışını Tanımlayan Reolojik Modeller	18
Çizelge 4.1 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait kuru madde içeriği (%)	31
Çizelge 4.2 Bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait yağ içeriği (%)	32
Çizelge 4.3 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait protein içeriği (%)	34
Çizelge 4.4 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait kül içeriği (%)	35
Çizelge 4.5 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait asitlik değerleri (%).....	36
Çizelge 4.6 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait pH değerleri.....	37
Çizelge 4.7 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait şeker içeriği (%).....	38
Çizelge 4.8 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin renk özelliğinin panelist beğenileri	48
Çizelge 4.9 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin tekstür özelliğinin panelist beğenileri.....	49
Çizelge 4.10 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin aroma özelliğinin panelist beğenileri.....	50
Çizelge 4.11 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin görünüş özelliğinin panelist beğenileri.....	51
Çizelge 4.12 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin tatlılık özelliğinin panelist beğenileri.....	52

Çizelge 4.13 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin kıvam (kaşıkla) özelliğinin panelist beğenileri	53
Çizelge 4.14 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin tüm izlenim panelist değerlendirmesi	54
Çizelge 5.1 Bal, bal-kaymak karışımlarının akış özellikleri	57

1. GİRİŞ

Süt, organizmanın gelişebilmesi için gerekli organik ve anorganik maddelerden oluşması nedeni ile beslenme uzmanları tarafından temel gıda maddesi olarak kabul edilen önemli bir hayvansal üründür (Metin 1998).

Yüksek besin değeri nedeniyle insan beslenmesinde çok önemli bir role sahip olan süt, moleküler kompozisyon açısından kompleks bir gıdadır. Direkt olarak tüketilebilen süt; tereyağı, peynir, dondurma ve birçok süt ürününün üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır. Su içinde yağ emülsiyonu olan sütün, sulu fazını kazein miselleri, serum proteinleri, laktoz ve tuz oluşturmaktadır (Brans *et al.* 2004).

Sütün besin ögesi içeriği elde edilen hayvan türüne göre farklılık göstermektedir. Ortalama %88'i su olan inek sütü, 100'den fazla farklı bileşen içermektedir. Süt ve süt ürünleri; protein, kalsiyum, fosfor, A vitamini ve bazı B vitaminleri (özellikle riboflavin, B₁₂) için iyi bir kaynaktır (Miller *et al.* 2000).

Süt yağı, sütün görünümü, tat, lezzet ve dayanıklılığını etkilemektedir. Ayrıca elzem yağ asitleri, yağda eriyen vitaminler ve enerji için kaynak oluşturmaktadır. Yağ, su emülsiyonu içerisinde mikroskobik globüller halinde bulunmaktadır. Süt, trigliseritler (% 97–98), fosfolipitler (% 0,2–1,0), serbest steroller (% 0,2- 0,41), serbest yağ asitleri, yağda eriyen vitaminler (A, D, E, K), 400'den fazla farklı yağ asidi ve yağ asit türevi içermektedir (Miller *et al.* 2000, Gehardt and Thomas 2006). Süt yağı % 5 oranında doymuş yağ içermesine rağmen kronik hastalıklar için olumlu etkinlikleri olan konjuge linoleik asit, sifingomiyelin, bütirik asit, miristik asit gibi özel bileşenler içerdiği için sağlık açısından önemlidir (Miller *et al.* 2000, Baysal 2004).

Kaymak, geleneksel olarak manda sütünden üretilen ve “Afyon Kaymağı” adıyla tanınan bir süt ürünüdür. Manda sütünün yeterli olmadığı durumlarda, belirli miktarda krema ilavesiyle yağ oranı yönünden zenginleştirilen inek sütünden de yararlanılmaktadır (Yılsay ve Bayizit 2002). Ülkemizde özellikle Afyon, Edirne, Kocaeli, İstanbul, Bursa, Ankara illerinde, genellikle küçük aile işletmelerinde üretilen bu ürünün lüle şekli verilmiş olanı da ”Lüle Kaymağı” adıyla bilinmektedir.

Türk Gıda Kodeksi Krema ve Kaymak Tebliği'ne göre (2009/5), Afyon Kaymağı “manda sütünün tekniğine uygun kaynatılarak 92°C’de en az 2 dakika tutulması ve tekniğine uygun soğutulması ile elde edilen ürün” olarak tanımlanmaktadır. Fiziksel ayırma yöntemi ile en az % 60 oranında süt yağı içerecek şekilde inek sütünden ayrılan kremanın kullanıldığı üretim tarzında ise; krema, pastörizasyon ya da eşdeğer ısı işlem uygulamasından sonra paketlenerek piyasaya sürülmektedir (Akalın ve ark. 2006).

Bal, bal arıları tarafından salgılanan invertaz enzimi ile bitki nektarlarından üretilen tatlı, aromatik ve viskoz bir şurup olarak tanımlanmaktadır (Akpınar 2002).

Balın insan sağlığı üzerine etkileri ile ilgili olarak yapılan birçok çalışmada, özellikle hastalıklara karşı etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Balın antimikrobiyel etkisinin, yüksek molarite, düşük rutubet ve asidik karakterde olmasının yanı sıra yapısında bulundurduğu hidrojen peroksit, flavonoidler ve fenolik asitten kaynaklandığı bilinmektedir. Bu özellikleri sayesinde bal, insanlarda hastalık oluşturan birçok bakteri için uygun olmayan bir ortam oluşturmaktadır. Antibiyotiklere karşı dirençli olduğu bilinen metisilin’e dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA) bakterisinin bal içersinde yıkımlandığı araştırmalar sonucunda tespit edilmiştir (Dixon 2003).

Yapısının % 80’ini fruktoz ve glikozun oluşturduğu balların 21 çeşit bakteriye ve özellikle *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Pseudomonas aeruginosa*’ya karşı inhibe edici etkisi olduğu glukoz ve fruktoz oranının % 40’a kadar düşürülmesi ile Gram pozitif ve Gram negatif birçok bakteriye (*Escherichia coli*, *Salmonella* gibi) inhibe edici etkisinin devam ettiği ortaya konulmuştur (Tomoi and Miyata 2000).

Kısa raf ömürlü ürünler arasında yer alan kaymağın pazar payının genişletilmesi, üretiminin standartların ve yasal zorunlulukların gerektirdiği normlara taşınması ve endüstriyel ölçekteki üretiminde standardizasyonunun sağlanması önemli hususlar arasında yer almaktadır. Ancak, bu koşulların yerine getirilebilmesi için, ürünün kimyasal, fiziksel ve mikrobiyal kalite özelliklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Karışımların raf ömürlerini belirlemeye yönelik çalışmanın (Alpyörük 2010) sonuçlarına göre, 4 günlük raf ömrüne sahip olan kaymak bal ile karıştırıldığında raf ömrünün 15 güne kadar çıkabildiği belirlenmiştir. Raf ömrü kaymağa göre nispeten

uzun olan karışımların, yeni bir ürün olarak değeriendirilebileceğı düşünöldüğünde bu karışımların reolojik özelliklerinin belirlenmesi de oldukça önemlidir. Bu çalışmayla farklı konsantrasyonlardaki bal-kaymak karışımlarının akış türlerinin belirlenmesi hedeflenmektedir. Bu sayede fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve reolojik özellikleri bilinen bir ürün geliştirme fırsatı yakalanabilecektir.

2. GENEL BİLGİLER

Özcan vd. (1998) sütün bileşimini oluşturan önemli maddelerin başında süt yağının geldiğini, süt yağının, diğer hayvansal ve bitkisel kaynaklı yağlardan çok daha fazla yağ asidi içerdiğini ve süt yağında %30–50 oranında bulunan doymamış yağ asitlerinin beslenmedeki öneminin büyük olduğunu belirtmiştir.

Süt yağı kompleks bir organik bileşik olup ve içeriğinde trigliseritler (tri-açıl gliserol) egemendir. Trigliseritler düşük miktarlardaki di ve mono gliseritler ve serbest yağ asitleri ile birlikte süt yağının % 98'ini oluştururlar. Bunların yanı sıra bu yapıda ölçülebilir miktarlarda fosfolipitler, kolesterol ve kolesterol esterleri de bulunmaktadır. Süt yağının diğer bileşenleri düşük düzeyde bulunmalarına rağmen bunlar sütün duyusal ve besleyici özellikleri üzerinde önemli etkilerde bulunabilmektedirler. Bu öğeler sırasıyla yağda çözünen vitaminler, özellikle A, D, E ve az miktarda K vitaminleri, aldehytler, ketonlar ve laktonlar olarak tanımlanan tat-koku bileşikleri ve karotenoid pigmentleridir (Varnam and Sutherland,1994).

Yüksek oranda doymuş yağ asitleri içermesi nedeniyle, süt yağı ile insanlardaki bazı rahatsızlıklar arasında bir bağlantı olduğu öne sürülmekle birlikte, son yıllarda yürütülen çalışmaların sonuçları, süt yağındaki konjuge linoleik asitin (KLA) sağlık açısından yararlı özellikler taşıdığını göstermektedir (Seçkin ve ark. 2005). İyi bir enerji kaynağı olması ve bileşiminde yer alan orta zincirli yağ asitleri, linoleik ve aradonik asit gibi esansiyel doymamış yağ asitleri ve yağda çözünen A, D, E, K vitaminleri nedeniyle beslenme fizyolojisi açısından büyük öneme sahiptir (Akalin ve ark. 2006). Süt yağının vücut sıcaklığında sıvı halde bulunması da özellikle kalp ve damar hastalıkları açısından son derecede önemlidir.

Akalin vd. (2005) tarafından bildirildiğine göre, hayvansal ürünlerin KLA içeriği bitkisel ürünlere göre daha yüksektir. Hayvansal ürünler içerisinde ise geviş getirenlerin dokularında KLA düzeyi daha yüksek olup, süt ve süt ürünleri en temel KLA kaynağı olarak kabul edilmektedir. Süt yağı da olası yenilebilir yağların en kompleksi ve KLA'nın en bol kaynağı olarak bilinmektedir. Dolayısıyla kaymak, tereyağı ve peynir gibi süt yağı içeren gıdalar KLA alımı açısından zengin diyetel kaynaklardır.

2.1 Kaymağın Genel Özellikleri

Kaymak esas itibariyle sütün yağdan zengin bir kısmıdır. Kürecikler halinde bulunan süt yağının özgül ağırlığı 0,931 g/mL'dir. Buna karşın sütün plazma kısmının ağırlığı 1,034 g/mL'dir. Özgül ağırlığı daha az olan yağ kısmı yavaş yavaş yağ küreciklerinin yukarı çıkması ile sütün yüzeyinde toplanır. Yağ kürecikleri kısmen birleşerek büyük kitleler halini alır. Sütün yüzeyinde toplanan tabaka giderek yağca zenginleşir ve böylece kaymak tabakası oluşur. Oluşan kaymak tabakasının büyük bölümü süt yağı ihtiva etmektedir (İnal 1990).

Bir çeşit konsantre krema olan kaymak yapımında, üretimin ekonomik olabilmesi için süt yağ oranının yüksek, beğeni ile tüketilebilmesi için de beyaz olması gerekmektedir. Bu nedenle de en iyi kaymak, yağ (% 9,3) ve kuru maddece zengin, kaymak bağlama yeteneğinin yüksek olan manda sütlerinden yapılmaktadır. Bu sütün kaymağı kalın, beyaz renkte ve iyi kıvamdadır. Belli oranlarda inek kreması ile zenginleştirilen manda sütlerinden de kaymak yapılmakta fakat bu durumda kaymak daha ince ve sarımtırak renkte olmaktadır. Ayrıca sade manda kaymağı aromasını da vermemektedir (Çon ve ark. 2000). Bu nedenle manda sütünden yapılan kaymaklar daha ekonomik olmakta ve tüketici tarafından da tercih edilmektedir. Özellikle manda sütünün değerlendirilmesi bakımından önemli bir değer taşıyan kaymakçılık, üretildiği yerlerde fazlaca kazanç sağlayan bir iş koludur. Ayrıca, kış mevsiminde şehirden uzak yerlerde, sütler içme sütü olarak değerlendirilemediği taktirde kaymağa işlenebilmektedir (Kurt ve Özdemir 1988).

Türk Gıda Kodeksi Krema ve Kaymak Tebliği' ne göre; ağırlıkça en az %60 oranında süt yağı bulunduran kremaya 'Kaymak' denir. Afyon kaymağı, aynı tebliğde; 'Manda sütünün tekniğine uygun olarak kaynatılarak 92°C'de 2dk tutulması ve tekniğine uygun olarak soğutulması ile elde edilen ürün' olarak tanımlanmaktadır.

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğine göre kaymakların bazı özellikleri Çizelge2.1' de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi; kaymağın genelde mikrobiyolojik özelliklerine sınırlama getirilmiş, kimyasal özelliklerden sadece yağ oranı minimum değer olarak belirtilmiştir.

Çizelge 2.1 Kaymağın bazı özellikleri (Anonim 2003)

Özellikler	Değer
Süt Yağı (Ağırlıkça %)	En az 60
Koliform (EMS/g)	En çok 9 (0.95 log ₁₀ EMSg ⁻¹)
<i>E. coli</i> (EMS/g)	<3
<i>Staphylococcus aureus</i> (kob/g)	En çok 1.0 x 10 ² (2 log ₁₀ kobg-1)
<i>Salmonella</i> spp	Bulunmayacak
<i>L. monocytogenes</i>	Bulunmayacak
Maya-Küf (kob/g)	En çok 1.0 x 10 ² (2 log ₁₀ kobg-1)

Bazı araştırmacıların kaymak üzerinde yaptıkları çalışmalar sonucunda elde ettikleri bulgular Çizelge 2.2’de belirtilmiştir.

Çizelge 2.2 Kaymağın kimyasal özellikleri (Anonim 1973)

Özellikler	
Kuru Madde (%)	68,44
Su (%)	31,48
Yağ (%)	64,01
Protein (%)	3,16
Laktoz (%)	1,10
Kül (%)	0,40

2.1.1 Kaymak Üretimi

Kaymak üretim aşaması geleneksel ve teknolojik olmak üzere iki bölüme ayrılır. Geleneksel yöntemle kaymak üretiminde, yağlı süt hafif bir ateş üzerinde devamlı karıştırılarak ısıtılır. 80°C’ yi geçmeyecek şekilde yapılan bu ısıtmada, bir yandan sütün dibinin tutmaması, bir yandan da suyun buharlaşması sağlanmaya çalışılır. İyice koyulaşan süt, derinliği 8 cm’yi geçmeyen yayvan geniş kaplara köpürtülerek boşaltılır. Altlarına ateş serilerek ikinci bir pişirme işlemine geçilir. Sonra ateş çekilerek 24 saat kendi halinde bırakılır. Daha sonra 8 – 10 cm genişliğinde şeritler halinde kesilerek üst yüzü dışa gelecek şekilde sarılır, ambalajlanır ve satışa sunulur. Bu şekilde kaymak

üretiminde ustanın mahareti çok önemlidir. Kaymağın bu şekilde elde edilmesi, ülkemizin birçok kesimlerinde uygulanmaktadır (Adam 1971, İnal 1990, Ünsal 1997, Anonim 2004b). Şekil 2.1’de kaymak üretim akış şeması verilmiştir.



Şekil 2.1 Kaymak üretim akış şeması

Kaymak elde edilmesinde ilk teknolojik adım, 1864 yılında atılmış ve kaplar içerisine konulan süt, kapların döndürülmesiyle kısa zamanda kaymağından ayrılmıştır. Fakat ilk yapılan makinelerin hem kapasitesi düşük olmuş, hem de elde edilen kaymak kaliteli

olmamıştır. 1877 yılında Ledfeld' in bulduğu davlumbaz santrifüjü ile kaymağın kısa sürede ve tam olarak süttten ayrılması sağlanmış, daha sonraki dönemlerde yapılan santrifüjlere disk tertibatının da takılmasıyla günümüzdeki makineler geliştirilmiştir. (İnal 1990). Günümüzde kaymağı teknolojik olarak üreten bazı firmalar bulunmaktadır. Teknolojik üretimlerde seperatörler vasıtası ile merkezkaç kuvveti sistemine dayanılarak süt, yağından ayrılır. Bu yöntemle ayrılan süt yağının oranı % 60' a standardize edilir. Daha sonra pastörize edilip soğutulur ve uygun ambalajlara doldurulmaktadır. Bu şekilde el değmeden hijyenik şartlarda üretilen ve paketlenen kaymaklarda mikroorganizma üremesi yavaş olduğundan geleneksel yöntemle üretilen kaymaklardan daha dayanıklıdır (Anonim 2004a).

Kaymak, az dayanıklı bir ürün olması nedeniyle mutlaka soğukta saklanması gerekmektedir. Aksi halde kısa zamanda bozulur. Piyasaya sunulan kaymaklar en az pastörizasyon veya pastörizasyona eşdeğer ısı işlem görmüş olmalıdır. Pastörize kaymakların bulaşmayı önleyecek biçimde ambalajlanması, pişirilmiş kaymakların ise kapalı kaplarda satılması gerekmektedir (Anonim 2003).

2.2 Balın Genel Özellikleri

Bal, Türk Gıda Kodeksi 2000/39 sayılı Bal Tebliğinde "Bal; bal arılarının çiçek nektarlarını, bitkilerin veya bitkiler üzerinde yaşayan bazı canlıların salgılarını topladıktan sonra, kendine özgü maddelerle karıştırarak değişikliğe uğratarıp, bal peteklerine depoladıkları tatlı madde" olarak tanımlanmıştır.

Bal, arılar tarafından çiçeklerden ve meyve ve tomurcuklardan alınarak yutulan nektarın arıların bal midesi denilen organlarında invertaz enzimi sayesinde kimyasal değişime uğramasıyla oluşan ve kovandaki petek hücrelerine yerleştirilen çok faydalı bir besindir. Nektar bala çevrilirken arılar sağladıkları invertaz enzimi sayesinde sakarozu inversiyona uğratarak fruktoz ve glikoz şeklinde basit şekerlere dönüştürür ve fermantastonun gelişmesini önleyecek miktarda suyunu uçururlar. Kovandaki hücrelere yerleştirilen ve üzeri mumdan bir kapakla örtülen bal arılarca sağlanan özel havalandırma sistemi sayesinde bildiğimiz tat ve kıvama gelir (İnt.Kyn.1).

Balın bileşimi arının nektarını aldığı çiçeklerin türüne, iklim koşullarına, arının cinsi ve yaşına bağlı olarak değişmekle birlikte ortalama olarak balın bileşimi Çizelge 2.3'te verilmiştir (Hışıl ve Börekçioğlu 1986, Güneş 2001). Çizelge 2.3'te görüldüğü gibi balın %17,10'unu su, kalanını katı madde oluşturmaktadır. Katı madde içinde fruktoz, glukoz, maltoz ve sakkaroz olmak üzere şekerler önemli bir paya sahiptir. Ayrıca az miktarda protein, bazı B grubu vitaminler, C vitamini ve çeşitli mineraller de bulunmaktadır (Anonim 2003a). Bal, içerdiği başta glukonik asit olmak üzere bütirik, asetik, formik, laktik, süksünük, malik, sitrik ve okzalik asitler gibi organik asitler nedeniyle asidik bir gıdadır. Ortalama olarak asitliği %0,57 (%0,017–1,17) olup, pH'sı 3,9 (3,4–6,1)'dur (Anonim 2003a).

Çizelge 2.3 Balın kimyasal bileşimi (Anonim 2003a)

Bileşim Maddeleri	Ortalama Miktarı	Bileşim Maddeleri	Ortalama Miktarı
	(g/100g)		(g/100g)
Su	17,10	Riboflavin (B ₂)	0,004
Fruktoz	38,50	B ₆ Vitamini	0,02
Glukoz	31,00	Potasyum	52,00
Maltoz	7,20	Kalsiyum	6,00
Sakkaroz	1,50	Sodyum	4,00
Diğer	4,00	Fosfor	4,00
karbonhidratlar			
Toplam Protein	0,30	Magnezyum	2,00
Kül	0,20	Selenyum	0,80
C Vitamini	0,50 mg	Demir	0,42
Niasin	0,12 mg	Manganez	0,08
Pantotenik asit	0,07 mg	Bakır	0,04
Kalori (kkal.)	304		

2.2.1 Bal Çeşitleri

Kaynağına göre ballar çiçek ve salgı balları olarak ayrılabilir. Çiçek balı ve salgı balı olan çam balı üretimlerinde dünya bal üretiminde önemli bir yere sahip olan

Türkiye zengin bir bitki örtüsüne sahiptir. Bu çeşitlilik, Türkiye’de bal üretiminde de çeşitliliğe neden olmaktadır. Bölgelere göre bal çeşitliliği düşünüldüğünde Muğla ve çevresinde çam, Karadeniz bölgesinde kestane, Akdeniz bölgesinde narenciye ve diğer bölgelerimizde de çiçek balı olmak üzere zengin bal çeşitliliğimiz bulunmaktadır (Kayral ve Kayral 1984).

Sahip olduğumuz çiçek balları karışık çiçek balı (yayla balı), ayçiçeği balı, narenciye balı, kekik balı, karakovan balı şeklinde sıralanabilir (Önalan 2009).

Bu çeşitliliğe Karadeniz Bölgesi kestane balı, yüksek değeri olan Anzer balı ve Delibal ile katkıda bulunmaktadır (Önalan, 2009). Delibal (zehirli bal) Karadeniz bölgesi sahil şeridinde üretilmekte olup andromedotoksin adı verilen alkoloit nedeniyle zehirli bal olarak ifade edilmektedir. Mor çiçekli ormangülü (*Rhododendron ponticum l.*) ve sarıçiçekli sifin (R. Luteum sweet) bitkilerinde bulunan söz konusu alkoloit, bu bitkilerden nektar toplayan arılar tarafından direkt nektarla alınarak bala işlenmektedir (Ölmez 2009).

2.2.2 Türkiye’de ve Dünyada Bal Üretimi

Dünyada en fazla kovana sahip olan ve en fazla bal üretimini gerçekleştiren ülkesi Çin’dir. Kovan başına ortalama dünya bal üretimi 20 kg olup, bu miktar Çin’de 33, Arjantin’de 40, Meksika’da 27, Kanada’da 64, Avustralya’da 55, Macaristan’da 40 ve Türkiye’de 16 kg’dır (Önalan 2009).

Dünyada çam balı üretiminin % 90’lık bir bölümü ülkemizde ve geriye kalan % 10’luk kısım ise Yunanistan’da üretilmektedir. Türkiye’ de yıllık 10.000 ton üretimi gerçekleştirilen çam balı Avrupa Birliği ülkeleri tarafından aranan bir gıda maddesidir (Anonim 2001). Türkiye’de çam balı üretim sahalarının %80’ini bünyesinde barındıran Muğla ilimiz olup, çam balı üretiminin % 75–80 ‘ini gerçekleştirerek Türkiye bal üretimine büyük ölçüde katkıda bulunmaktadır (Anonim 2006). Ülkemiz sadece çam balı üretiminde değil çiçek balı çeşitliliği ve üretiminde de dünyada söz sahibi bir konumdadır.

Türkiye İstatistik Kurumu’nun yapmış olduğu araştırmada 1991–2010 yılları arasında Türkiye’ de üretilen bal miktarları Çizelge 2.4’te verilmiştir (Anonim 2011a).

Çizelge 2.4 1991-2010 yılları arasında ülkemizdeki arıcılık faaliyetleri ve bal üretimi

Yıllar	Yeni Kovan	Eski Kovan	Bal
	(adet)	(adet)	(ton)
1991	3 161 583	266 859	54 655
1992	3 289 672	250 656	60 318
1993	3 450 755	234 692	59 207
1994	3 567 352	219 236	54 908
1995	3 701 444	214 594	68 620
1996	3 747 578	217 140	62 950
1997	3 798 200	204 102	63 319
1998	4 005 369	193 982	67 490
1999	4 135 781	185 915	67 259
2000	4 067 514	199 609	61 091
2001	3 931 301	184 052	60 190
2002	3 980 660	180 232	74 554
2003	4 098 315	190 538	69 540
2004	4 237 065	162 660	73 929
2005	4 432 954	157 059	82 336
2006	4 704 733	146 950	83 842
2007	4 690 278	135 318	73 935
2008	4 750 998	137 963	81 364
2009	5 210 481	128 743	82 003
2010	5 465 669	137 000	81 115

Kovan başına bal üretim miktarları verilen bu ülkeler ayrıca en çok bal ihraç eden ülkelerdir. Dünyada en fazla bal ithalatı gerçekleştirilen ülkeler arasında Almanya, ABD, Japonya, Avusturya, İngiltere, Fransa, İtalya, İsviçre bulunmaktadır. Almanya'nın ithal ettiği bal miktarı Türkiye'nin bal üretiminden daha fazladır (Önalın 2009).

2.2.3 Balın Antimikrobiyel Aktivitesi

Balın insan sağlığı üzerine etkileri ile ilgili olarak yapılan birçok çalışmada, özellikle hastalıklara karşı etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Baldaki başlıca madde şekerdir ve bu da antibakteriyel etkili ozmotik basınca sebep olmaktadır. Baldaki antibakteriyel aktivite ilk olarak 1982 yılında bildirilmiştir. Baldaki inhibitör bileşen, ısı ve ışığa duyarlı olan glukozoksidaz tarafından üretilen hidrojen peroksittir. Bazı araştırıcılar baldaki esas antibakteriyel bileşenin hidrojen peroksit olduğuna inanmaktadırlar. Fakat bazı ballarda glukozoksidaz inaktiftir ve bu ballarda bakterilerin gelişimini inhibe etmeye yetmeyecek kadar az hidrojen peroksit bulunmaktadır. Bu ballar ısı ve ışığa duyarlı değillerdir ve uzun süre bozulmadan kalabilmektedir (Bogdanow 1997).

Balda ayrıca lizozim enzimi de antibakteriyel etkiye sahiptir. Balda antibakteriyel flavonoidlerden pinocembrin de bulunmaktadır. Fakat baldaki içeriği oldukça düşüktür. Yeni Zelanda ballarında, özellikle Manuka ve Viper's Bugloss ballarında antibakteriyel aktiviteye sahip birkaç aromatik asit izole edilmiştir. Balın yüksek ozmomolaritesine ilaveten düşük pH'ya sahip olması antibakteriyel aktiviteden sorumlu tutulmaktadır (Bogdanow 1997).

Balın antimikrobiyel aktivitesi onun asitliğine, pH'sına, ozmotik basıncına, glukoz oksidaz aracılığı ile enzimatik olarak hidrojen peroksit üretimine bağlıdır. Bal bileşenleri olarak, aromatik asitler veya fenolik bileşenler antimikrobiyel aktiviteye bütün olarak katkıda bulunabilirler. Çeşitli bal örneklerinde gözlenen antibakteriyel aktivite nedeni dört etmen şeklinde sınıflandırılmıştır. Bunlar; yüksek şeker konsantrasyonuna (düşük su aktivitesi) bağlı inhibasyon, hidrojen peroksit oluşumu, proteinli antimikrobiyel bileşenlerin varlığı ve tanımlanamayan bileşenlerdir (Mundo *et al.* 2004).

2.2.4 Balın İnsan Sağlığı zerine Etkileri

Balın insan sağlığı üzerine etkileri ile ilgili olarak yapılan birçok çalışmada, özellikle hastalıklara karşı etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Balın sindirim olayının gerçekleşmesinde doğrudan etkili olup diğer gıda maddelerinin daha iyi emilmesini sağladığı ve bunlardan yararlanma oranını arttırdığı bildirilmektedir (Conti 2000). Bal

özellikle çocuk beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Anne ve inek sütünde yetersiz olan demirin, bal yenmesi ile vücut için gerekli olan ihtiyacı karşılanabilmektedir. Kahvaltıda alınan 50 g bal boşaltım sistemini düzenlemektedir. Ayrıca çocukların öksürük, bronşit, bağırsak tembelliğine karşı da iyi yönde etki göstermektedir. Araştırmalar sonucunda balın depresyona, baş ağrısına, uyku problemlerine iyi geldiği, insanı sakinleştirdiği tespit edilmiştir (Güneş 2003).

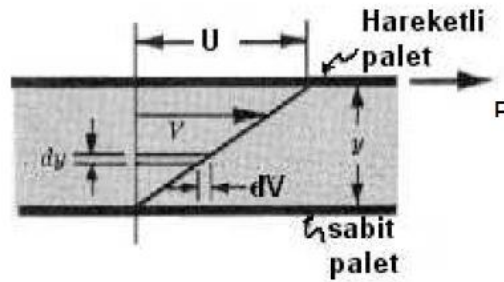
Balın antioksidatif etkisinin oksidatif olaylar sonucunda oluşabilecek bir takım hastalıklara özellikle kansere, kardiyovasküler kollapsa ve şeker hastalığına karşı koruduğu bildirilmektedir. Balın antioksidatif etkisi, yapısında bulundurduğu tokoferol, askorbik asit, flavonoidler ve diğer fenolik enzim bileşenleri ile sağlanmaktadır (Takeshi *et al.* 2001).

Yapılan çalışmalarda balın sindirim sistemi hastalıklarına iyi geldiği ortaya konulmuştur. Özellikle mide ülserinin etkeni olarak gösterilen *Helikobacter pylori*'nin gelişimi üzerine inhibe edici özelliği olduğu ve hastalığın gerilemesini sağladığı bildirilmektedir (Çakmak 2001). Soğuk balın midedeki asit sekresyonunu stimüle ederken, sıcak balın asit sekresyonunu inhibe etmesiyle midede yüksek asidite sonucunda ülserleşmenin ortaya çıkmasına engel olduğu bildirilmektedir (Kasianenko *et al.* 2002).

2.3 Reoloji

Akışkanlığın bilimi olan ve işlenmiş gıdaların kalitesinde büyük rol üstlenen reolojinin önemi gün geçtikçe artmaktadır. Reoloji, sanayide değişik işleme aşamalarında gereken bir unsurdur. Kalitenin belirlenmesinde, reolojik esaslı bileşen denklemlerinin analizinde, proseslerin tasarımı için gerekli olan mühendislik hesaplamalarında, raf ömrü testlerinde ve duyuşal verilerle ilgili olarak gıda yapısının değerlendirilmesinde reolojik özelliklere ihtiyaç duyulmaktadır. Tüketici açısından duyuşal kalite önemli bir faktördür. Duyuşal özellikler genelde gıdaların fiziksel ve kimyasal özelliklerin duyuşal uyarıma karşı verdikleri reaksiyondur. Tüketici; her gıda maddesinden tat, koku, renk gibi özellikleri göstermesini bekler. Bu özelliklerin yanı sıra sıvı gıdalar için akışkanlık, katılar için tekstürel özellikler ve yarı akışkan gıdalar için kıvam (konsistens) önemlidir.

Sıcaklık, bağıl nem ve gıda maddesinde gözlenen kimyasal ve mikrobiyolojik reaksiyonlar gibi faktörler, ürünün reolojik özelliklerini oldukça önemli bir şekilde etkileyebilir. Ayrıca, reolojik özelliklerin ölçümünün yapılabilmesi için viskozite, konsistens ve tekstür gibi parametreleri ölçmek için yöntemler geliştirilmiştir. Önemli olan en uygun ölçme yöntemiyle gıdanın reolojik özelliklerini tayin edebilmektir. Bir akışkana uygulanan kayma gerilimi Şekil 2.2’de gösterilen varsayım ile temsil edilebilir.

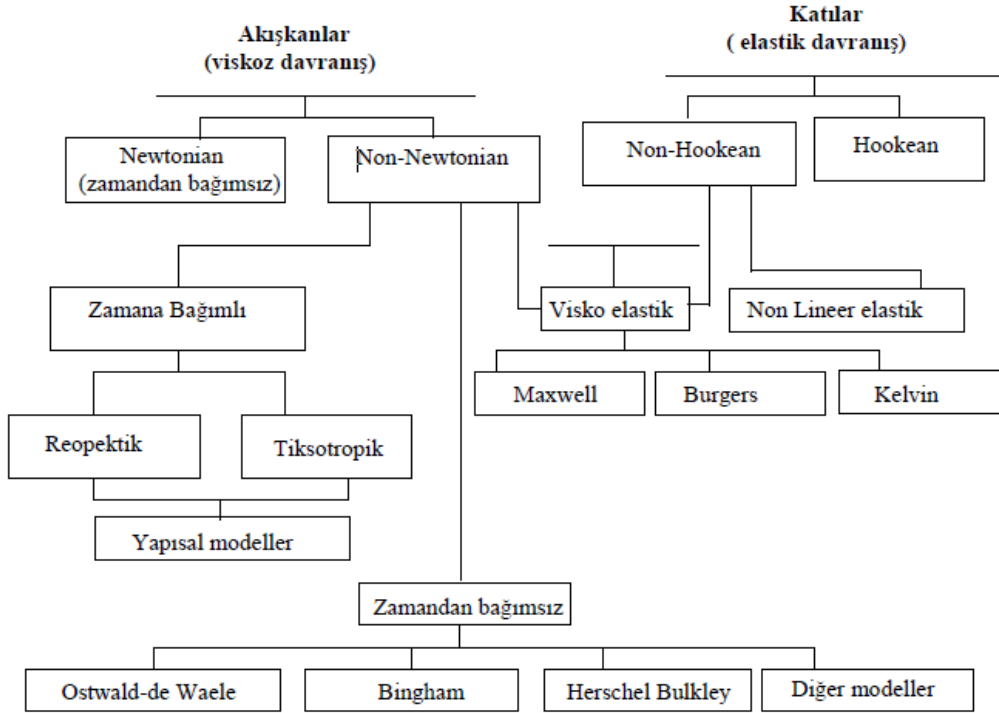


Şekil 2.2 Kartezyen Koordinatlarda Newtonian Bir Akışkana Uygulanan Kayma Gerilimi

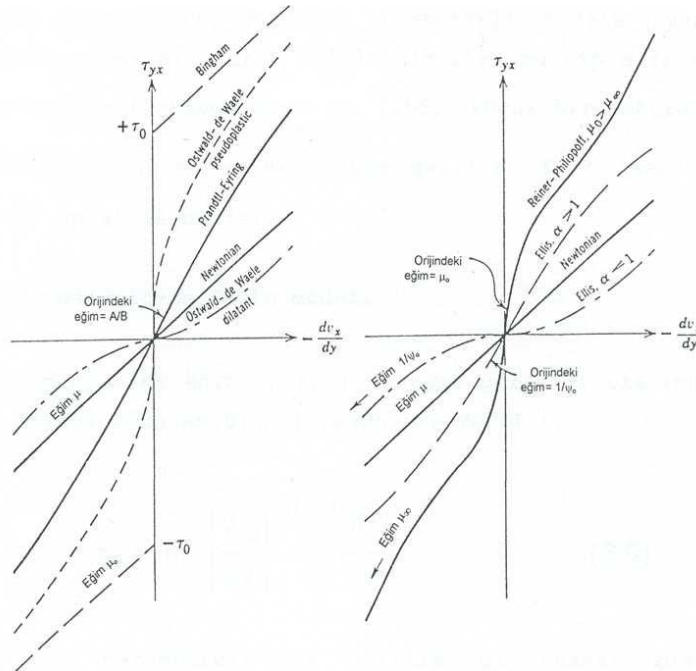
Kararlı laminar akışda birçok sıvının reolojik davranışı τ_{yx} kayma gerilimini göstermek üzere aşağıdaki eşitlik ile ifade edilebilir.

$$\tau_{yx} = -\eta \frac{dV_x}{dy} \quad (2.1)$$

Bu eşitlikte η görünür viskozite, dV_x/dy ise kayma hızı olup τ_{yx} 'in bir fonksiyonu olarak tanımlanabilir. Kayma hızının artmasıyla η 'nın azaldığı bölgelerde davranış pseudoplastik; arttığı bölgelerde ise davranış dilatant olarak adlandırılır. Kayma hızı ve kayma gerilimi arasındaki ilişkiyi açıklamak için çok sayıda ampirik eşitlik ve model geliştirilmiştir. Şekil 2.3’de reolojik davranışların basit sınıflandırılmasını, Şekil 2.4’de genel olarak akışkanların kayma gerilimleri ve kayma hızları arasındaki ilişkiyi açıklamada kullanılan ve kayma gerilimlerinin kayma hızları ile nasıl değiştiğini gösteren hem deneysel hem de teorik olarak ortaya konulmuş modelleri göstermektedir (Bird et al. 1960, Steffe 1992).



Şekil 2.3 Reolojik Davranışların Basit Sınıflandırılması



Şekil 2.4 Newtonian ve Newtonian Olmayan Akış Davranışları (a) İki Parametrelili Modeller, (b) Üç Parametrelili Modeller

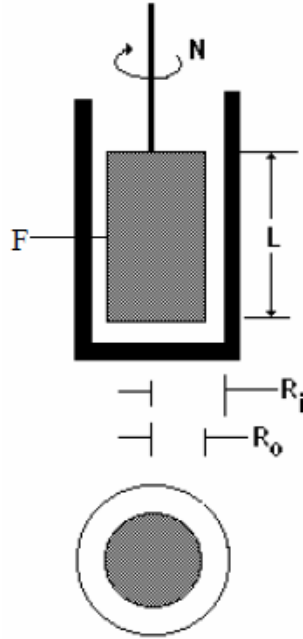
2.3.1. Newtonian Modeli

Eğer η , kayma hızından bağımsız ise $\eta = \mu$ alınır ve davranış Newtonian olarak adlandırılır. Newtonian davranış gösteren bir akışkanın kayma gerilimi ile kayma hızı arasındaki ilişki, eğimi akışkanın viskozitesine eşit olan bir doğru denklemdir. Bu davranışı gösteren akışkanlar için kayma gerilimi ile kayma hızı arasındaki ilişki aşağıdaki eşitlikle verilir.

$$\tau_{yx} = -\mu \frac{dV_x}{dy} \quad (2.2)$$

Bu eşitlikte μ viskoziteyi, dV_x/dy kayma hızını ve τ_{yx} kayma gerilimini ifade etmektedir.

Şekil 2.5'te ortak eksenli iki silindir arasındaki bir akışkana uygulanan kayma gerilimi gösterilmiştir.



Şekil 2.5 Ortak Eksenli İki Silindir Arasındaki Bir Akışkana Uygulanan Kayma Gerilimi

Bu sistemde, akışın laminar ve kararlı, akışkan özelliklerinin basınçla değişmediği, sıcaklığın sabit olduğu, sistemde duvarlarda sürtünmenin olmadığı ve radyal-eksenel

yönlerdeki hız bileşenlerinin sıfır olduğu kabul edilerek, içteki hareketli silindirin yüzeyine etki eden kuvvetlerin denkleğinden, yüzeydeki kayma gerilimi silindirik koordinatlarda aşağıdaki eşitlikle verilir (Steffe 1992).

$$M_d = F.R_0 = 2.\pi.L.\tau_{r\phi} R_0 \quad \tau_{r\phi} = \frac{M_d}{2.\pi.L.R_0^2} \quad (2.3)$$

Ortak eksenli iki silindir arasındaki açısal doğrultudaki akışta içteki silindirin dönmesi durumunda momentum akısı dağılımı A sabit olmak üzere aşağıdaki gibidir

$$\tau_{r\phi} = \frac{A}{r^2} \quad (2.4)$$

Şekil 2.5' teki sisteme Newtonian model uygulandığında kayma gerilimi aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$\tau_{r\phi} = -\mu \frac{dV_\phi}{dr} \quad \tau_{r\phi} = -\mu.r.\frac{d}{dr}\left(\frac{V_\phi}{r}\right) \quad (2.5)$$

Eşitlik (2.4) ve (2.5) birbirine eşitlenip integre edilirse,

$$\frac{V_\phi}{r} = \frac{A}{2.\mu.r^2} + C \quad (2.6)$$

elde edilir. N: rotor devir sayısı (dev./s) olmak üzere, Şekil (2.5) için iki sınır şartı yazılırsa,

$$r = R_0 \quad V_\phi = 2.\pi.R_0.N \quad (2.7)$$

$$r = R_i \quad V_\phi = 0 \quad (2.8)$$

Eşitlik (2.8)' deki sınır şartı eşitlik (2.6)' da yerine yazılarak integral sabiti bulunur.

$$C = - \frac{A}{2.\mu.R_i^2}$$

(2.9)

Eşitlik (2.9) ve eşitlik (2.7) deki sınır şartı eşitlik (2.6)' da yerine yazılarak

$$A = \frac{4.\pi.N.R_0^2}{\left(1 - \left(\frac{R_0}{R_i}\right)^2\right)} \quad (2.10)$$

elde edilir. Eşitlik (2.10) eşitlik (2.4)' de yerine yazılarak rotor yüzeyindeki (r=R₀'da) kayma gerilimi aşağıdaki şekilde bulunur.

$$\tau_{r\phi} = \frac{4.\pi\Theta.\mu.N}{\left(1 - \left(\frac{R_0}{R_i}\right)^2\right)} \quad (2.11)$$

Eşitlik (2.11)' in her iki tarafı μ ' ye bölünürse bu sistemdeki kayma hızı (γ) için aşağıdaki eşitlik bulunur.

$$\gamma = \frac{4 \cdot \pi \cdot N}{\left(1 - \left(\frac{R_0}{R_i}\right)^2\right)} = \frac{4 \cdot \pi \cdot N}{(1-R^2)} \quad (2.12)$$

2.3.2. Diğer Sıvı Akış Modelleri

Bir akışkanın akış davranışını tanımlamak için kullanılan reolojik modelin seçilmesini etkileyen pek çok faktör vardır. Newtonian modeline ek olarak pek çok model Non newtonian akışkanların akış davranışlarını temsil etmek için kullanılır. Bu modellerin bazıları Çizelge 2.5'te özetlenmiştir (Steffe 1992).

Çizelge 2.5 Zamandan Bağımsız Akışkanların Akış Davranışını Tanımlayan Reolojik Modeller

Model	Eşitlik
Casson	$\tau^{0.5} = (\tau_0^{0.5}) + K_1 \cdot (\gamma)^{0.5}$
Modifiye Casson	$\tau^{0.5} = (\tau_0^{0.5}) + K_1 \cdot (\gamma)^{n1}$
Genelleştirilmiş Herschel-Bulkley	$\tau^{n1} = (\tau_0^{n1}) + K_1 \cdot (\gamma)^{n2}$
Carreau	$\eta = \eta_{\infty} + (\eta_0 - \eta_{\infty}) [1 + (K_1 \cdot \gamma)^2]^{(n-1)/2}$

2.4 Reolojik Davranışları Etkileyen Faktörler

Reolojik özellikleri belirlemek üzere deneye tabi tutulan gıda maddesinin sıcaklığı, konsantrasyonu ve parçacık boyutu deney verilerini etkilemektedir.

2.4.1 Sıcaklığın Etkisi

Gıda muhafaza işlemlerin birçoğunda sıcaklık uygulaması yapılmaktadır. Viskozite (ya da kıvamlılık katsayısı) ve sıcaklık arasında genelde ters ilişki bulunmaktadır. Sıcaklıktaki artış karışımların viskozitesinde önemli bir azalışa neden olmaktadır. Akış davranış indeksi sıcaklıkla sabit kabul edildiğinde, sıcaklığın görünür viskoziteye ve kıvam kat sayısına etkisi Arrhenius tipi eşitlik ile açıklanır(Rao 1999, Arslan 2003).

$$\eta = \eta_0 e^{Ea/RT} \quad (2.13)$$

$$K = K_T e^{Ea/RT} \quad (2.14)$$

Burada, η_0 ve K_T denklem sabiti, Ea aktivasyon enerjisi (J/kmol), R evrensel gaz sabiti (8314,34 J/kmol.K), T ise mutlak sıcaklıktır (K). Aktivasyon enerjisi miktarı akış gerçekleşmeden önceki enerji engeli olarak tanımlanabilir (Arslan ve ark. 2005, Akbulut ve ark. 2008).

2.4.2 Konsantrasyonun Etkisi

Konsantrasyon ve viskozite arasında sabit sıcaklıkta doğrusal olmayan bir ilişki vardır (Bourne 1982, Arslan 2003). Konsantrasyonun görünür viskoziteye ve üslü yasa kanunundaki yoğunluk indeksine olan etkisi üslü fonksiyonlarla tanımlanır (Rao 1999, Arslan 2003).

$$\eta = K_{c0} e^{b0.c} \quad (2.15)$$

$$\eta = K_c e^b \quad (2.16)$$

$$K = K_{c1} e^{b1.c} \quad (2.17)$$

$$K = K_{c2} c^{b2} \quad (2.10)$$

Burada K_c , K_{c0} , K_{c1} , K_{c2} , b_0 , b ve b_2 deneysel sabitler, K kıvam katsayısı, c konsantrasyon ve η görünür viskozitedir.

2.4.3 Parçacık Boyutu ve Miktarının Etkisi

Birçok sıvı gıda parçacık içermektedir. Bu tür katı-sıvı karışımı gıdalar, pompalama, karıştırma ve ısıtma işlemlerinde heterojen bir akış davranışı göstermektedirler. Bu gıdalar iki ayrı fazın karışımı olduğu için, katının ve sıvının ayrı ayrı gösterdikleri akış davranışından tümüyle farklı özelliklere sahiptirler (Pordesimo *et al.* 1994).

Bhamidipati and Singh (1990), domates sosu ile yaptıkları çalışmada kuru madde ve parçacık miktarı arttıkça kıvam indeksinin arttığını ve akış davranış indeksinin azaldığını belirtmişlerdir. Pordesimo vd. (1994) kaba parçacık içeren gıda karışımlarında parçacık boyutu ve konsantrasyonu arttıkça kıvam indeksinin arttığı ve

akış davranış indeksinin azaldığını bildirmişlerdir. Domates konsantrelerinden hazırlanan süspansiyonlarda da ortalama parçacık büyüklüğü arttıkça görünen viskozitenin ve yıkılma stresinin azaldığı tespit edilmiştir (Den Ouden and Van Vliet 1997).

2.5 Literatür Araştırmaları

Balın ve kaymağın kimyasal özelliklerin incelendiği çok sayıda araştırma vardır. Ancak bal-kaymak karışımları ile ilgili mevcut çalışma bulunamamıştır.

Kurt ve Yamankaradeniz (1982)'in Erzurum ili merkezinde tüketime sunulan 12 süzm'e bal örneği üzerinde yaptıkları araştırmada kuru madde miktarını %83,17, balın pH değerini ortalama 4,32 olarak belirtmiştir.

Akyüz vd. (1995), Van piyasasında satışa sunulan 20 bal örneğinde ortalama olarak kuru madde ve su değerlerini sırasıyla %82,20 ve %17,8 olarak, pH değerini 4,11 olarak belirlemişlerdir.

Brezilya'da üretilen 12 farklı orijinde bal örneğinin bazı kimyasal özelliklerini belirlendiği bir çalışmada tüm örneklerin su miktarı %20 nin altında belirlenmiştir. Örneklerin pH değerleri 3,1–4,05 ile toplam asitlik 3,65–34,3 meq/kg arasında değişmiştir (Azeredo *et al.* 2002).

Mendes vd. (1998), Portekiz'de marketlerden aldıkları 25 bal numunesinin bazı kalite özelliklerini incelemişlerdir. Yapılan analizlerde su miktarı %13,6–19,2, asitlik 12–38,2 meq/kg, kül %0,1–0,4 olarak saptanmıştır.

Güneydoğu Anadolu bölgesinde hasat edilen 30 adet ham bal numunesi kalite yönünden incelenmiştir. Kimyasal analiz sonuçlarına göre; nem %14,4–18,6, invert seker 64,1–76,7, kül %0,06–0,41, toplam asitlik 10,0–28,0 meq/kg, pH 3,8–4,5 olarak bulunmuştur (Yılmaz 2000).

Şahinler vd. (2001), Hatay yöresinde üretilen yayla balında yaptıkları biyokimyasal analiz sonuçlarına göre ortalama %0,13 kül, %15,23 su, %66,2 invert seker, %0,91 protein, 32,3 meq/kg toplam asitlik ve 6,36 pH tespit etmişlerdir. Aynı araştırmada ayçiçeği balının da bazı özellikleri belirlenmiş ve bu balda; %0,5 kül, %18,01 su, %69

invert seker, %0,9 protein saptanırken, toplam asitlik 40,9 meq/kg ve pH 5,6 olarak belirlemiştir.

Kaymağın nitelikleri üzerinde yapılan bazı araştırmalardan Öksüz vd. (2000), Tekirdağ'da üretilen ve satılan Kaymak örneklerinde kuru madde içeriğinin % 63,50–74,00 arasında değiştiğini, yağ oranlarının %63–73,75 arasında değiştiğini, pH değerlerinin 5,22–6,55 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Akalın vd. (2006) ise analize aldıkları örneklerin toplam kuru madde değerlerinin % 67,80 ile % 77,55 arasında olduğunu, yağ oranlarının %59,70–68,60 arasında değiştiğini, pH değerlerinin 6,20–7,20 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Bal çeşitlerinin reolojik özelliğinin incelendiği çok sayıda araştırma vardır. Ancak kaymak ve bal-kaymak karışımları ile ilgili mevcut çalışma bulunamamıştır.

Yunanistan'daki çam ve portakal çiçeği ballarının bileşimi ve reolojik özellikleri üzerinde yapılan çalışmada 33 bal Newtonian akış özellikleri göstermiş ve sıcaklık ve su içeriği değerlerinin viskoziteyle ters orantılı olduğu açıklanmıştır (Lazaridou *et al.* 2004).

Ülkemizde ticari olarak üretilen ballar üzerinde yapılan benzer bir çalışmada da gerek çam ve gerekse değişik orijinli çiçek ballarının hepsinde viskozitenin artan kayma hızına bağlı olarak değişmediği tespit edilmiştir(Bhandari *et al.* 1999, Kayacier ve Karaman 2008). Diğer yandan bazı ballarda Newtonian olmayan akış davranışı da tespit edilmiştir.

Balın en önemli reolojik özelliği olan viskozite, reolojik özellikler içerisinde sıcaklığa en duyarlı parametredir (White 1975). Genellikle, sıcaklığın yükselmesiyle birlikte moleküller arası sürtünmenin, dolayısıyla hidrodinamik kuvvetlerin azalması sebebiyle bal viskozitesi azalmaktadır (Davis 1995). Sıcaklığın artması, başlangıçta viskozitede çok hızlı bir düşüşe sebep olurken, 30°C' nin üzerindeki sıcaklıklarda viskozite düşüşü yavaşlamakta ve 45–60°C arasında viskozitede önemli bir değişim meydana gelmemektedir (Munroe 1943). Yapılan bir çalışmada, 10-40°C arasındaki yedi farklı sıcaklıkta gerçekleştirilen ölçümlerde, akasya balı için, 10°C' de 126,9 Pa.s olarak belirlenen viskozite değeri 20°C' de 28,3 Pa.s, 40°C 'de ise 2,3 Pa.s olarak ölçülmüştür.

Aynı çalışmada ıhlamur balının 10°C’ deki viskozite değeri 233.6 Pa.s, 20°C’ de 43,8 Pa.s, 40°C’ de ise 3,4 Pa.s olarak ölçülmüştür (Juszczak and Fortuna 2006).

Çin’de üretilen çeşitli balların reolojik karakterinin belirlendiği bir çalışmada, sıcaklığın viskozite üzerine etkisi incelenmiş, analize alınan bütün bal çeşitlerinde sıcaklığın artmasıyla viskozitenin azaldığı belirlenmiştir. Örneğin, 15°C’ de akasya balına ait viskozite değeri 0,48 Pa.s olarak ölçülürken, bu değer 30°C’ de 0,16 Pa.s’ye gerilemiştir (Junzheng and Changying 1998).

Nem içeriğinin balın viskozitesi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; başlangıç nem içerikleri %17, %19, %21 olan balların 25, 30, 35, 40 ve 45°C’ de viskoziteleri 0,421 -23,405 Pa.s (421 -23405 cP) aralığında değiştiği görülmüştür. Tüm örneklerin kayma gerilimi kayma oranıyla doğrusal olarak değiştiğinden tüm bal çeşitleri Newtonian özelliktedir. Viskoziteler zamandan bağımsızdır. Sıcaklıkla viskozite değişimi Arrhenius eşitliği ile açıklanmıştır. Nem içeriği arttıkça aktivasyon enerjisi artmıştır (Yanniotis *et al.* 2006).

Farklı balların viskozitelerinin ölçüldüğü bir çalışmada, örneklere ait aktivasyon enerjisi değerleri 69,1- 93,75 kJ/mol; diğer bir çalışmada ise farklı çeşitteki ballarda 92,34-105,25 kJ/mol olarak hesaplanmıştır (Lazaridou *et al.* 2004, Juszczak and Fortuna 2006).

Türkiye’de üretilen balların reolojik özelliklerinin incelendiği benzer bir çalışmada en yüksek aktivasyon enerjisi kekik balında (78,5 kJ/mol), en düşük aktivasyon enerjisi ise turunç balında (63,4 kJ/mol) tespit edilmiştir (Bhandari *et al.* 1999, Kayacier ve Karaman 2008).

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Bu çalışmada materyal olarak kullanılan kaymak Başmakçı ilçesindeki üreticilerden temin edilmiştir. Bal ise Afyonkarahisar piyasasından satın alınmıştır. Analizlerin gerçekleştirilebilmesi için %10 Kaymak -%90 Bal, %30 Kaymak -%70 Bal ve %50 Kaymak- %50 Bal olmak üzere her biri 250 g ağırlığına üç farklı konsantrasyonda bal-kaymak karışımları hazırlanmıştır. Tüm örnekler reolojik, duyuşal, fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır.

3.2 Metot

3.2.1 Fiziksel ve Kimyasal Analizler

3.2.1.1 Kuru madde Tayini

Bal örneğinin suda çözünür kuru madde (° Briks) Atago Dijital Refraktometresinden ve bal örneğinin nem içeriği Atago Dijital Bal Refraktometresinden faydalanarak tayin edilmiştir.

Bal-kaymak karışımlarının ve kaymağın örneklerinden yaklaşık 5 g örnek, daha önceden sabit tartıma getirilmiş ve darası alınmış kaplara tartıldıktan sonra 103±2 °C' ye ayarlı etüvde sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur. Sabit tartım ağırlığına gelen örneklerdeki kuru madde miktarı aşağıdaki formüle göre belirlenmiştir.

$$\text{Kuru madde (\%)} = \frac{A_2}{A_1} \times 100 \quad (3.1)$$

A₁: Tartılan örnek miktarı (g)

A₂: Etüvden çıktıktan sonraki sabit tartım (g)

3.2.1.2 Yağ Tayini

Homojen hale getirilen bal-kaymak karışımlarından ve kaymak örneğinden 3–5 g Soxhlet kartuşlarına tartılmıştır. Ekstraksiyon cihazı balonları, kaynama taşlarıyla

birlikte etüve konularak 105° C’de bir saat süreyle kurutulmuştur. Kurutma işlemi tamamlandıktan sonra balonlar desikatöre alınarak soğutulmuş ve 0,001 g duyarlılıkta tartılmıştır. Kartuşlar yaklaşık 8 saat hekzanla ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Ekstraksiyon tamamlandıktan sonra içinde çözücü (hekzan) bulunan balon yaklaşık 1 saat çözücü uçana kadar etüvde tutulmuş ve desikatörde soğutulduktan sonra 0,001 g duyarlılıkta tartılmıştır. Örneklerde bulunan yağ miktarları balondaki ağırlık artışından yararlanılarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Yağ miktarı (\%)} = \frac{M_2 - M_1}{m} \times 100 \quad (3.2)$$

M₁: Sabit tartıma getirilmiş balonun ağırlığı (g)

M₂: Sabit tartıma getirilmiş balonun ağırlığı+ Kalıntı ağırlığı (g)

m: Alınan örneğin ağırlığı (g)

3.2.1.3 Protein Tayini

Bal, bal-kaymak karışımları ve kaymak örneklerinin protein analizleri Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır. Bunun için, iyice karıştırılmış örneklerden, protein tüplerine 0,5–1 gram arasında örnek tartılarak üzerine 1.84 özgül ağırlığında %93–98’lik azotsuz H₂SO₄’ ten 10mL ve 2,2 g katalizör karışımından (2 g K₂SO₄ + 0,2 g Cu₂SO₄) katılarak yakma düzeneğine yerleştirilmiştir. Yakma işlemi, 400 °C’ de açık yeşil renge dönüştükten sonra 30 dakika daha bekletilerek yapılmıştır. Daha sonra tüp içeriği soğutulurken, üzerine 50 mL saf su ve 60 mL %40’lık NaOH katılarak destilasyon işlemine başlanmıştır. Destilat toplama kısmına 10 mL %4’lük H₂BO₃ ve 1–2 damla, 1:1 oranında hazırlanmış metilen mavisini ve metil kırmızısı karışımından oluşan indikatörden damlatılmıştır. Destilat tamamlanınca, toplanan destilat 0,1 N HCl ile titre edilmiştir. Aynı şekilde kör deneme de yapılmıştır. Buna göre hesaplama şu şekilde yapılmıştır (Kurt ve ark. 1999).

$$\text{Protein (\%)} = \frac{(\text{Sarfiyat-kör}) \times \text{Normalite} \times 0,014 \times 100 \times F}{\text{Örnek Miktarı}} \quad (3.3)$$

F: Genel faktör (6,25)

3.2.1.4 Kül Tayini

Yaklaşık 3g bal, bal-kaymak karışımları ve kaymak örnekleri daha önceden sabit tartıma getirilerek, darası alınmış kül krozesine tartılarak 105°C’ de 1 saat tutularak fazla suyu uçurulmuştur. Porselen krozeler daha sonra kül fırınına alınarak içerisinde siyah leke kalmayınca kadar 550°C’ de 3 saat yakılmıştır. Soğutulan krozeler desikatöre alınarak 30 dakika bekletildikten sonra tartım yapılarak % kül miktarı hesaplanmıştır (Kurt ve ark. 1999).

$$\text{Kül (\%)} = \frac{M_2 - M_1}{m} \times \frac{100}{100 - H} \quad (3.4)$$

Kül: Kuru madde üzerinden kül miktarı (%)

M₁: Krozenin ağırlığı (g)

M₂: Kalıntının+krozenin ağırlığı (g)

m: Numune miktarı (g)

H: Numunenin rutubet miktarı (%)

3.2.1.5 Titrasyon Asitliği Tayini

10 g bal, bal-kaymak karışımları ve kaymak örnekleri hassas terazi üzerinde tartılarak su banyosunda 35–40°C sıcaklığına kadar ısıtılmış ve köpürme olmayacak şekilde 10ml saf su ile birlikte iyice karıştırılmıştır. Sıcaklık 20–25°C’ ye düşürülmüştür.

1 ml %1’lik fenolftalein çözeltisi ilave edilmiş ve 0.1N NaOH ile 30sn içinde kaybolmayan hafif pembe renk oluşana kadar titre edilmiştir. Bal-kaymak karışımları ve kaymak örnekleri için; titrasyonda sarf edilen miktar ile % süt asidi aşağıdaki formülle elde edilmiştir (Akalin ve ark. 2006, Metin 2008).

$$\text{Süt Asidi (\%)} = \frac{a \times 0,009}{v} \times 100 \quad (3.5)$$

a: 0,1 N NaOH’ten harcanan miktar (ml)

v: Analiz edilen numune miktarı (g)

Bal için % asitlik miktarı aşağıdaki formülle elde edilmiştir.

$$\%Asitlik = \frac{V \times N \times 90}{M} \times 100 \quad (3.6)$$

V: Titrasyonda harcanan NaOH miktarı

N: NaOH çözeltisinin kesin normalitesi

M: örnek miktarı (g)

3.2.1.6 pH Tayini

10 g bal, bal-kaymak karışımları ve kaymak örnekleri 100 ml saf su ile karıştırılarak homojen hale getirilerek pH metre ile asitliği belirlenmiştir.

3.2.1.7 Şeker Analizi

Kaymak numunesinin toplam şeker tayini AOAC analiz yöntemini ile belirlenmiştir.

Şeker standart çözeltisinin hazırlanması: 3,804 g fruktoz, 3,010 g glikoz ve 0,602 g sakaroz tartılarak 100 ml’lik balon joje içine alınmıştır. 50 ml saf suda çözündürüldükten sonra balon joje dolum çizgisine kadar asetonitril ile tamamlanarak standart çözeltisi hazırlanmıştır.

Deney numunesinin hazırlanması: Örnekten 5 g tartılarak 50 ml’lik balon jojeye tartılıp 25 ml saf suda çözündürüldükten sonra balon joje dolum çizgisine kadar asetonitril eklenmiştir. Elde edilen karışım 0,45 µm membran filtresi üzerinden geçirilerek klarifikasyon kitine süzüntü toplanmıştır.

Örneğin analiz edilmesi: hazırlanan standart şeker çözeltisi HPLC’ye enjekte edilmiştir. Standartın kolondan çıkış süresi (alıkoyma süresi) tespit edilmiştir. Analiz edilecek kaymak çözeltisi sisteme enjekte edilmiştir. Kaymakta bulunan şekerin çıkış zamanı ve pik alanları hesaplanmıştır.

Bal, bal-kaymak karışımlarının toplam şeker analizi Lane-eynon yöntemi ile belirlenmiştir.

Stok invert şeker çözeltisinin hazırlanması (10 g/L) : 9,5 g sakkaroz ($C_{12}H_{22}O_{11}$) 30–40 mL su’da çözülerek 5 mL derişik ($d=1,19$) HCl ilave ederek oda sıcaklığında 3 gün bekletilerek hidroliz edilir, 1L ‘ye tamamlanır. Bu çözeltinin 1 mL sinde 10 mg invert şeker vardır.

Standart invert şeker çözeltisi hazırlanması: Stok invert şeker çözeltisinin 50 mL si 250 mL ‘lik ölçü balonuna alınır iki damla fenol ftalein indikatörü damlatarak 5 N NaOH ile nötrleştirilerek balon çizgisine tamamlanır. Bu çözeltinin 1 mL sinde 2 mg invert şeker vardır.

Faktör Tayini: Fehling-I çözeltisinin 1 mL si yaklaşık olarak 10 mg İvert şeker tarafından indirgenir. Buna göre faktör tayininde bulunacak invert şeker miktarı 5 mL Fehling-I alındığı için, 50 mg civarında olmalıdır.

Hazırlanan Fehling-I çözeltisinin faktör tayini için, bürete standart invert şeker çözeltisi (2 mg/mL’lik) alarak titrasyon kısmında anlatılan işlemler aynen uygulanır. Sarfiyat V_0 ise

$$F = V_0 \times 2 \quad (3.7)$$

mg invert şeker olarak 5,0 mL Fehlingi indirgeyen invert şeker miktarı bulunur.

Deney numunesinin hazırlanması: 5 – 10 g arasında belirlenmiş olan numune miktarı (m) 0,001 g hassasiyette bir behere tartılarak 20–30 mL su ile çözülür. 100 mL lik ölçülü balona aktarılır. Beher az bir miktar su ile yıkanarak yıkama suları da ölçülü balona eklenir. Üzerine 1 mL Carrez-1 çözeltisi ekleyip iyice karıştırılır. Daha sonra 1 mL de Carrez-2 ekleyip iyice karıştırılır. Balon 100 mL (V_1) çizgisine saf su ile tamamlanıp katlı süzgeç kağıdından süzülür. Süzüntü berrak olmalıdır (Berrak olmayan süzüntü durumunda Carrez-1 ve Carrez-2 miktarları artırılmalıdır). Elde edilen berrak süzüntü invert şeker ve toplam şeker tayini için kullanılabilir (stok numune çözeltisi).

Örneklerin analiz edilmesi: Elde edilen berrak süzüntüden 10 – 20 mL lik bir kısım 0,1 mL hassasiyetle alınarak (V_2) , 100 mL’ lik ölçülü balon içerisine aktarılır. Eğer 20 mL

den az miktarda almak gerekirse suyla 20 mL'ye tamamlanır. Üzerine derişik hidroklorik asit ($d=1,19$) çözeltisinden 5 mL eklenir. Çözeltinin içerisinde termometre daldırılıp 67°C ' a ayarlanmış su banyosuna yerleştirilir. Sık sık çalkalanarak sıcaklığın en fazla 2–3 dakikada 67°C ' a gelmesi sağlanır. Bu andan itibaren tam 5 dakika aynı sıcaklıkta tutulur ve musluk altında hızlı bir şekilde soğutulur. Çözeltiye 1–2 damla fenolftalein indikatör çözeltisi konularak 5N NaOH ile çok açık pembe renk olana kadar nötrale edilir. Daha sonra hacim 100 mL çizgisine kadar saf su ile tamamlanır (V_3). İyice karıştırılır ve titrasyona tabi tutulur. 250 mL'lik bir erlene 5 mL Fehling A ve 5 mL Fehling B çözeltisi, 20 mL su alınarak karıştırılır. 4–6 cam boncuk konur. Karışım, bek alevi üzerinde döndürülerek veya bir ısıtma tablası üzerinde manyetik karıştırıcı ile karıştırılarak kaynama gözleninceye kadar ısıtılır. Karışıma 10–12 damla metilen mavisi çözeltisi eklenir. Elde edilen karışım, bürete konan deney çözeltisi ile metilen mavisi ilavesinden sonra 3 dakika içinde titrasyon sonuna ulaşılacak şekilde, renk maviden kırmızıya dönünceye kadar titre edilir. Örneklerin toplam şeker miktarını yüzde şeklinde ifade edilmek üzere aşağıdaki formül kullanılarak hesaplama yapılmıştır.

$$\% \text{ Toplam Şeker (İnvert şeker olarak)} = \frac{V_1 \times V_3 \times F \times 100}{S_t \times V_2 \times} \quad (3.8)$$

$$\% \text{ Toplam şeker (sakkaroz olarak)} = 0,95 \times \% \text{ Toplam Şeker (invert şeker olarak)} \quad (3.9)$$

F: Fehling çözeltisinin faktör tayininde bulunan faktör

V_0 : Fehling-I çözeltisinin faktör tayini için titrasyonda harcanan miktar, mL

V_1 : Stok numune çözeltisinin hacmi, mL

V_2 : Stok numune çözeltisinden inversiyon için alınan hacim, mL

V_3 : İnversiyondan sonra tamamlanan hacim, mL

S_t : Toplam şeker tayini için titrasyonda harcanan inverte edilmiş şeker çözeltisi, mL

m: Deney numunesinin hazırlanması için alınan örnek miktarı, g veya mL

3.2.2 Reolojik Analizler

Bu çalışmada 250 g bal örneği ve her biri 250 g olmak üzere %10 Kaymak-%90 Bal, %30 Kaymak-%70 Bal ve %50 Kaymak- %50 Bal homojen karışımları hazırlandı. Bal

ve bal- kaymak karışımlarının akış özelliklerini belirlemek amacıyla bir döner viskozite (Brookfield DVII-LVDV-II+P) kullanılarak 5, 10, 20 ve 30° C sıcaklıklarında gerçekleştirilmiştir. Numunelerin % Tork değerleri 3, 6, 9, 12, 15 ve 18 devir/dk'lık rotor devir sayılarında ölçüldü. Tüm ölçümler 2 paralelli gerçekleştirildi.

Kayma hızları Eşitlik 3.10 yardımıyla hesaplandı.

$$-\frac{dV_{\phi}}{dr} = \frac{4.\pi.N}{(1-R^2).60} \quad (3.10)$$

Burada $-dV_{\phi}/dr$ (s^{-1}) kayma hızını, N (devir/dk) rotor devir sayısını göstermektedir.

Kayma gerilimi τ değerleri Eşitlik (3.11) kullanılarak bulundu.

$$\tau_{r\phi} = \eta_a (-dV_{\phi}/dr) \quad (3.11)$$

Burada $\tau_{r\phi}$ (mPa) kayma gerilimini, η_a (mPas) görünür viskoziteyi, $-dV_{\phi}/dr$ (s^{-1}) kayma hızını göstermektedir.

Zamanla viskozitenin değişiminin incelendiği deneylerde sabit 6 devir/dk rotor devir sayısında karışımların viskozite değerleri belirlendi.

3.2.3 Duyusal Analiz

Panelistlerin test için ayırabilecek yeterli zamanı bulunması, testte görev almaya gönüllü olmaları, çok aşırı dışa dönük ya da içe dönük bir karakterde olmamaları, yaşlarının 65'in üzerinde olmaması, fiziksel ve ruhsal sağlıklarının iyi olması gerekmektedir. Bal-kaymak karışımlarının duyusal analizi 15 kişilik grup tarafından yapılmıştır. Panelistler örneklerde renk, görünüş, aroma, tatlılık, tekstür, kıvam (kaşıkla) ve tüm izlenim açısından değerlendirme yapmışlardır. Duyusal değerlendirme panelinde 5 çok iyi, 4 iyi, 3 orta, 2 kötü, 1 çok kötü puan aralığında puanlama testi uygulanmıştır. Değerlendirme öncesi örnekler oda sıcaklığında 15 dakika bekletilmiştir. Örnekler arasında etkileşme olmaması için panelistler elma suyu verilmiştir.

3.2.4 İstatistiksel Analiz

Araştırmada elde edilen sonuçların istatistiksel değerdendirmesi SPSS16.0 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan istatistiksel değerdendirmeler sonucunda numunelere ait analiz sonuçları arasındaki farklılıklar %95 önem seviyesine göre Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Fiziksel ve Kimyasal Analiz sonuçları

4.1.1 Kuru Madde İçeriği

Bal, bal-kaymak karışımları ve kaymak örneklerinin kuru madde içerikler Çizelge 4.1’de ve Şekil 4.1’de verilmiştir. Yapılan analiz sonucuna göre örneklerin kuru madde içerikleri %64,72–81,70 arasında değişmektedir. Bal, %50 bal-%50 kaymak ve kaymak örneklerinin kül değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunurken ($p<0,05$), %90 bal-%10 kaymak ve %70 bal-%30 kaymak örneklerinin kül değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Karışımların kaymak oranının artmasıyla kuru madde içeriğinin azalmasının kaymağın kuru madde içeriğinin düşük olmasıyla bağlantılı olduğu düşünülmektedir.

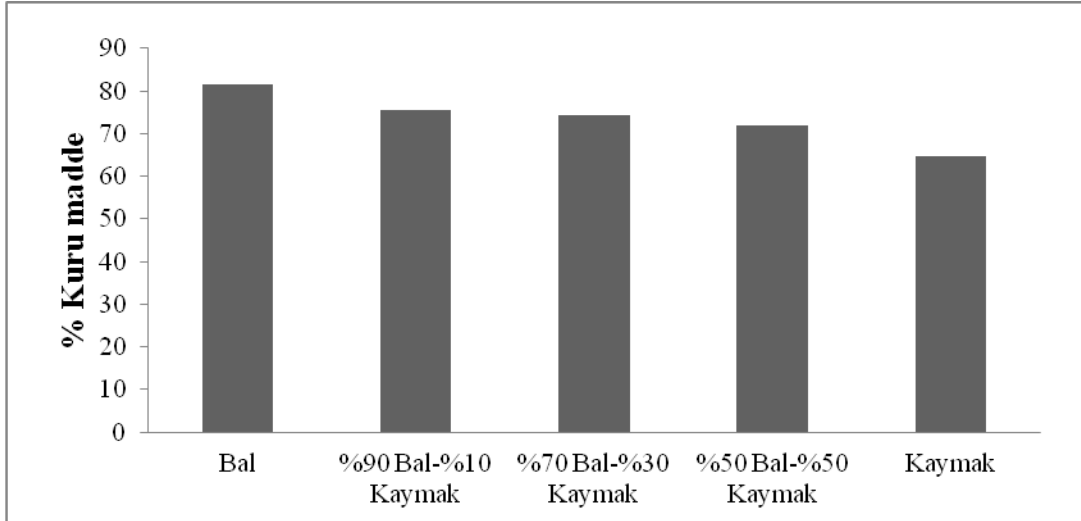
Balın kuru madde içeriğinin belirtildiği literatürler incelendiğinde; Conti (2000) tarafından belirlenen doğal balların kuru madde değerleri %78,8–84,00 arasında olduğu belirtilmiştir. Bu araştırmada elde edilen sonuçlar Conti (2000) tarafından açıklanan bulgular ile uyumludur.

Kaymağın kuru madde içeriğinin belirlendiği literatürler incelendiğinde; İzmen ve Eralp (1967) %61,27–75,83, Hamzaçebi (1973) %37,23–78,00, Kurt ve Özdemir (1988) %41,99–77,08, Çon vd. (2000) 562–66,97 arasında olduğu belirtilmiştir. Bu araştırmada elde edilen kuru madde içeriğinin daha önce yapılan çalışma sonuçları ile paralel olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.1 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait kuru madde içeriği (%)

Örnek	Kuru Madde
Bal	81,70 ^a
%90 Bal-%10 Kaymak	75,58 ^b
%70 Bal-%30 Kaymak	74,40 ^b
%50 Bal-%50 Kaymak	71,79 ^c
Kaymak	64,72 ^d

a, b, c, d Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir ($p>0,05$)



Şekil 4.1 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait kuru madde içeriği dağılımı

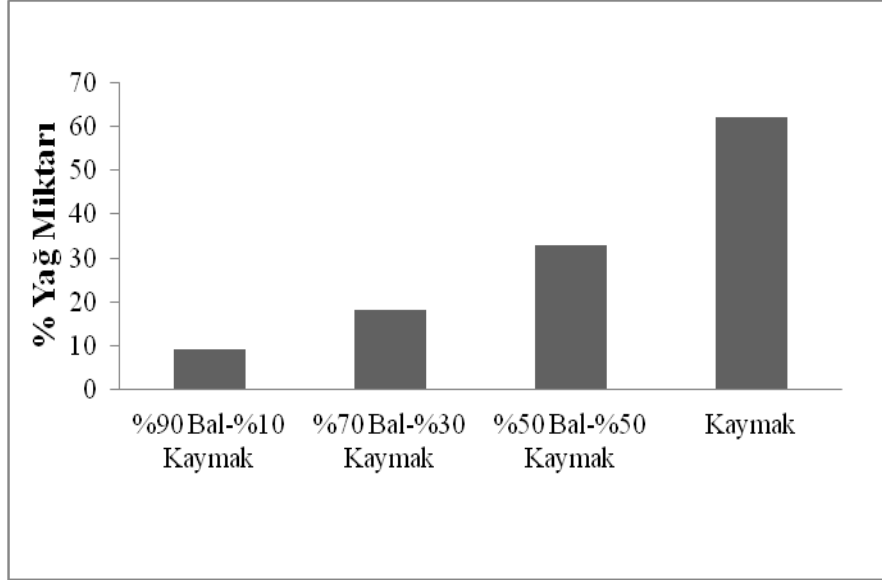
4.1.2 Yağ İçeriği

Bal-kaymak karışımları ve kaymak örneklerinin yağ oranları Çizelge 4.2’de ve Şekil 4.2’de verilmiştir. Yapılan analiz sonucuna göre örneklerin yağ içerikleri %9,40–62,31 arasında değişmektedir. Her örneğe ait yağ içeriği arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Bal-kaymak karışımlarının yağ içerikleri kaymak oranının artmasıyla artmaktadır. Türk Gıda Kodeksi Krema ve Kaymak Tebliği (Anonim 2009) ile Türk Standartları Enstitüsü’nün TS 1864 sayılı standardına göre (Anonim 2008), Kaymakta kütlece en az % 60 oranında süt yağı bulunması gerekmektedir. Öksüz vd. (2000) tarafından yapılan çalışmada kaymağın yağ oranı % 59.70–68.60, Akalın vd. (2006) tarafından yapılan çalışmalarda kaymakların yağ oranlarının % 63.00–73.75 arasında değiştiği bildirilmiştir. Bu araştırmada elde edilen yağ içeriğinin daha önce yapılan çalışma sonuçları ile paralel olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.2 Bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait yağ içeriği (%)

Örnek	Yağ
%90 Bal-%10 Kaymak	9,40 ^d
%70 Bal-%30 Kaymak	18,12 ^c
%50 Bal-%50 Kaymak	32,93 ^b
Kaymak	62,31 ^a

a, b, c, d Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir ($p > 0,05$)



Şekil 4.2 Bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait yağ içeriği dağılımı

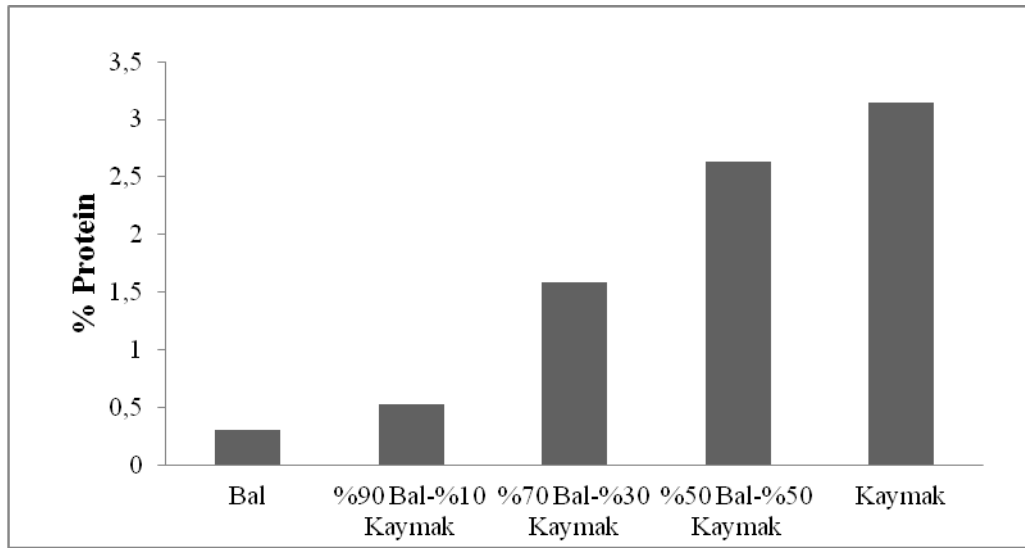
4.1.3 Protein İçeriği

Bal, bal-kaymak karışımları ve kaymak örneklerinin protein içeriği Çizelge 4.3'te ve Şekil 4.3'te verilmiştir. Yapılan analiz sonucuna göre örneklerin protein içerikleri %0,30–3,15 arasında değişmektedir. Her beş örneğe ait protein değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Bal-kaymak karışımlarının protein içerikleri bal ve kaymak örneklerinin protein içerikleri arasında elde edilmiştir. Karışımların kaymak oranının artmasıyla protein içeriğinin artmasının kaymağın protein içeriğinin yüksek olmasıyla bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Balın protein içeriğinin belirlendiği literatürler incelendiğinde; Anonim (2003a) 0,30 g/100g, Azeredo vd. (2003) 199–2236 µg/g arasında olduğunu araştırmalarında rapor etmişlerdir. Azeredo vd. (2003) bildirdiğine göre 300 µg/g düzeyinden düşük protein içeren ballar proteince fakir, 1000 µg/g düzeyinden daha yüksek protein içeren ballar proteince zengin sayılmaktadır. Bu araştırmada elde edilen protein içerikleri ile daha önce yapılan çalışma sonuçlarının paralel olduğu saptanmıştır. Kaymağın protein içeriğinin belirlendiği literatürler incelendiğinde; İzmen ve Eralp (1967)'in yaptığı çalışmada %0,83–5,90, Kurt ve Özdemir (1988)'in yaptığı çalışmada %5,88–12,15, Öksüz vd. (2000)'nin yaptığı çalışmada %2,97–4,30 arasında olduğu belirtilmiştir. Bu araştırmada elde edilen protein içerikleri alt ve üst değerler bakımından daha önce yapılan çalışma sonuçları ile paralel olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.3 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait protein içeriği (%)

Örnek	Protein
Bal	0,30 ^e
%90 Bal-%10 Kaymak	0,50 ^d
%70 Bal-%30 Kaymak	1,58 ^c
%50 Bal-%50 Kaymak	2,63 ^b
Kaymak	3,15 ^a

a, b, c, d, e Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir ($p>0,05$)



Şekil 4.3 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait protein içeriği dağılımı

4.1.4 Kül İçeriği

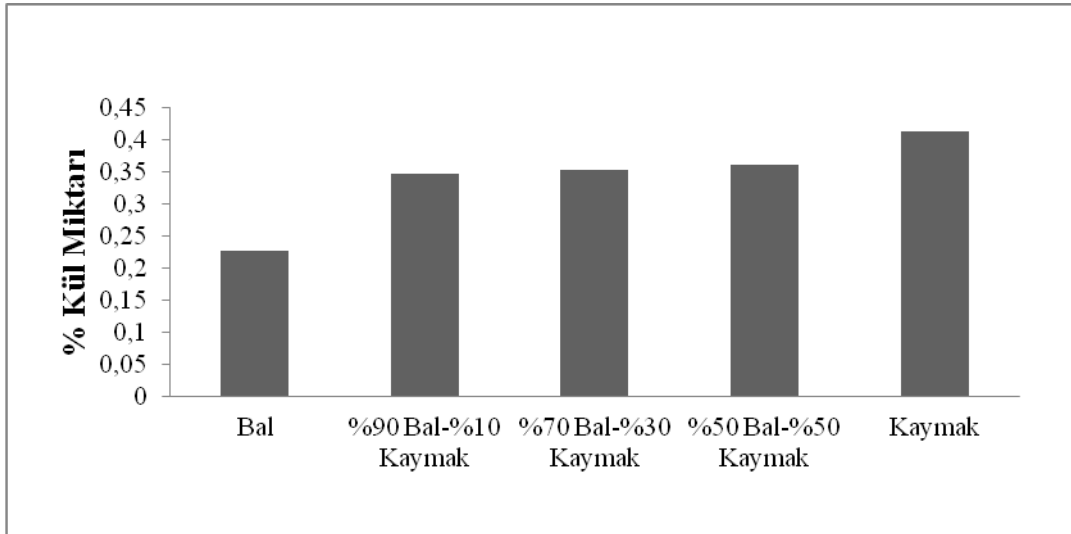
Bu araştırmada kullanılan bal, bal-kaymak karışımları ve kaymak örneklerinin kül oranları Çizelge 4.4’de ve Şekil 4.4de verilmiştir. Yapılan analiz sonucuna göre örneklerin kül içerikleri %0,226–0,414 arasında değişmektedir. Bal, %50 bal-%50 kaymak ve kaymak örneklerinin kül değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunurken ($p<0,05$), %90 bal-%10 kaymak ve %70 bal-%30 kaymak örneklerinin kül değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Bal-kaymak karışımlarının kül içerikleri bal ve kaymak örneklerinin kül içerikleri arasında elde edilmiştir. Karışımların kaymak oranının artmasıyla kül içeriğinin artmasının kaymağın kül içeriğinin yüksek olmasıyla bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Balın kül içeriğinin belirlendiği literatürler incelendiğinde; Mendes vd. (1998) %0,1–0,5, White

(1975) %0,17–0,18 arasında olduğunu araştırmalarında rapor etmişlerdir. Bu araştırmada elde edilen sonuç ile daha önce yapılan çalışma sonuçlarının paralel olduğu saptanmıştır. Kaymağın kl içeriğinin belirlendiği benzer çalışmalar incelendiğinde bulguların bazı çalışma sonuçlarına göre düşük bulunmuştur (Okur 2005). Kaymak retiminde kullanılan sütlerin üniform olmamasından dolayı çalışmalar arasında farklılıklar gösterebilmektedir.

Çizelge 4.4 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait kl içeriği (%)

rnek	Kl
Bal	0,22 ^d
%90 Bal-%10 Kaymak	0,34 ^c
%70 Bal-%30 Kaymak	0,35 ^c
%50 Bal-%50 Kaymak	0,36 ^b
Kaymak	0,41 ^a

a, b, c, d Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir ($p>0,05$)



Şekil 4.4 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait kl içeriği dağılımı

4.1.5 Asitlik Değerleri

Bal, bal-kaymak karışımları ve kaymak örneklerinin titrasyon asitliği değerleri izelge 4.5’de ve Şekil 4.5’de verilmiştir. Yapılan analiz sonucuna göre örneklerin titrasyon asitliği değerleri %0,063–0,15 arasında değişmektedir. Bal ve kaymak örneklerine ait titrasyon asitliği değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunurken

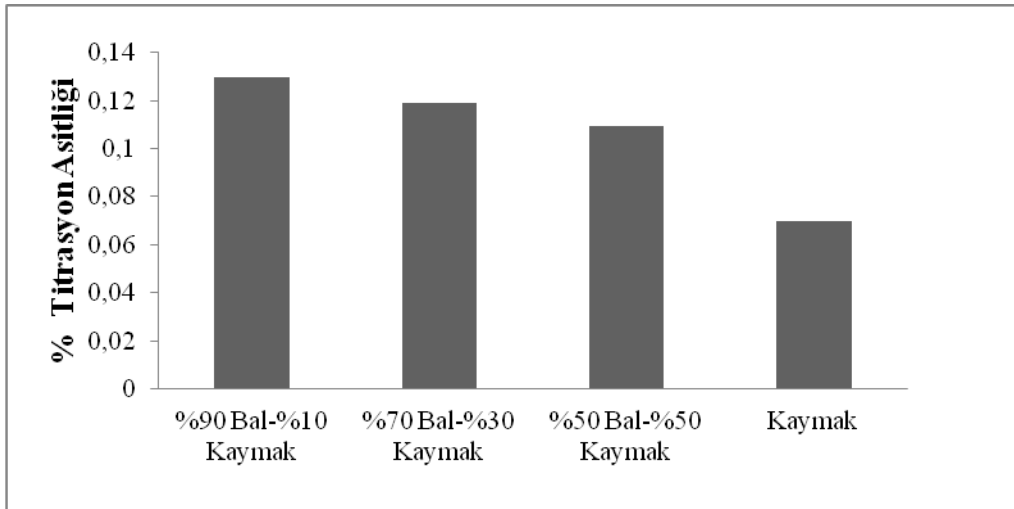
($p < 0,05$), %90 bal-%10 kaymak, %70 bal-%30 kaymak ve %50 bal-%50 kaymak örneklerine ait titrasyon asitliği değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$). Karışımların kaymak oranının artmasıyla titrasyon asitliği içeriğinin azalmasının kaymağın titrasyon asitliği içeriğinin düşük olmasıyla bağlantılı olduğu düşünülmektedir.

Balın titrasyon asitliği içeriğinin belirlendiği benzer çalışmalar incelendiğinde bulguların bazı çalışma sonuçları ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir (Yılmaz 2000, Terrab *et al.* 2004). Kaymağın titrasyon asitliği içeriğinin belirlendiği benzer çalışmalar incelendiğinde bulguların bazı çalışma sonuçları ile uyumlu olduğu bulunurken (Kurt ve Özdemir 1988), bazı çalışmalara göre yüksek bulunmuştur (İzmen ve Eralp 1967, Hamzeçebi 1973). Kaymak üretiminde kullanılan sütlerin üniform olmamasından dolayı çalışmalar arasında farklılıklar gösterebilmektedir.

Çizelge 4.5 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait asitlik değerleri (%)

Örnek	Titrasyon Asitliği
Bal	0,15 ^a
%90 Bal-%10 Kaymak	0,12 ^b
%70 Bal-%30 Kaymak	0,11 ^b
%50 Bal-%50 Kaymak	0,10 ^b
Kaymak	0,06 ^c

a, b, c Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir ($p > 0,05$)



Şekil 4.5 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait asitlik değeri dağılımı

4.1.6 pH Değerleri

Bal, bal-kaymak karışımları ve kaymak örneklerinin pH değerleri Çizelge 4.6'da ve Şekil 4.6'da verilmiştir. Yapılan analiz sonucuna göre örneklerin pH değerleri 4,24–6,80 arasında değişmektedir. Her beş örneğe ait pH değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Karışımların kaymak oranının artmasıyla pH değerinin artmasının kaymağın pH değerinin balın pH değerine göre yüksek olmasıyla bağlantılı olduğu düşünülmektedir.

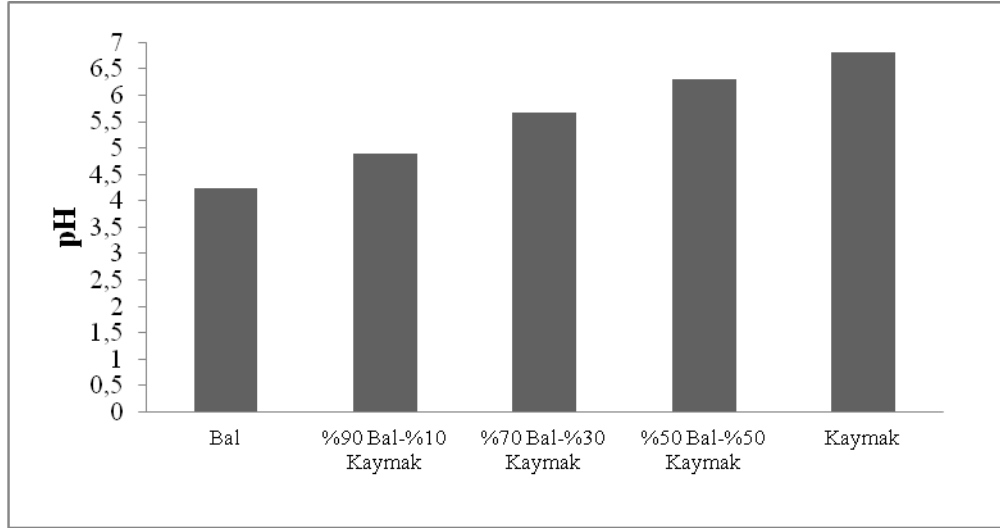
Sorkun ve ark.(2002) Türk salgı ballarında pH değerini 4,26, Terrab vd. (2002) Fas salgı ballarının pH değerini 4,28, Anupama vd. (2002) Hindistan ticari bal çeşitlerinin pH değerlerini 3,62–5,46 aralığında olduğunu belirtmiştir. Lawless vd. (1996)'e göre, balın pH değeri ortamda bulunan organik asitlerin miktarı, mineral içeriği (kalsiyum, sodyum, potasyum ve diğer kül bileşenler) ile etkilenmektedir. Mineral tuzlar ile zengin balların yüksek pH değeri gösterdiği açıklanmıştır. Bu çalışmada elde edilen pH değeri Sorkun vd. (2002) ve Terrab vd. (2002) tarafından Türk salgı ballarında ve Fas salgı ballarında bulunan pH değerinden düşük bulunurken Anupama vd. (2002) tarafından Hindistan ticari bal çeşitlerinin pH değerleri ile paralel olduğu saptanmıştır.

Öksüz vd. (2000) tarafından yapılan çalışmada kaymakların pH değerlerinin 5,22–6,55 arasında değiştiği, Akalın vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada kaymakların pH değerlerinin 6,20–7,20 arasında değiştiği bildirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen pH değerinin daha önce yapılan çalışma sonuçları ile paralel olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.6 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait pH değerleri

Örnek	pH
Bal	4,24 ^e
%90 Bal-%10 Kaymak	4,89 ^d
%70 Bal-%30 Kaymak	5,67 ^c
%50 Bal-%50 Kaymak	6,30 ^b
Kaymak	6,80 ^a

a, b, c, d, e Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir ($p>0,05$)



Şekil 4.6 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait pH değeri dağılımı

4.1.7 Şeker İçeriği

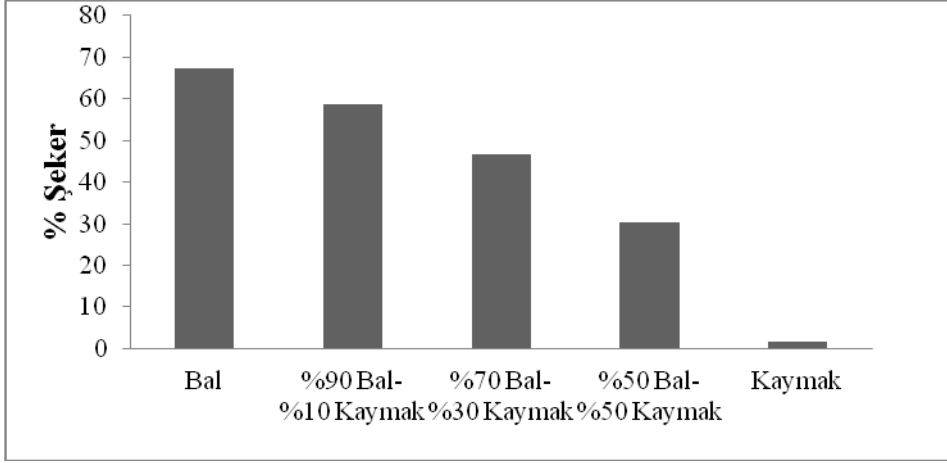
Bal-kaymak karışımları ve kaymak örneklerinin şeker içerikleri Çizelge 4.7’de ve Şekil 4.7’de verilmiştir. Yapılan analiz sonucuna göre örneklerin şeker içerikleri %1,5–67,5 arasında değişmektedir. Her örneğe ait şeker içeriği arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Bal-kaymak karışımlarının şeker içerikleri kaymak oranının artmasıyla azalmaktadır.

Balın şeker içeriğinin belirlendiği benzer çalışmalar incelendiğinde bulguların bazı çalışma sonuçları ile uyumlu bulunurken (Yılmaz 2000, Ünal ve ark. 2001), bazı çalışmalara göre düşük bulunmuştur (Şahinler ve ark. 2001, Dag 2005). Kaymağın şeker içeriğinin belirlendiği benzer çalışmalar incelendiğinde bulguların bazı çalışma sonuçlarına göre yüksek bulunmuştur (Anonim 1973).

Çizelge 4.7 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait şeker içeriği (%)

Örnek	Şeker İçeriği
Bal	67,50 ^a
%90 Bal-%10 Kaymak	58,70 ^b
%70 Bal-%30 Kaymak	46,80 ^c
%50 Bal-%50 Kaymak	30,20 ^d
Kaymak	1,50 ^e

a, b, c, d, e Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir ($p > 0,05$)



Şekil 4.7 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerine ait şeker içeriği dağılımı

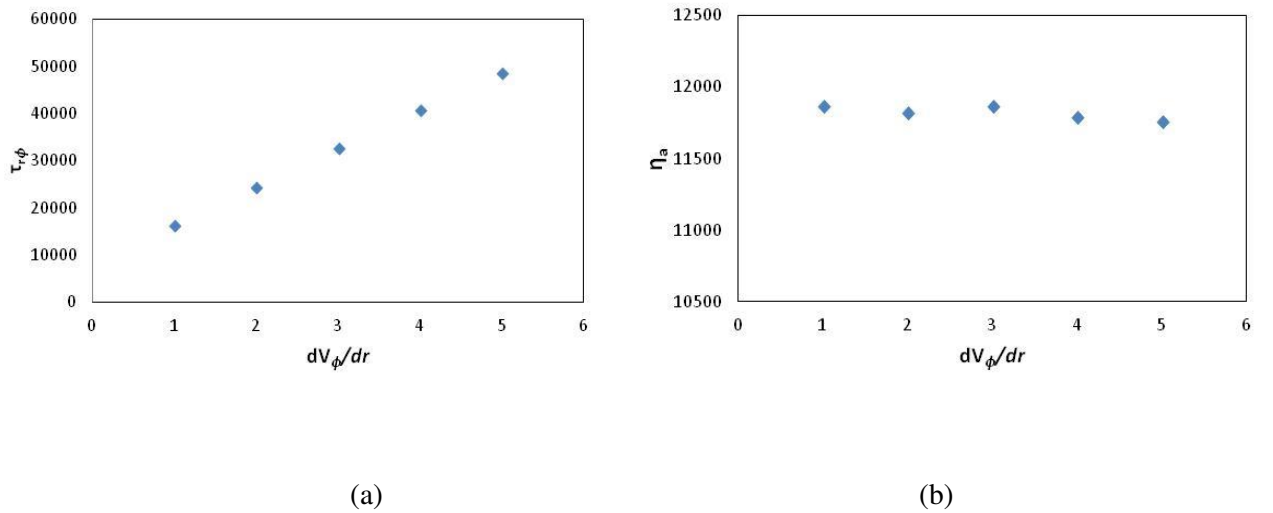
4.2 Reolojik Özellikler

Bal, bal-kaymak örneklerinin reolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla iki farklı yöntem uygulanmıştır. Birinci yöntemde önce kademeli olarak artan ve sonra kademeli olarak azalan kayma hızı değerlerinde viskozitenin değişip değişmediği ve değişme var ise nasıl bir değişim olduğu belirlenmiştir. İkinci yöntemde sabit kayma hızı değerinde viskozitenin zamanla değişip değişmediği belirlenmiştir. Birinci yöntemde örneklerin Newtonian veya Newtonian dışı olduğu belirlenirken, ikinci yöntemde Newtonian dışı olduğuna karar verilmiştir. Zamanla viskozitesinde azalma şeklinde davranış gösteren örnekler tiksotropik, zamanla viskozitesinde artış şeklinde davranış gösteren örneklerse reopektik olarak nitelendirilen zamana bağımlı akışlardır. Zamanla viskozitesinde herhangi bir değişim görülmeyen örneklerin tekrar birinci yöntemdeki davranışları incelenerek artan kayma hızıyla viskozitesinde artış gösteren örnekler dilatant, artan kayma hızıyla viskozitesinde azalma gösteren örnekler pseudoplastik akış özelliği gösteren akışkanlar olarak değerlendirilmiştir.

Örneklerin belirli bir kayma hızında ve dört farklı sıcaklıktaki viskozite ve sıcaklık değerleri Arrhenius eşitliğinde kullanılarak örneklerin aktivasyon enerjileri (E_a) belirlenmiştir.

4.2.1 Bal Örneğinin Akış Türü

Bal örneğine ait kayma hızı- kayma gerilimi ve kayma hızı- viskozite grafiği Şekil 4.8 (a) ve (b) de verilmiştir. Şekil 4.8 (a) dan görülebileceği gibi kayma hızı-kayma gerilimi lineer bir trend izlemektedir. Şekil 4.8 (b) den viskozitenin kayma hızıyla değişmediği görülmektedir. Her iki şekilden de çalışmada kullanılan bal örneğinin oda koşullarında newtonian akış davranışı gösterdiği belirlenmiştir. Balın reolojik özelliklerinin belirlendiği literatürler incelendiğinde; Polonya genelinden toplanmış 5 adet çiçek, 2 adet salgı balının reolojik özellikleri incelenmiş ve balların hepsinin viskozitelerinin artan kayma hızı karşısında değişmediği gözlenerek tüm örneklerin Newtonian davranışa sahip olduğu belirtilmiştir (Juszczak and Fortuna 2006). Avustralya’da üretilen balların reolojik karakterizasyonunun incelendiği diğer bir çalışmada ise, analiz edilen 7 farklı balın tamamının Newtonian akış sergilediği bildirilmiştir. Bu araştırmada elde edilen akış türünün daha önce yapılan çalışma sonuçları ile paralel olduğu saptanmıştır.

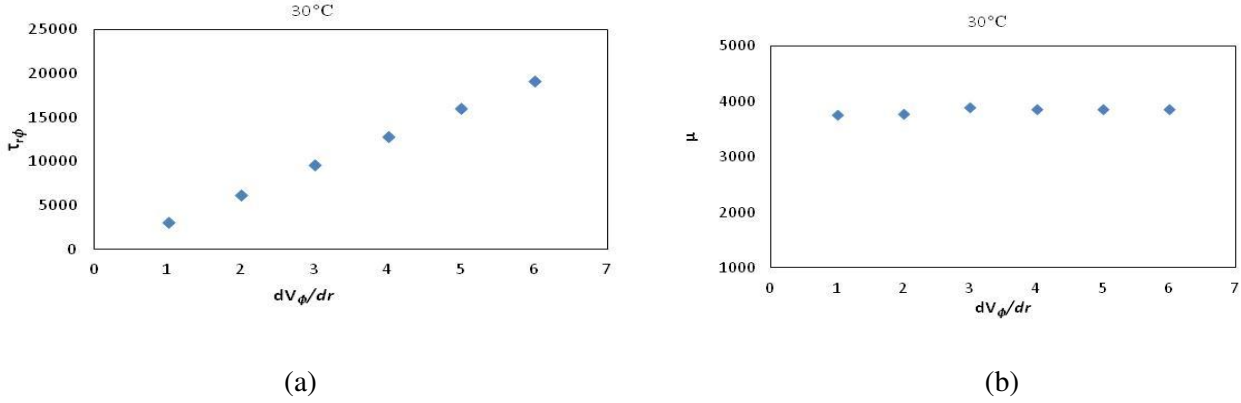


Şekil 4.8 Bal örneğinin (a) Kayma Hızı –Kayma Gerilimi (b) Kayma Hızı- Viskozite grafiği

4.2.2 %90 Bal- %10 Kaymak Karışımının Akış Türü

Homojen olarak karıştırılmış %90 bal-%10 kaymak örneğinin akış özelliğini belirlemek amacıyla 6–18 devir/dk rotor devir sayıları arasında ilk önce sabit hızda artan daha sonra sabit hızda azalan kayma hızıyla viskozite değişimi belirlenmiştir.

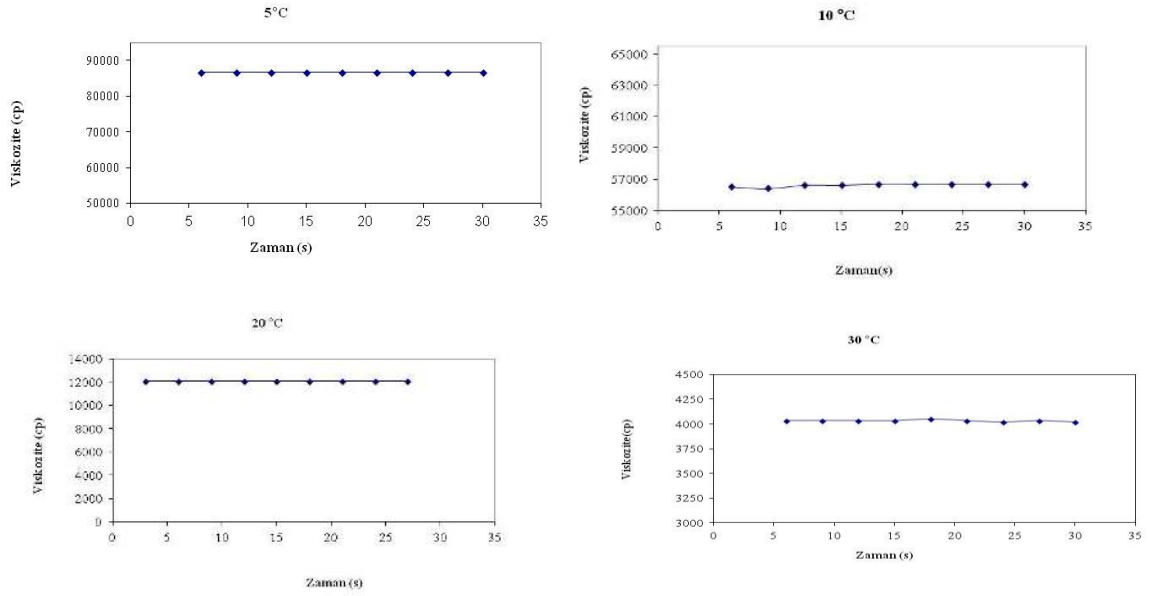
%90 bal- %10 kaymak örneğine ait kayma hızı- kayma gerilimi ve kayma hızı- viskozite grafiği Şekil 4.9 (a) ve (b) de verilmiştir. Şekil 4.9 (a) dan görülebileceği gibi kayma hızı-kayma gerilimi lineer bir trend izlemektedir. Şekil 4.9 (b) den viskozitenin kayma hızıyla değişmediği görülmektedir. Her iki şekilden bal-kaymak karışımının tüm sıcaklıklarda newtonian davranışı gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 4.9 %90 Bal- %10 Kaymak karışımının 30°C’de (a) Kayma Hızı –Kayma Gerilimi (b) Kayma Hızı- Viskozite grafiği

Karışımın 5, 10, 20 ve 30°C’deki ortalama viskozite değerleri sırasıyla; 3 224 475, 52 204,44, 11 896,22, 3 982,83 olarak belirlenmiştir. Sıcaklığın 5°C’ den 30°C’ ye yükselmesiyle karışımın viskozite değerleri de yaklaşık olarak % 99 azalma gerçekleşmiştir.

Yukarıda verilen şekillere ek olarak 6 devir/dk sabit hızda ölçülen viskozite değerinin zamanla değişimi Şekil 4.10’ da verilmiştir. 30 dakikalık zaman periyodunda tüm sıcaklıklarda karışımın viskozitesinin değişmediği yani akışın zamandan bağımsız olduğu görülmektedir.

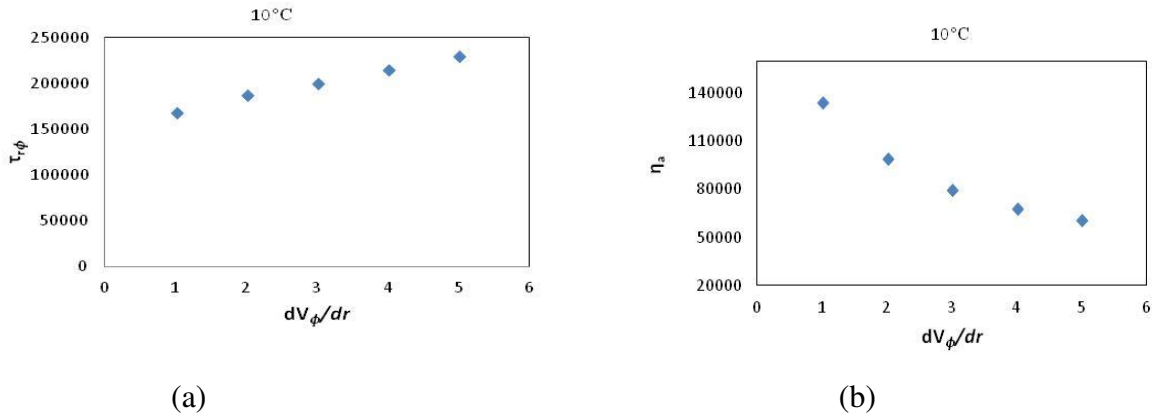


Şekil 4.10 %90 Bal- %10 Kaymak karışımının 5°C, 10°C, 20°C ve 30°C’de zaman- viskozite değişimi

4.2.3 %70 Bal- %30 Kaymak Karışımının Akış Türü

Homojen olarak karıştırılmış %70 bal-%30 kaymak örneğinin akış özelliğini belirlemek amacıyla 6–18 devir/dk rotor devir sayıları arasında ilk önce sabit hızda artan daha sonra sabit hızda azalan kayma hızıyla viskozite değişimi belirlenmiştir.

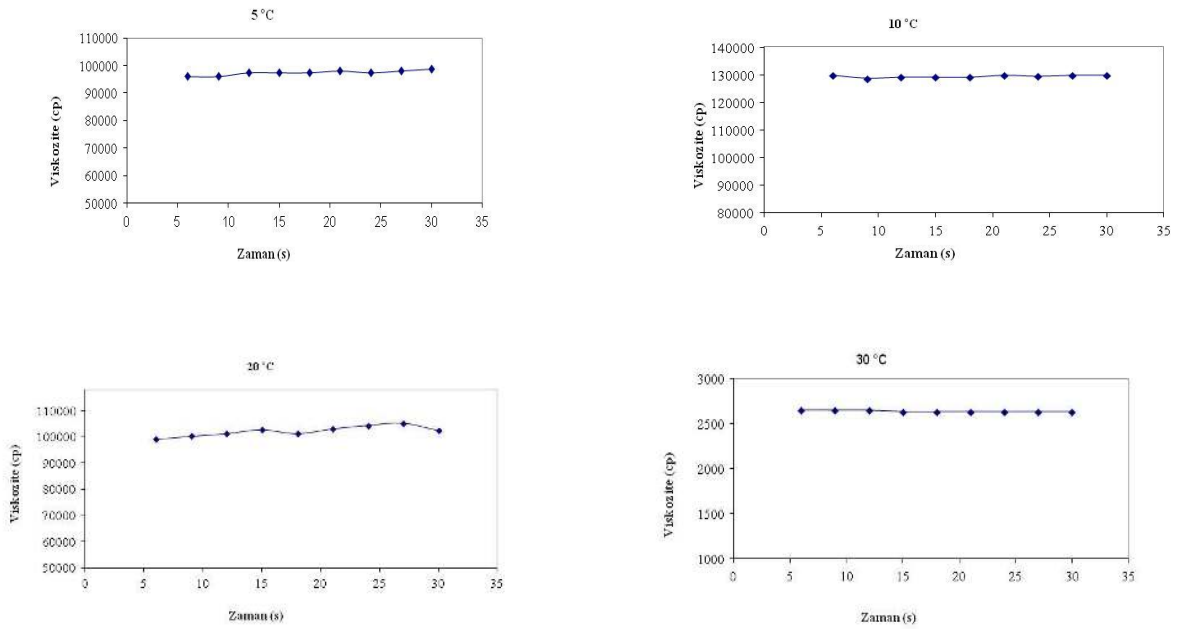
%70 bal- %30 kaymak örneğine ait kayma hızı- kayma gerilimi ve kayma hızı- viskozite grafiği Şekil 4.11 (a) ve (b) de verilmiştir. Şekil 4.11 (a) dan görülebileceği gibi kayma hızı-kayma gerilimi lineer olmayan bir trend izlemektedir. Şekil 4.11 (b) den viskozitenin kayma hızıyla değiştiği görülmektedir.



Şekil 4.11 %70 Bal- %30 Kaymak karışımının 10°C’de (a) Kayma Hızı –Kayma Gerilimi (b) Kayma Hızı- Viskozite grafiği

Karışımın 5, 10, 20 ve 30°C’ deki ortalama viskozite değerleri sırasıyla; 83 997,78, 102 780, 78 915,56, 2 432,44 olarak belirlenmiştir. Sıcaklığın 5°C’ den 30°C’ ye yükselmesiyle karışımın viskozite değerleri de yaklaşık olarak % 97 azalma gerçekleşmiştir.

Yukarıda verilen şekillere ek olarak 6 devir/dk sabit hızda ölçülen viskozite değerinin zamanla değişimi Şekil 4.12’ de verilmiştir. 30 dakikalık zaman periyodunda tüm sıcaklıklarda karışımın viskozitesinin değişmediği yani akışın zamandan bağımsız olduğu görülmektedir.



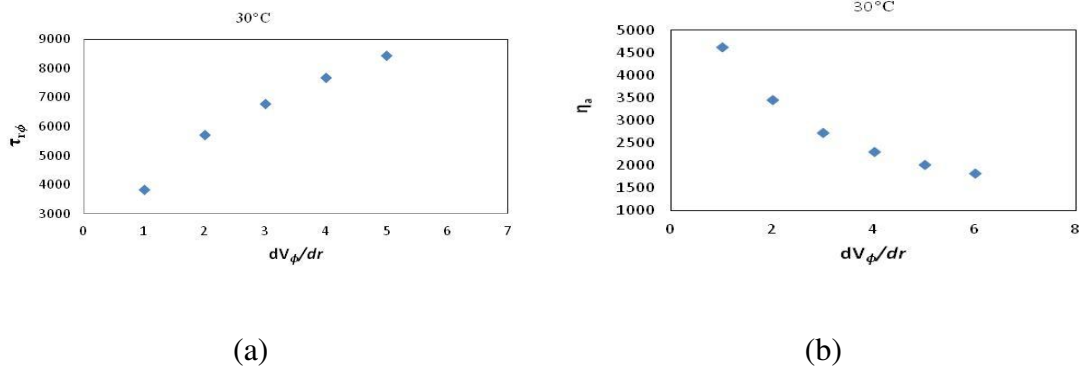
Şekil 4.12 %70 Bal- %30 Kaymak karışımının 5°C, 10°C, 20°C ve 30°C’de zaman- viskozite değişimi

Kayma hızı- viskozite, kayma gerilimi- kayma hızı ve viskozite- zaman grafikleri incelenerek artan kayma hızına karşı karışımın viskozitesinin tüm sıcaklık değerlerinde azalma eğilimi göstermesi sonucunda karışımın pseudoplastik akış özelliği gösterdiği belirlenmiştir.

4.2.4 %50 Bal- %50 Kaymak Karışımının Akış Türü

Homojen olarak karıştırılmış %50 bal-%50 kaymak örneğinin akış özelliğini belirlemek amacıyla 6–18 devir/dk rotor devir sayıları arasında ilk önce sabit hızda artan daha sonra sabit hızda azalan kayma hızıyla viskozite değişimi belirlenmiştir.

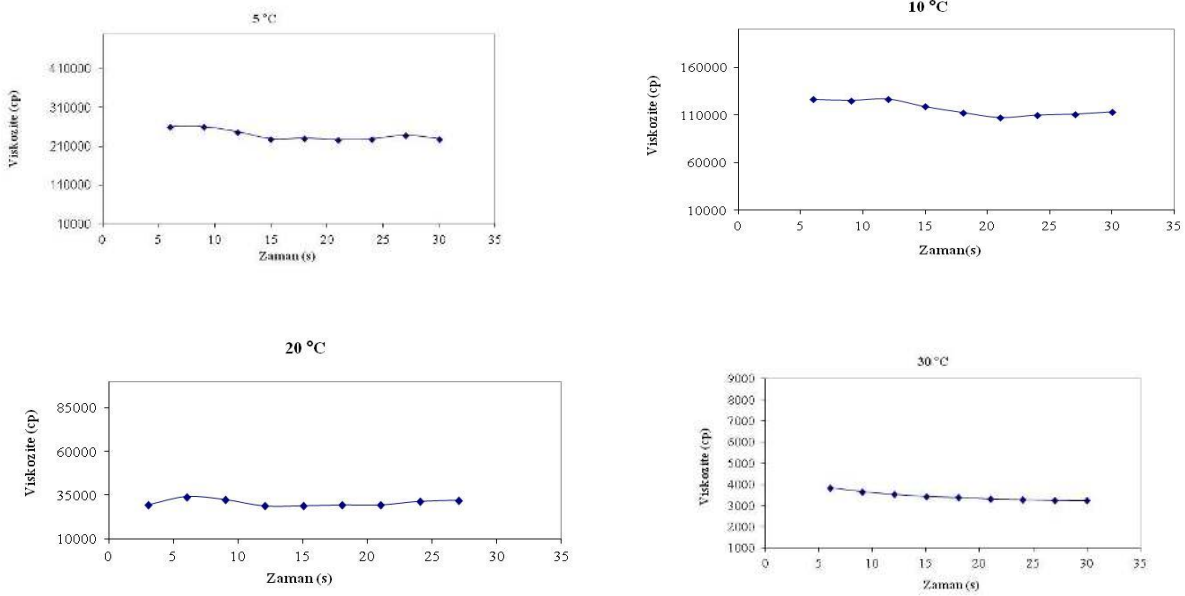
%50 bal- %50 kaymak örneğine ait kayma hızı- kayma gerilimi ve kayma hızı- viskozite grafiği Şekil 4.13 (a) ve (b) de verilmiştir. Şekil 4.13 (a) dan görülebileceği gibi kayma hızı-kayma gerilimi lineer olmayan bir trend izlemektedir. Şekil 4.13 (b) den viskozitenin kayma hızıyla değiştiği görülmektedir.



Şekil 4.13 %50 Bal- %50 Kaymak karışımının 30°C’de (a) Kayma Hızı –Kayma Gerilimi (b) Kayma Hızı- Viskozite grafiği

Karışımın 5, 10, 20 ve 30°C’ deki ortalama viskozite değerleri sırasıyla; 152 640, 128 800, 40 757,78, 2 629,11 olarak belirlenmiştir. Sıcaklığın 5°C’ den 30°C’ ye yükselmesiyle karışımın viskozite değerleri de yaklaşık olarak % 98 azalma gerçekleşmiştir.

Yukarıda verilen şekillere ek olarak 6 devir/dk sabit hızda ölçülen viskozite değerinin zamanla değişimi Şekil 4.14’ de verilmiştir. 30 dakikalık zaman periyodunda tüm sıcaklıklarda karışımın viskozitesinin değişmediği yani akışın zamandan bağımsız olduğu görülmektedir.

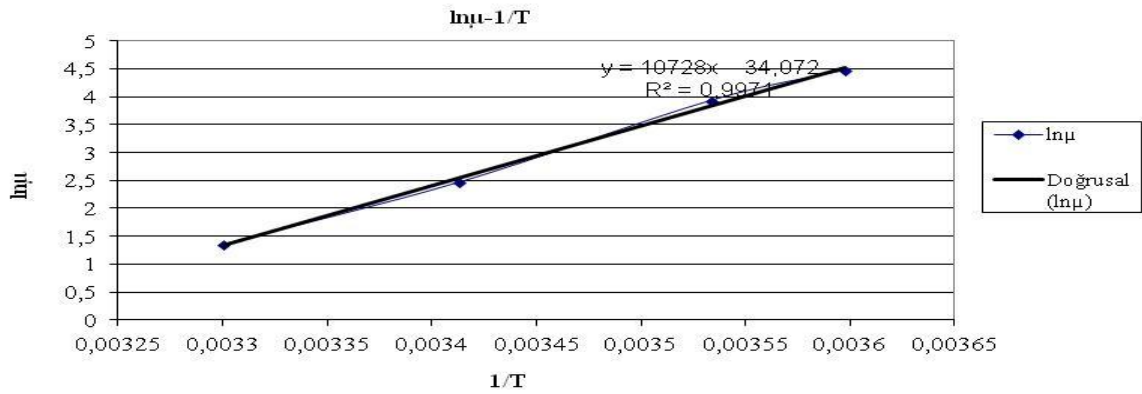


Şekil 4.14 %50 Bal- %50 Kaymak karışımının 5°C, 10°C, 20°C ve 30°C' de zaman- viskozite değişimi

Kayma hızı- viskozite, kayma gerilimi- kayma hızı ve viskozite- zaman grafikleri incelenerek artan kayma hızına karşı karışımın viskozitesinin tüm sıcaklık değerlerinde azalma eğilimi göstermesi sonucunda karışımın pseudoplastik akış özelliği gösterdiği belirlenmiştir.

4.2.5 Bal-Kaymak Karışımlarının Aktivasyon Enerjileri

Örneklerin aktivasyon enerjileri, $\ln \mu - 1/T$ grafiklerinin eğiminden Arrhenius eşitliği yardımıyla hesaplanmıştır. Tüm örneklerin aktivasyon enerjileri bu grafiklerin çizilmesiyle elde edilmiştir. Aktivasyon enerjisi, doğrunun eğimi ile universal gaz sabiti değerlerinin çarpımına eşittir.

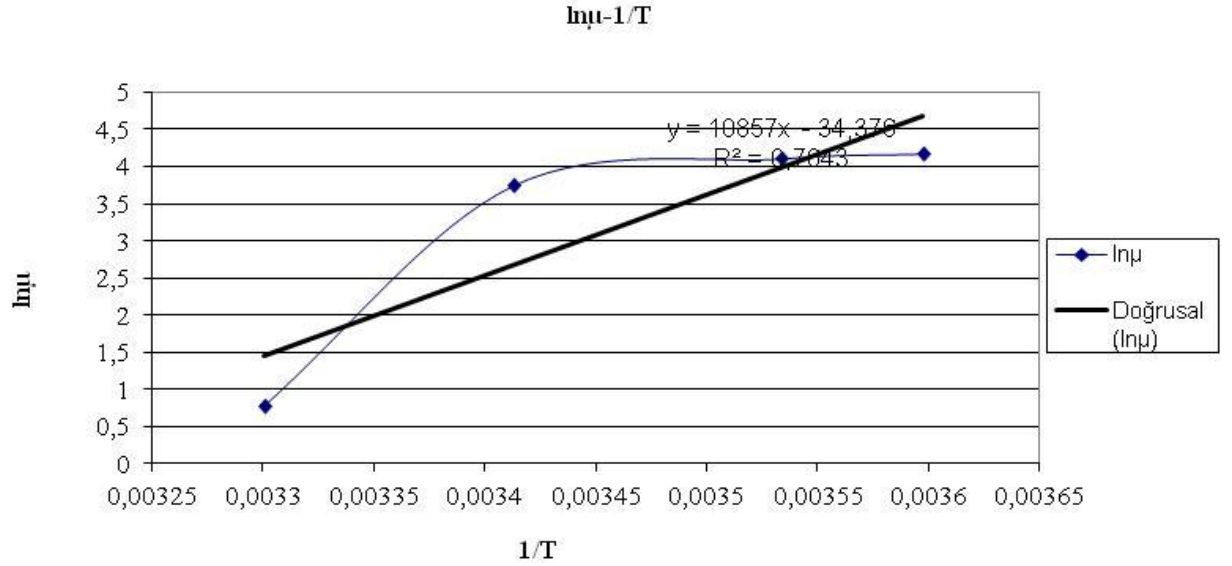


Şekil 4.15 %90 Bal-%10 Kaymak karışımının $\ln \mu - 1/T$ grafiği

E_a (Aktivasyon Enerjisi) = a (Eğim) * R (Universal Gaz Sabiti)

$E_a = 10728 * 0,008314 \text{ kJ /mol K}$

$E_a = 89,19 \text{ kJ /mol}$

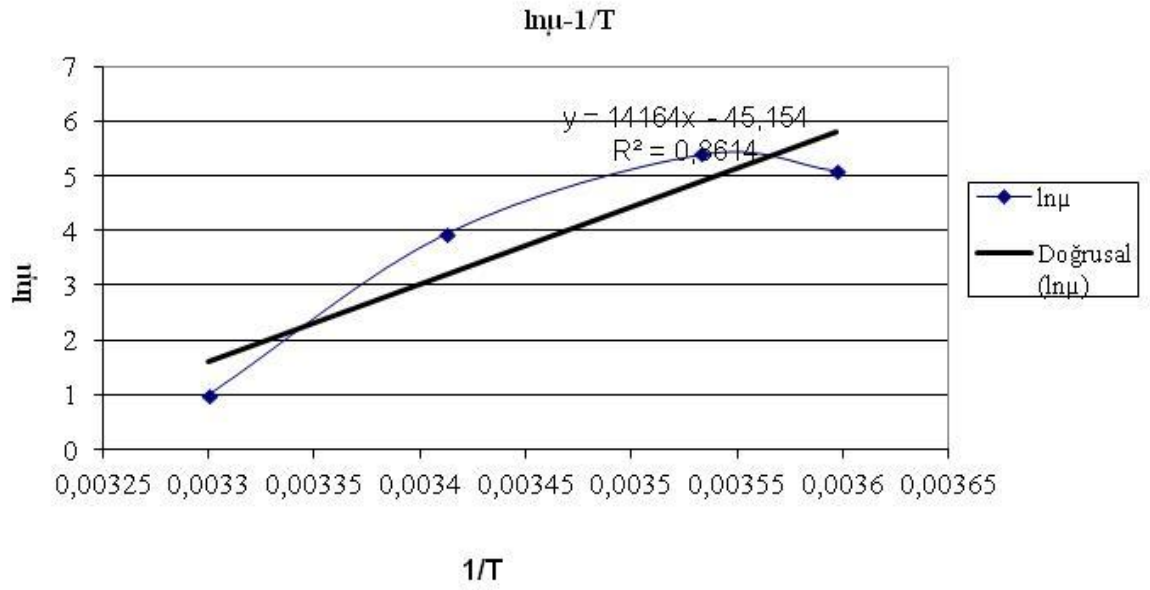


Şekil 4.16 %70 Bal-%30 Kaymak karışımının $\ln\mu - 1/T$ grafiği

E_a (Aktivasyon Enerjisi) = a (Eğim) * R (Universal Gaz Sabiti)

$E_a = 10857 * 0,008314 \text{ kJ /mol K}$

$E_a = 90,26 \text{ kJ /mol}$



Şekil 4.17 %50 Bal-%50 Kaymak karışımının $\ln\mu$ - $1/T$ grafiği

$$E_a \text{ (Aktivasyon Enerjisi)} = a \text{ (Eğim)} * R \text{ (Universal Gaz Sabiti)}$$

$$E_a = 14164 * 0,008314 \text{ kJ /mol K}$$

$$E_a = 117,75 \text{ kJ /mol}$$

%90 bal-%10 kaymak karışımının nem içeriği %24,42, %70 bal-%30 kaymak karışımının nem içeriği %25,6, %50 kaymak-%50 bal karışımının nem içeriği ise %28,21 olarak belirlenmiştir. Artan kaymak oranıyla nem içeriği de artmaktadır. Bal-kaymak karışımlarındaki kaymak miktarının artması ile aktivasyon enerjisinde artış gözlenmiştir. Nem içeriği yüksek olan bal-kaymak karışımlarının aktivasyon enerjilerinin de yüksek olması literatürle uyum göstermektedir (Yanniotis *et al.* 2006).

Başka bir açıdan bakıldığında da aktivasyon enerjisi yüksek örneklerin viskozitelerinin sıcaklıktan daha çok etkilendiği gerçeği, %50 kaymak içeren örneklerle %10 kaymak içeren örnek karşılaştırıldığında açıkça görülmektedir. Örneğin 6 rpm’de %10 kaymak içeren örneğin 5°C’deki viskozitesi 88000 cp, 30°C’deki viskozitesi 3833 cp iken, %50 kaymak içeren örneğin aynı koşullardaki viskozite değerleri sırasıyla 220666 cp ve 3466 cp şeklindedir. Görüldüğü üzere aktivasyon enerjisi düşük olan %10 kaymak içeren örneğin sıcaklık artışıyla viskozitesindeki değişim on binlerle ifade edilebilirken,

aktivasyon enerjisi yüksek olan %50 kaymak içeren örneğin viskozitesindeki değişim yüz binlerle ifade edilebilmektedir.

4.3 Duyusal Analiz Değerleri

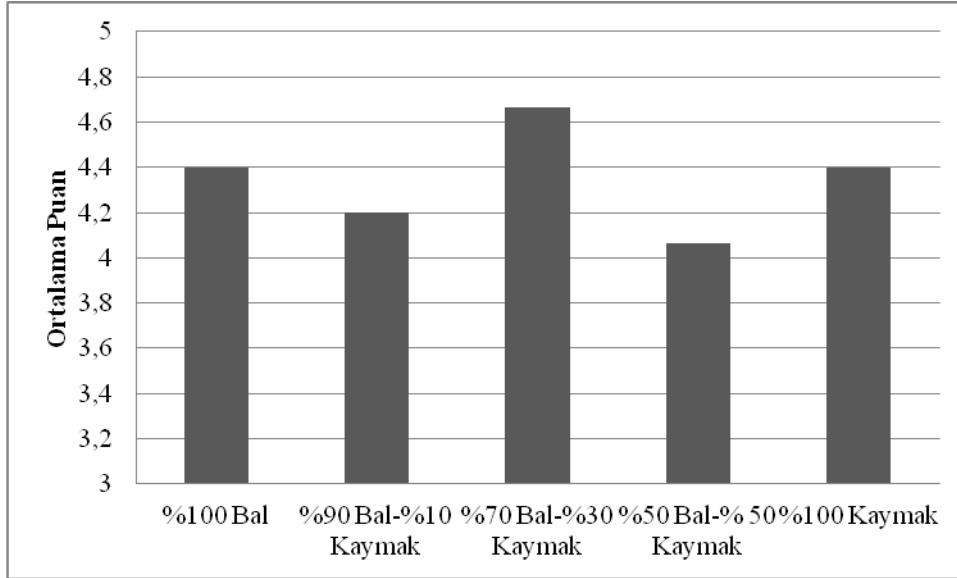
Bal, bal-kaymak ve kaymak örnekleri duyusal olarak renk, tekstür, aroma, görünüş, tatlılık, kıvam (kaşıkla) ve tüm izlenim açısından değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirme panelinde 5 çok iyi, 4 iyi, 3 orta, 2 kötü, 1 çok kötü olarak değerlendirilmiştir.

Bal, %90 bal-%10 kaymak, %50 bal-%50 kaymak ve kaymak örneklerinin panelist beğenilerinin renk puanları üzerine istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0,05$) belirlenirken, %70bal -%30 kaymak örneğinin panelist beğenilerinin diğer örneklerden farkı, istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur (Çizelge 4.8). Şekil 4.18’de panelistlerin renk parametresi için kullandıkları puanların aritmetik ortalamaları verilmiştir. Panelistler tarafından bal örneğinin renk özelliği ortalama 4,40 puanla, %90 bal-%10 kaymak örneğinin renk özelliği ortalama 4,20 puanla, %70 bal-%30 kaymak örneğinin renk özelliği ortalama 4,66 puanla, %50 bal-%50 kaymak örneğinin renk özelliği ortalama 4,06 puanla ve kaymak örneğinin renk özelliği ortalama 4,40 puanla değerlendirilmiştir. %70 bal-%30 kaymak örneğinin panelistlerin kullandıkları puanların aritmetik ortalaması Çok iyi olarak değerlendirilen 5 puana çok yakın bir değer olarak elde edilmiştir. Hiçbir panelist kötü (1 puan) kullanmamıştır.

Çizelge 4.8 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin renk özelliğinin panelist beğenileri

Örnek	Renk
Bal	4,40 ^a
%90 Bal-%10 Kaymak	4,20 ^a
%70 Bal-%30 Kaymak	4,66 ^b
%50 Bal-%50 Kaymak	4,06 ^a
Kaymak	4,40 ^a

a, b, Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir ($p>0,05$)



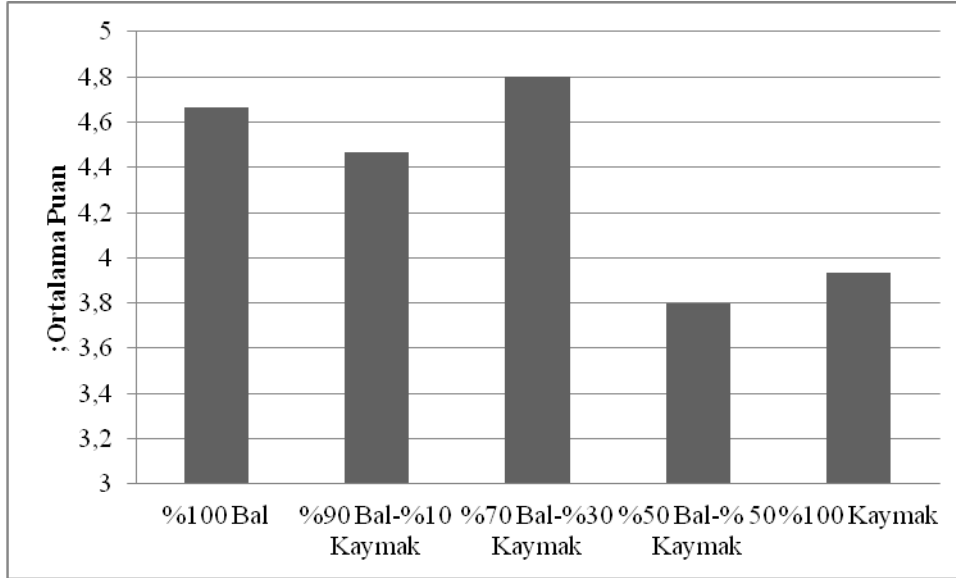
Şekil 4.18 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin renk özelliğinin panelist beğenileri değişimi

Bal, %90 bal-%10 kaymak, %70 bal-%30 kaymak örneklerinin panelist beğenilerinin tekstür puanları üzerine istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0,05$) belirlenirken, %50bal -%50 kaymak ve kaymak örneklerinin panelist beğenilerinin diğer örneklerden farkı, istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur (Çizelge 4.9). Panelistlerin tekstür parametresi için kullandıkları puanların aritmetik ortalamaları Şekil 4.19’da verilmiştir. %70 bal-%30 kaymak örneğinin panelistlerin kullandıkları puanların aritmetik ortalaması Çok iyi olarak değerlendirilen 5 puana çok yakın bir değer olarak elde edilmiştir. Hiçbir panelist kötü (1 puan) kullanmamıştır.

Çizelge 4.9 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin tekstür özelliğinin panelist beğenileri

Örnek	Tekstür
Bal	4,66 ^a
%90 Bal-%10 Kaymak	4,46 ^a
%70 Bal-%30 Kaymak	4,80 ^a
%50 Bal-%50 Kaymak	3,80 ^b
Kaymak	3,93 ^b

a, b Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir ($p>0,05$)



Şekil 4.19 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin tekstür özelliğinin panelist beğenileri değişimi

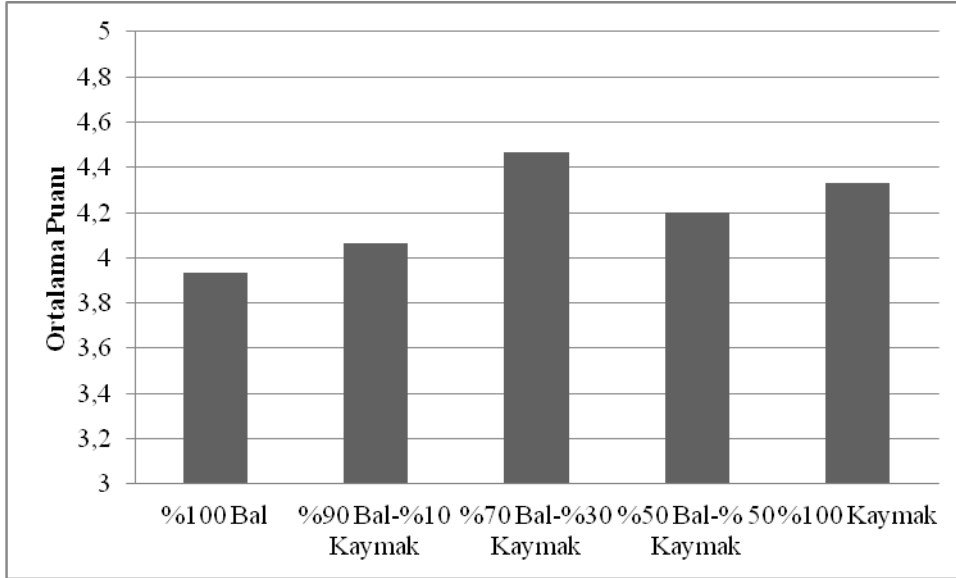
%90 bal-%10 kaymak, %70bal -%30 kaymak, %50 bal-%50 kaymak ve kaymak örneklerinin aroma puanları üzerine panelist beğenilerinin istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0,05$) belirlenirken, bal örneğinin panelist beğenilerinin diğer örneklerden farkı istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur (Çizelge 4.10).

Panelistlerin aroma parametresi için kullandıkları puanların aritmetik ortalamaları Şekil 4.20’de verilmiştir. %70 bal-%30 kaymak örneğinin panelistlerin kullandıkları puanların aritmetik ortalaması Çok iyi olarak değerlendirilen 5 puana çok yakın bir değer olarak elde edilmiştir. Hiçbir panelist kötü (1 puan) kullanmamıştır.

Çizelge 4.10 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin aroma özelliğinin panelist beğenileri

Örnek	Aroma
Bal	3,93 ^b
%90 Bal-%10 Kaymak	4,06 ^a
%70 Bal-%30 Kaymak	4,46 ^a
%50 Bal-%50 Kaymak	4,20 ^a
Kaymak	4.33 ^a

a, b Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir ($p>0,05$)



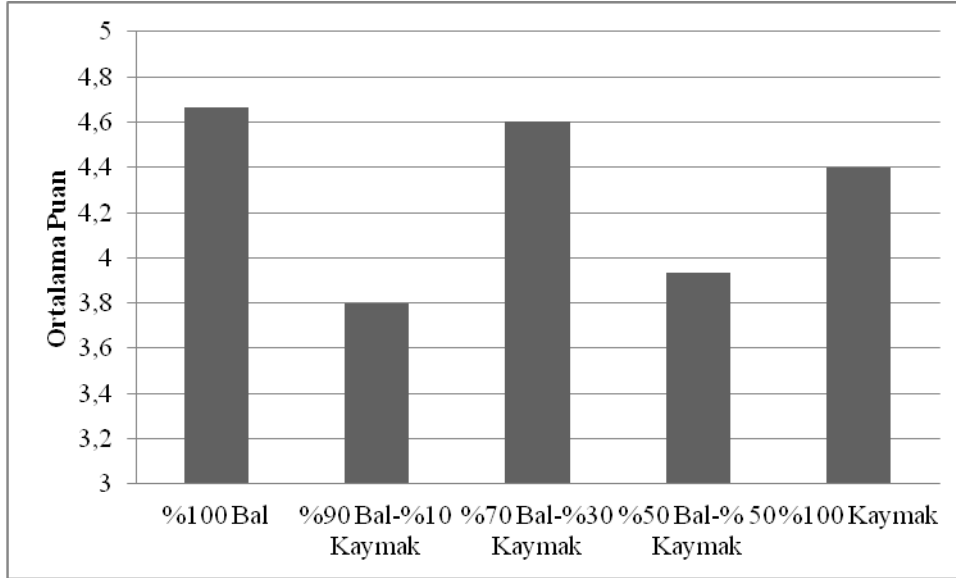
Şekil 4.20 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin aroma özelliğinin panelist beğenileri değişimi

Bal, %70 bal-%30 kaymak ve kaymak örneklerinin panelist beğenilerinin görünüş puanları üzerine istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0,05$) belirlenirken, %90 bal-%10 kaymak ve %50bal -%50 kaymak örneklerinin panelist beğenilerinin diğer örneklerden farklı, istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur (Çizelge 4.11). Panelistlerin görünüş parametresi için kullandıkları puanların aritmetik ortalamaları Şekil 4.21’te verilmiştir. Bal örneğinin panelist değerlendirmesinin aritmetik ortalaması 5 puana (Çok iyi) çok yakın bir değer olarak elde edilmiştir. Hiçbir panelist 1 puan (kötü) kullanmamıştır.

Çizelge 4.11 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin görünüş özelliğinin panelist beğenileri

Örnek	Görünüş
Bal	4,66 ^a
%90 Bal-%10 Kaymak	3,80 ^b
%70 Bal-%30 Kaymak	4,60 ^a
%50 Bal-%50 Kaymak	3,93 ^b
Kaymak	4,40 ^a

a, b Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir ($p>0,05$)



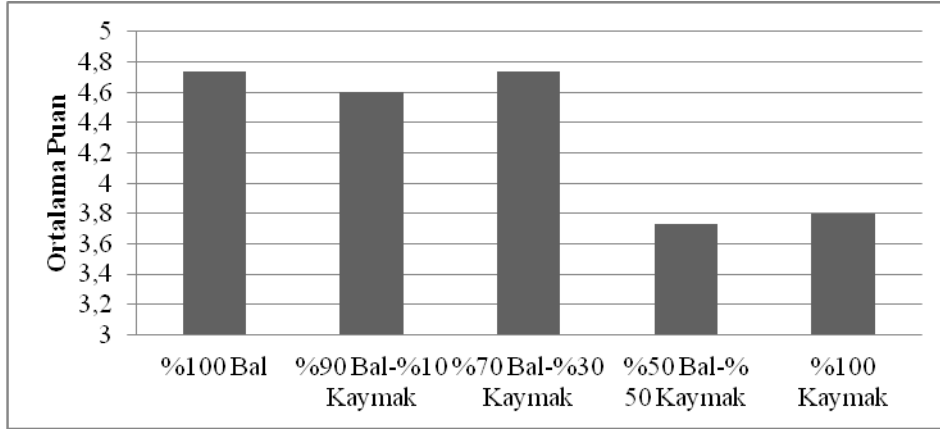
Şekil 4.21 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin görünüş özelliğinin panelist beğenileri değişimi

Bal, %90 bal-%10 kaymak, %70 bal-%30 kaymak örneklerinin panelist beğenilerinin tatlılık puanları üzerine istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0,05$) belirlenirken, %50 bal -%50 kaymak ve kaymak örneklerinin panelist beğenilerinin diğer örneklerden farkı, istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur (Çizelge 4.12). Panelistlerin tatlılık parametresi için kullandıkları puanların aritmetik ortalamaları Şekil 4.22’de verilmiştir. %70 bal-%30 kaymak ve bal örneklerinin panelist değerlendirmelerinden elde edilen aritmetik ortalaması Çok iyi olarak değerlendirilen 5 puana çok yakın bir değer olarak belirlenmiştir. Hiçbir panelist kötü (1 puan) kullanmamıştır.

Çizelge 4.12 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin tatlılık özelliğinin panelist beğenileri

Örnek	Tatlılık
Bal	4,73 ^a
%90 Bal-%10 Kaymak	4,60 ^a
%70 Bal-%30 Kaymak	4,73 ^a
%50 Bal-%50 Kaymak	3,73 ^b
Kaymak	3,80 ^b

a, b Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir ($p>0,05$)



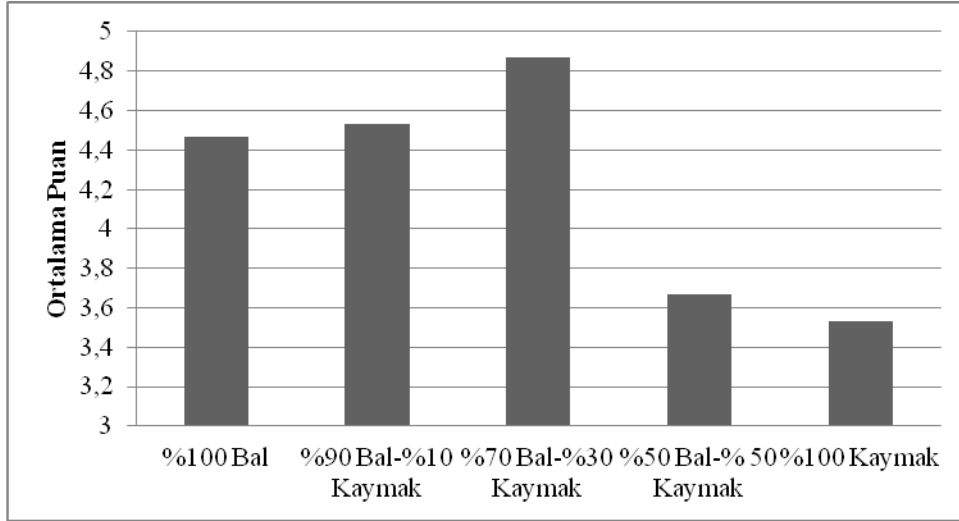
Şekil 4.22 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin tatlılık özelliğinin panelist beğenileri değişimi

Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin duysal değerlendirmelerinden birisi de kıvam (kaşıkla) değeridir. %90 bal-%10 kaymak ve %70 bal-%30 kaymak örneklerinin panelist beğenileri birbirine yakın bulunmuştur ($p>0,05$). %50 bal- %50 kaymak ve kaymak örneklerinin panelist beğenileri birbirine yakın bulunmuştur ($p>0,05$). Bal örneğinin panelist beğenisi diğer örneklerle göre yüksek ve diğer örneklerden farkı istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur (Çizelge 4.13). Panelistlerin tatlılık parametresi için kullandıkları puanların aritmetik ortalamaları Şekil 4.23'te verilmiştir. %70 bal-%30 kaymak örneğinin panelist değerlendirmelerinden elde edilen aritmetik ortalaması Çok iyi olarak değerlendirilen 5 puana çok yakın bir değer olarak belirlenmiştir. Hiçbir panelist kötü (1 puan) kullanmamıştır.

Çizelge 4.13 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin kıvam (kaşıkla) özelliğinin panelist beğenileri

Örnek	Kıvam (Kaşıkla)
Bal	4,46 ^b
%90 Bal-%10 Kaymak	4,53 ^a
%70 Bal-%30 Kaymak	4,86 ^a
%50 Bal-%50 Kaymak	3,66 ^c
Kaymak	3,53 ^c

a, b, c Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir ($p>0,05$)



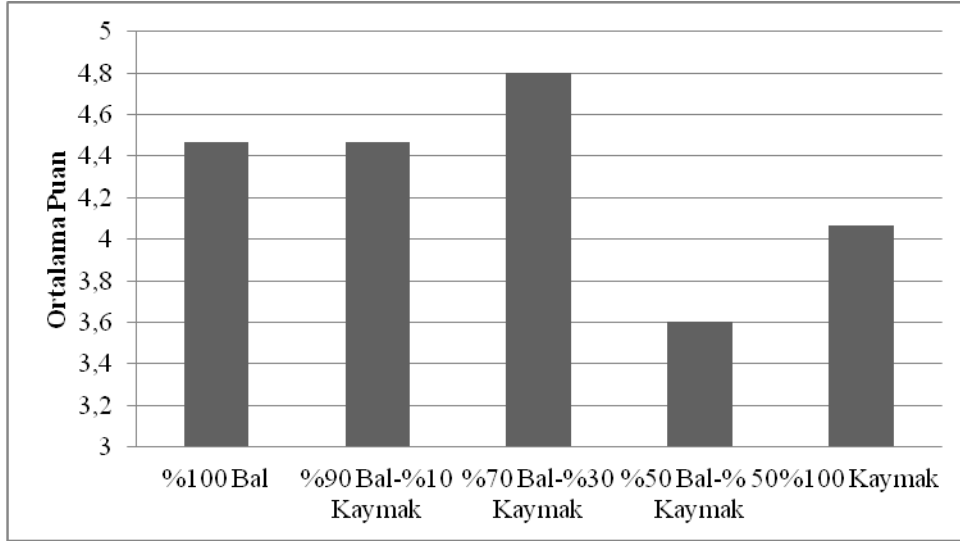
Şekil 4.23 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin kıvam (kaşıkla) özelliğinin panelist beğenileri değişimi

Bal, %90 bal-%10 kaymak, %50 bal-%50 kaymak ve kaymak örneklerinin panelist beğenilerinin tüm izlenim puanlarının istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0,05$) belirlenirken, %70bal -%30 kaymak örneğinin panelist beğenilerinin diğer örneklerden farkı, istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur (Çizelge 4.14). Şekil 4.24'te panelistlerin tüm izlenim parametresi için kullandıkları puanların aritmetik ortalamaları verilmiştir. %70 bal-%30 kaymak örneğinin panelistlerin kullandıkları puanların aritmetik ortalaması Çok iyi olarak değerlendirilen 5 puana çok yakın bir değer olarak elde edilmiştir. Hiçbir panelist kötü (1 puan) kullanmamıştır.

Çizelge 4.14 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin tüm izlenim panelist değerlendirmesi

Örnek	Tüm İzlenim
Bal	4,46 ^a
%90 Bal-%10 Kaymak	4,46 ^a
%70 Bal-%30 Kaymak	4,80 ^b
%50 Bal-%50 Kaymak	3,60 ^a
Kaymak	4,06 ^a

a, b Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistik olarak önemli değildir ($p>0,05$)



Şekil 4.24 Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin tüm izlenim panelist değerlendirmesi

5. SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada balın, farklı konsantrasyonlarda karıştırılan bal-kaymak karışımlarının ve kaymağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Ayrıca farklı konsantrasyonlardaki bal-kaymak karışımlarının akış türleri ve aktivasyon enerjileri belirlenmiştir.

Bal örneğinin kuru madde değerinin en fazla, kaymak örneğinin kuru madde değerinin en az olduğu saptanmıştır. Bal-kaymak karışımlarının kuru madde değerlerinin kaymak oranının artmasıyla azaldığı görülmektedir. Bal-kaymak karışımları ve kaymak örneğinin yağ değerlerinin kaymak oranının artmasıyla arttığı görülmektedir.

Bal örneğinin protein değerinin en az, kaymak örneğinin protein değerinin en fazla olduğu saptanmıştır. Bal-kaymak karışımlarının protein değerlerinin karışımdaki kaymak oranının artmasına paralel olarak artış görülmektedir. Bal, bal-kaymak ve kaymak örneklerinin kül değerleri kaymak oranının artmasına paralel olarak artış göstermiştir.

Bal örneğinin titrasyon asitliği değeri en fazla, kaymak örneğinin titrasyon asidi değerinin en az olduğu görülmektedir. Bal-kaymak karışımlarının titrasyon asitliği değerlerinin karışımdaki kaymak oranının artmasıyla ters orantılı olduğu görülmektedir. Bal örneğinin pH değeri en az, kaymak örneğinin pH değerinin en fazla olduğu tespit edilmiştir. Bal-kaymak karışımlarının pH değerlerinin karışımdaki kaymak oranının artmasıyla arttığı gözlenmiştir.

Bal örneğinin şeker değeri en fazla, kaymak örneğinin şeker değerinin en az olduğu görülmektedir. Bal-kaymak karışımlarının şeker değerlerinin karışımdaki kaymak oranının artmasıyla ters orantılı olduğu görülmektedir.

Yapılan fiziksel ve kimyasal analizler bir arada incelendiği zaman bal ve kaymak örneğinin analiz sonuçları alt ve üst limiti oluşturmuştur. Bal-kaymak karışımlarının analiz değerleri bu alt ve üst limit arasında elde edilmiştir. Karışımı oluşturan maddelerin oranları kimyasal ve fiziksel analiz sonuçlarını etkilediği gözlenmiştir.

Yapılan duyuşal değerlendirmede örneklerde renk, tekstür, aroma, görünüş, tatlılık, kıvam (kaşıkla) açısından kabul edilemez düzeyde farklılıklar görölmemiştir. %70 bal-%30 kaymak karışımı tüm izlenimi yüksek olan örnektir. Panelist beğenileri bir arada incelendiği zaman %70 bal-%30 kaymak karışımının beğeni oranının fazla olduğu gözlenmiştir.

Bal, bal-kaymak karışımının reolojik özellikleri Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1 Bal, bal-kaymak karışımının akış özellikleri

Karışım	Sıcaklık (°C)	Akış Türü	Viskozite (cP)
Bal	20	Newtonian	11 896,22
%90 Bal-%10 Kaymak	5	Newtonian	87 633,33
	10	Newtonian	52 204,44
	20	Newtonian	11 896,22
	30	Newtonian	3 982,83
%70 Bal-%30 Kaymak	5	Pseudoplastik	65 111,11*-116 000**
	10	Pseudoplastik	60 888,89*-134 000**
	20	Pseudoplastik	42 444,44*-100 500**
	30	Pseudoplastik	2 150**,-2 750**
%50 Bal-%50 Kaymak	5	Pseudoplastik	87 111,11*-220 666,7**
	10	Pseudoplastik	101 333,3*-300 000**
	20	Pseudoplastik	22 666,67*-76 000**
	30	Pseudoplastik	1 838,88*-3 466,66**

* En düşük görünür viskozite

** En yüksek görünür viskozite

%90 bal-%10 kaymak karışımı çok düşük oranda kaymak içermesinden dolayı bal örneği gibi davranarak newtonian akış özelliği gösterdiği düşünölmektedir. Kullanılan balın newtonian davranış sergilemesi literatürle desteklenebilir bir bulgu olup, yüksek oranda bu baldan içeren karışımın da aynı davranış sergilemesinin olağan olduğu düşünölmektedir.

%70 bal-%30 kaymak ve %50 bal-%50 kaymak karışımalarında hızının artırılması örneklerin kayma incelmesi yani pseudoplastik akış özelliği gösterdiği düşünölmektedir.

Bu durum, kaymakta su ile emülsiye halde bulunan suyun yapıdan ayrılarak, emülsiyonun bozulması ve kaymağın viskozitesinin azalmasıyla ilgilidir. Bilindiği üzere, mekanik etkiyle emülsiyonlar kırılabilmekte ve yapı bozulabilmektedir. Burada da artan devirsel hız, emülsiyonun kırılmasına ve viskozitenin azalmasına sebep düşünülmektedir.

Bu çalışmayla farklı konsantrasyonlardaki bal-kaymak karışımlarının akış türleri ve aktivasyon enerjileri belirlenmiş olup, ilerde üslü yasa modeliyle örneklerin akış türlerinin doğrulanması yapılabilecektir. Yine bu çalışmayla bal-kaymak ya da benzer bir ürünün üretim hatlarındaki karıştırma basamaklarında akışların bu özelliğinden faydalanılmasına olanak sağlanmıştır. Öyle ki tüm karışımlar için başlangıç kıvamlarının korunması ya da bu kıvamların iyileştirilmeleri elzemdir. Dolayısıyla yüksek oranda bal içeren örneklerin artan bir hızla karıştırıldığında kıvamının artacağı, yüksek oranda kaymak içeren örneklerinse artan bir hızla karıştırıldığında kıvamının azalacağına dikkat edilmelidir.

6. KAYNAKLAR

- Adam, R.C., 1971. Süt III. Çeşitli Ürünler ve Artıkları. E.Ü.Z.F. Yayınları No: 170. İzmir.
- Akalın, A. S., Tokusoglu, Ö., Gönç, S. and Ökten, S. 2005. Detection of Biologically Active Isomers of Conjugated Linoleic Acid in Kaymak. *Grasas Y Aceites*, 56 (4), 298–302.
- Akalın, S., Gönç, S., Ünal, G. ve Ökten, S., 2006. “Determination of some chemical and microbiological characteristics of Kaymak”. 3rd Euro Fed Lipid Congress on Oils, Fats and Lipids in a Changing World, 5-8 September 2004, Edinburgh University, Scotland.
- Akbulut M., Çoklar H. and Özen G., 2008: Rheological characteristics of *Juniperus drupacea* fruit juice (pekmez) concentrated by boiling, *Food Science and Technology International*, 14, 321-327.
- Akpınar, A. 2002. Bal Beslenme Dergisi, S: 5-10, U. Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Müh. Bölümü, Bursa.
- Akyüz, N., İ.Bakırcı, A.Ayar, Y.Tunçtürk, 1995. Van piyasasında satışa sunulan balların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ve bunların ilgili standarda uygunluğu üzerinde bir araştırma. *Gıda*, 20(5):321-326.
- Alpyörük, 2010. “Farklı Konsantrasyonlardaki Afyon Kaymağı Bal Karışımlarının Raf Ömürlerinin Belirlenmesi”. Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Lisans Tezi, Afyonkarahisar.
- Anonim, (1973), “The Water Buffalo”, FAO Animal Production and Health Series, FAO of the United Nations, Rome, Italy.
- Anonim, 2000. Bal tebliği. Türk Gıda Kodeksi (Tebliğ No: 2000/39). Ankara
- Anonim, 2001, Çam Balı konulu HDB/KKE-01636-3062 sayılı genelge, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara.

- Anonim, 2003. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. Krema ve Kaymak Tebliği. Resmi Gazete. 27.09.2003 – 25242, 2003/34.
- Anonim 2003a. Honey-Health and Therapeutic Qualities. National Honey Board.
- Anonim, 2004a. www.eker.com.tr/ürünler/kaymak
- Anonim, 2004b. [http:// yogurt7.tripod.com](http://yogurt7.tripod.com).
- Anonim, 2006, Muğla İli Arı Yetiştiricileri Birliği Çalışma Raporu, http://www.maybir.org.tr/index.php?option=com_content&task=view&id=50&Itemid=33, (27.06.2006).
- Anonim. 2008. TS 1864. Krema ve Kaymak. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim. 2009. Türk Gıda Kodeksi Krema ve Kaymak Tebliği. Krema ve Kaymak Tebliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliğ. No: 2009/5.
- Anonim, 2011a, Türkiye İstatistik Kurumu, 2011, Hayvancılık İstatistikleri [online],Ankara, http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=691, [Ziyaret Tarihi: 08 Eylül 2012].
- Anupama, D., Bhat, K., Sapna, V. 2002. Sensory and physicochemical properties of commercial samples of honey. Food Research International, 36:183–191.
- Arslan, E., 2003, Rheological characterization of tahin/pekmez blends ,Yüksek Lisans Tezi, Orta Dogu Teknik Üniversitesi, Ankara
- Arslan E., Yener M. E. and Esin A., 2005: Rheological characterization of tahin/pekmez (sesame paste/concentrated grape juice) blends, *Journal of Food Engineering*. 69, 167–172.
- Azeredo, C., Dutra, V. 2002. Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins. Food Chemistry, 80: 249–254.

- Azeredo, L. C, Azeredo, M.A.A, de-Souza S.R., Dutra V.M.L., 2003. Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins. Food Chemistry , 80: 249-254.
- Barnes, H.A., 1997. Thixotropy-a review, *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics*, 70, 1-33.
- Baysal, A., 2004. Beslenme. Hatiboğlu Yayınları, Bölüm II Besinler, Süt. 10.baskı. Ankara, s: 268–275.
- Bhamidipati, S. and Singh, R.K., 1990: Flow behavior of tomato sauce with or without particulates in tube flow, *Journal of Food Process Engineering*, 12(4), 275-293
- Bhandari B, D’Arcy B, Chow S. 1999. A research note: Rheology of selected Australian honeys. J. Food Eng, 41: 65–68.
- Bird, R.B., Stewart, W.E., Lightfoot, E.N., 1960, Transport Phenomena, John Willey and Sons Inc., New York.
- Bogdanow, S. 1997. Nature and Origin of the Antibacterial Substances in Honey. Lebensm.-Wiss. u.-Technol., 30: S.748–753.
- Bourne, M.C, 1982. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement, Academic Press, New York, pp. 207.
- Brans, G., Schroën, C.G.P.H., van der Sman, R.G M., Boom, R.M., 2004. Membrane fractionation of milk: state of the art and challenges. *J. Membrane Sci.*, 243: 263-272.
- Conti, M. E. 2000. Lazio Region honeys: a survey of mineral content and typical parameters. Food Control. 459-463.
- Çakmak, 2001. Apiterapi. Uludağ Arıcılık Dergisi 2. 16–18.
- Çon, A.H., Gökçe, R, Gürsoy, O., 2000. “Farklı şekillerde ambalajlanan Afyon Kaymaklarının Muhafaza Sürelerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma.” VI.Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, Tekirdağ. s 557–566.

- Dag, A. 2005. Physical, chemical and alynological characterization of avocado honey in Israel. *International Journal of Food Science and Technology*, 41: 387–394.
- Davis EA, 1995. Functionality of sugars: physicochemical interactions in foods. *J. Amer. Chem. Nutr*, 62 (suplement): 170–177
- Den Ouden, F.W.C. and Van Vliet, T., 1997: Particle size distribution in tomato concentrate and effects on rheological properties, *Journal of Food Science*, 62(3),565-567.
- Dixon, B. 2003. Bacteria can't resist honey. *The Lancet Infectious Deseases*. Vol 3. 116.
- Gehardt SE, Thomas RG. 2006. Nutritive Value of Foods. United States Department of Agriculture (USDA). Agricultural Research Service. Home and Garden Bulletin. Number 72.
- Güneş M.E., 2001. Balın Sağlığımız için Önemi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 2: S.19–20.
- Güneş, N. 2003. Balın bileşimi ve kullanım alanları. 2. Marmara Arıcılık Kongresi Bildiri Kitabı. 225. Yalova.
- Hamzaçebi, Y. 1973. Afyon ve Çevresinde Satışa Arz Edilen Kaymakların Hijyenik Kaliteleri üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi, Ogun Kardeşler Matbaası,
- Hışıl, Y., N. Bökçioğlu 1986. Balın Bileşimi ve Bala Yapılan Hileler. *Gıda, Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı*, 2:S.79–82.
- İnal, T., (1990). Süt ve Süt Ürünleri Hijyen ve Teknolojisi. Final ofset, İstanbul, 1108s.
- İzmen, E.R., Eralp, M., 1967. Lüle Kaymağı Üzerine Araştırmalar. A. Ü. Zir. Fak. Yayınları, No: 291, Ankara.
- Juszczak L, Fortuna T. 2006. Rheology of selected Polish honeys. *J. Food Eng*, 75: 43–49.

- Junzheng P, Changying J. 1998. General rheological model for natural honeys in China, J. Food Eng 36: 165–168.
- Kasianenko, VI., Selezneva, E., Markarova, NV.2002. Effect of warm and cold honey solutions on acid-forming function of the stomach. Article in Russian.
- Kayacier A, Karaman S. 2008. Rheological and some physicochemical characteristics of selected Turkish honeys. J.Text Stud, 39:17–27
- Kayral, N., Kayral, G. 1984, Yeni Teknik Arıcılık, ss.425.
- Kurt, A., R. Yamankaradeniz, 1982. Erzurum ili merkezinde tüketilen süzme ballar üzerinde bir araştırma. Gıda, 7(3):115–120
- Kurt, A., Özdemir, S., 1988. “Erzurum” da Yapılıp Satılan Kaymakların Bileşimi ve Mikrobiyolojik Kalitesi.” Gıda 13 (3) 205 – 208.
- Kurt, A., Çakmakçı, S., Çağlar, A., 1999. Süt ve Mamulleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:252/D, Ziraat Fakültesi
- Lazaridou A, Biliaderis CG, Bacandritsos N, Sabatini AG. 2004. Composition, thermal and rheological behaviour of selected Greek honeys. J. Food Eng. 64: 9–21.
- Lawless, H.T., Horne, J. and Giasi, P. 1996. Asteringency of organic acids in related pH. Chemical senses, 21, 397–403.
- Mendes, E., Ferreira, A. 1998. Quality evaluation of Portuguese honey. Carbohydrate Polymers, 37: 219–223.
- Metin, M. 1998. Süt teknolojisi. Sütün Bileşimi ve İşlenmesi. 3. Baskı. E.Ü. Müh. Fak. Yay. No:33.
- Metin. M., 2008. Sütün Bileşimi ve İşlenmesi. Ege Üniversitesi Yayınları, Mühendislik Fakültesi Yayın No:33, İzmir

- Miller, GD., Jarvis, KJ., McBean, LD. 2000. Handbook of Dairy Foods and Nutrition. In: Jensen RG, Kroger M, editors. The Importance of Milk and Milk Products in the Diet. CRC Press, New York, p 4–24.
- Mundo, M. M., O. I. Padilla-Zakour, R. W. Worobo 2004. Growth inhibition of foodborne pathogens and food spoilage organisms by select raw honeys. International Journal of Food Microbiology 97. S.1–8.
- Munroe JA. 1943. The viscosity and thixotropy of honey. J. Entomol, 36: 769- 777
- Okur, 2005 Isparta ilinde satılan süt ve süt Ürünlerinin kalite düzeylerinin ve Yağ asidi profillerinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Isparta
- Öksüz, Ö., Kurultay, Ş., Şimşek, O. ve Gündoğdu, A. 2000. Tekirdağ İli Merkezinde Tüketilen Kaymakların Bazı Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Arastırma. VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı. Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri. s.567–570
- Ölmez, Ç., 2009, Türkiye’ de Üretilen Farklı Çiçek ve Salgı Bal Çeşitlerinden Bazı Kalitatif ve Besinsel Özellikleri, Konya, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Önalın, E.S., 2009, Bazı Bal Çeşitlerinde Uçucu (Aroma) Bileşiklerinin Belirlenmesi, İstanbul, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özcan, T. F., Erbil ve E., Kurdal, 1998. İçme Sütü. Sütün İnsan Beslenmesindeki Önemi. Editör: Mehmet Demirci. s. 31-41.
- Pordesimo, L.O. Zuritz, A. and Sharma, M.G., 1994: Flow behavior of coarse solid-liquid food mixtures. *Journal of Food Engineering*, 21(44), 495- 511.
- Pryce-Jones J. 1953. *The rheology of honey*. In G.W. Scott Blair (ed.), Foodstuff their plasticity, fluidity and consistency (pp. 148–176). Amsterdam: North Holland Publishing Company.

- Rao, M.A. 1999: Rheology of Fluid and Semisolid Foods: Principles and Applications, Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland.
- Seçkin, A. K., Gursoy, O., Kinik, O. and Akbulut, N. 2005. Conjugated Lineleic Acid (CLA) Concentration, Fatty Acid Composition and Cholesterol Content of Some Turkish Dairy Products. LWT. 38, 909–915
- Singh, R. P., Heldman, D. R., Introduction to Food engineering, Academic Press, California:59-65, 2003.
- Sorkun, K., Doğan, N., Gümüş, Y., Ergün, K., Bulakeri, N. ve Isık, N. 2002. Türkiye’de üretilen doğal ve yapay balların ayırt edilmesinde fiziksel, kimyasal ve mikroskopik analizleri. Mellifera, 2–4: 13–21.
- Steffe, J.F., 1992, Rheological Methods in Food Process Engineering, Freeman Press Second Edition USA.
- Şahinler, N., Şahinler, S., Gül, A. 2001. Hatay yöresi ballarının bileşimi ve biyokimyasal analizi. M.K. U Ziraat Fak. Derg, 6: 93–108.
- Takeshi, N., Mizuho, S., Reiji, I., Hachiro, I., Nobutaka, S. 2001. Antioxidative activities of some commercially honeys, royal jelly and propolis. Food Chemistry. 237–240.
- Terrab, A., Diez, M.J. and Heredia, F. J. 2002. Characterization of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics. Food Chemistry, 79, 373 – 379.
- Terrab, A., Recamales A.F., Hernanz, D., Heredia, F.J., 2004. Characterization of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. Food Chemistry, 88: 537–542.
- Tomoi, S., MD., Miyata, G. 2000. The nutraceutical benefit, part 3: Honey. *Nutritional Pharmaceutical*. 16: 468- 469.
- Ünal, C., Küplülü, O. 2001. Chemical quality of strained honey consumed in Ankara. Ankara Ziraat Fak.Derg, 6: 25-30.

- Ünsal, A., 1997. Süt Uyuyunca. Türkiye Peynirleri. Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 212s.
- Varnam, A.H. and Sutherland, J.P. 1994, Milk and Milk Products: technology, chemistry and microbiology, Chapman&Hall, ISBN 0-412-45730-X, London, 451p.
- White JW. 1975. *Physical characteristics of honey*. In: crane E. (Ed.) Honey: a comprehensive survey. pp 207–239, London: Morrison and Gibbs Ltd.
- Yanniotis, S., Skaltsi, S., Karaburnioti, S., 2006. “Effect of moisture content on the viscosity of honey at different temperatures”. Journal of Food Engineering, 72 (2006) 372–377.
- Yılmaz, H. 2000. Composition of honeys collected from eastern and south eastern Anatolia and effect of storage on HMF content and diastase activity. J. Agric For. 25: 347- 349.
- Yılsay, T. Ö. ve Bayazit, A. A. 2002. Bursa İlinde Tüketilen Kaymakların Mikrobiyolojik Özellikleri ve Bazı Patojen Bakterilerin Aranması. Uludağ Üniv. Zir. Fak. Derg., 16: 77-86.

6.1 İnternet Kaynakları

1-<http://tr.wikipedia.org>

Erişim Tarihi

06.05.2012

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Gamze ALPYÖRÜK

Doğum Yeri : Tarsus – MERSİN

Doğum Tarihi : 08.10.1987

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Mersin Toroslar Lisesi (YDA) (2001-2005)

Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği
Bölümü (2006-2010)

Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda
Mühendisliği Anabilim Dalı (2010-2013)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

- Çiftçiler Yağ Sanayi (Gıda Mühendisi), 2010
- Af-İş Danışmanlık Mühendislik Ltd. Şti (Gıda Mühendisi), 2011-2012