

T1885

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

+

KEÇİBOYNUZU PEKMEZLİ DONDURMA ÜRETİMİNDE KULLANILAN
KARRAGENAN, KSANTAN VE KEÇİBOYNUZU ZAMKLARININ
DONDURMALARIN KALİTELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

ABDULLAH BADEM

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
MERKEZ KÜTÜPHANESİ

2006

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KEÇİBOYNUZU PEKMEZLİ DONDURMA ÜRETİMİNDE KULLANILAN
KARRAGENAN, KSANTAN VE KEÇİBOYNUZU ZAMKLARININ
DONDURMALARIN KALİTELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

ABDULLAH BADEM

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 15/6/2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından (90) not takdir edilerek
Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Yrd.Doç.Dr. Zafer ALPKENT (Danışman)



Yrd.Doç.Dr. Seval Sevgi KIRDAR



Yrd.Doç.Dr. Mustafa KARHAN



2006

Bu tez 2005.02.0121.006 Proje numarasıyla Akdeniz Üniversitesi Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından desteklenmiştir.

ÖZET

KEÇİBOYNUZU PEKMEZLİ DONDURMA ÜRETİMİNDE KULLANILAN KARRAGENAN, KSANTAN VE KEÇİBOYNUZU ZAMKLARININ DONDURMALARIN KALİTELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Abdullah BADEM

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Mayıs 2006, 73 Sayfa

Bu çalışmada keçiboynuzu pekmezli dondurma üretiminde farklı oranlarda kullanılan stabilizatörlerin dondurmaların fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine olan etkisi incelenmiştir. Dondurmaların yapımında stabilizatör olarak; farklı oranlarda κ -karragenan (0,0-0,2%), ksantan (0,0-0,2%) ve keçiboynuzu gamları (0,0-0,6%) kullanılmıştır. Elde edilen miksler dondurmaya işlenmiş ve dondurmaların kimyasal, fiziksel ve duyuşsal özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca dondurmalar derin dondurucuda 1 ay depolanmış ve depolama süresince dondurmaların tekstür özellikleri belirlenmiştir. Yapılan duyuşsal analize göre, %0,1 karragenan, %0,1 ksantan ve %0,4 keçiboynuzu gamı kullanılarak üretilen dondurmalar en fazla beğenilen dondurmalar olmuştur.

ANAHTAR KELİMELELER: Dondurma, keçiboynuzu, κ -karragenan zamkı, ksantan zamkı, keçiboynuzu zamkı, tekstür

JÜRİ

: Yrd. Doç. Dr. Zafer ALPKENT (Danışman)

: Yrd. Doç. Dr. Seval Sevgi KIRDAR

: Yrd. Doç. Dr. Mustafa KARHAN

ABSTRACT

EFFECTS OF CARRAGEENAN, XANTHAN AND LOCUST BEAN GUM'S WHICH IS USED FOR THE PRODUCTION OF THE CAROB SYRUP CONTAINING ICE CREAMS ON THE QUALITY OF ICE CREAMS

Abdullah BADEM

M. Sc. Thesis in Food Engineering

May 2006, 73 pages

In this work, the effect of stabilizers used for carob pekmez-ice cream in different ratios was investigated on physical and chemical properties of the ice cream. For this reason, different amount of kapa-carrageenan (0.0-0.2%), xanthan (0.0-0.2%), and locust bean gum (0.0-0.6%) were used in mixes as stabilizers. The mixes were processed to the ice creams and the products were evaluated in chemical, physical and sensorial properties. Moreover, the ice creams were stored in deep freeze up to 1 month and texture properties of them were measured throughout the storage. According to sensorial analysis, the ice creams of 0,1% carrageenan, 0,1% xanthan and 0,4% locust bean gum were preferred.

KEYWORDS: Ice cream, Carob bean, κ -carrageenan gum, xanthan gum, locust bean gum, texture.

COMMITTEE:

- : Yrd. Doç. Dr. Zafer ALPKENT (Advisor)
- : Yrd. Doç. Dr. Seval Sevgi KIRDAR
- : Yrd. Doç. Dr. Mustafa KARHAN

ÖNSÖZ

Süt, insanoğlunun dünyaya gelmesinden itibaren tüketilmeye hazır bir gıda maddesi olup bileşiminde sağlık açısından çok yararlı maddeleri içermektedir. Dondurma ise çocuklar başta olmak üzere hemen her yaştaki insanlar tarafından sevilerek tüketilen bir süt ürünüdür. Diğer tatlılara nazaran daha düşük kalorili olması ve çok çeşitli şekillerde üretilebilmesi, dondurmanın tüm insanlar tarafından rahatlıkla tüketilmesini sağlamaktadır. Bu çalışmada keçiyoynuzu pekmezi ve doğal stabilizatörler kullanılarak, besleyici değeri artırılmış doğal yeni bir dondurma çeşidi üretilmiş ve insanların beğenisine sunulmuştur.

Bana bu konuyu araştırma fırsatı veren, her türlü yardım ve desteğini esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Zafer ALPKENT'e (Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi), çalışmayı materyalle destekleyen ÖZTAÇ A. Ş. ve Kimtek LİD. Şİİ yetkililerine, çalışma sırasında tavsiyelerini esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Mustafa KARHAN'a, bulguları yorumlanmada yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. M. Ziya FIRAT ve M. Kemal USLU'ya, ayrıca çalışmamda desteklerini esirgemeyen Muammer DEMİR, Hilal ŞAHİN, Nedim TEİİK, İrfan TURHAN, Adem DÖNMEZ ve Mesut ŞAHAN'a, araştırmayı maddi olarak destekleyen Akdeniz Üniversitesi Araştırma Fonu yetkili ve çalışanlarına ve her zaman beni destekleyen ve yardımcı olan nişanlım Güleser ERECEK'e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI	8
3. MATERYAL ve METOT	26
3.1. Materyal	26
3.2. Metot	27
3.2.1. Denemenin kurulması	27
3.2.2. Dondurmaların yapılması	29
3.2.2.1. Dondurma üretimi için gerekli hammaddelerin belirlenmesi ve miks formülasyonunun hesaplanması	29
3.2.2.2. Karışımın hazırlanması	30
3.2.2.3. Karışımın soğutulması ve pekmez ilavesi	31
3.2.2.4. Miksin olgunlaştırılması, dondurulması ve paketlenmesi	31
3.2.2.5. Dondurmanın sertleştirilmesi ve depolanması	31
3.2.3. Dondurma miksinde giren maddelerin analizleri	32
3.2.3.1. Sütte yapılan analizler	32
3.2.3.2. Süt tozunda yapılan analizler	32
3.2.3.3. Tereyağında yapılan analizler	33
3.2.3.4. Sakkarozda yapılan analizler	33
3.2.3.5. Stabilizatörlerde yapılan analizler	33
3.2.3.6. Pekmezde yapılan analizler	33
3.2.4. Dondurma miksinde yapılan analizler	34
3.2.5. Dondurmalarda yapılan analizler	34
3.2.6. Duyusal değerlendirme	36
3.2.7. İstatistiksel metot	36
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	37
4.1. Dondurma Mikslerinin Viskozite Değerleri	37
4.2. Dondurmaların Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları	38

4.2.1. pH değerleri	38
4.2.2. Kurumadde miktarları	40
4.2.3. Yağ miktarları	41
4.2.4. Protein miktarları	42
4.2.5. Hacim artışı (over-run) değerleri	43
4.2.6. Tekstür değerleri	46
4.2.7. Duyusal değerlendirme	49
5.SONUÇ	51
6.KAYNAKLAR	52
7.EKLER	72
8.ÖZGEÇMİŞ	73

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

β : Beta
cm: Santimetre
cP: Santipoiz
kcal: Kilo kalori
g: Gram
t: İota
kg: Kilogram
 κ : Kapa
 γ : Lambda
m: Metre
mg: Miligram
mm: Milimetre
 μ g: Mikrogram
n: Akış indeksi
N: Newton
Pa: Paskal
s: Saniye
dk: Dakika
 ∞ : Sonsuz
 α : Alfa
°C: Santigrat Derece

Kısaltmalar

AA: Amino Asit
CMC: Karboksimetil selüloz
FDA: Food and Drug Administration (Gıda ve İlaç Dairesi)
GMP: Üretimde En İyi Özelliği Sağlayabilen Miktar
GRAS: Genel Olarak Güvenilir Olduğu Kabul Edilen
GG: Guar Gamı
LBG: Keçiboynuzu Gamı
IU: International Unit (Uluslararası Birim)
SSA: Susuz Sitrik Asit

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1.	Dondurma ve bazı tatlıların bileşim bakımından karşılaştırılması	3
Çizelge 1.2.	Keçiboynuzu pekmezinin bazı bileşim öğeleri	7
Çizelge 2.1.	Bazı gam maddelerinin bileşenleri	10
Çizelge 2.2.	Hidrokolloidlerin işlevleri	13
Çizelge 3.1.	Dondurma mikslерinin hazırlanmasında kullanılan pekmezin bazı nitelikleri	26
Çizelge 3.2.	Dondurma mikslерinin hazırlanmasında kullanılan maddelerin bazı nitelikleri	27
Çizelge 3.3.	Araştırmada uygulanacak deneme planı	28
Çizelge 3.4.	Farklı formülasyonlarda üretilen dondurmaların mikslерini oluşturan stabilizatör miktarları	30
Çizelge 4.1.	Dondurma mikslерinin ortalama viskozite değerleri	37
Çizelge 4.2.	Keçiboynuzu pekmezli dondurmaların ortalama bileşim değerleri	39
Çizelge 4.3.	Keçiboynuzu pekmezli dondurmaların pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları	40
Çizelge 4.4.	Keçiboynuzu pekmezli dondurmaların kurumadde değerlerine ait varyans analiz sonuçları	41
Çizelge 4.5.	Keçiboynuzu pekmezli dondurmaların yağ değerlerine ait varyans analiz sonuçları	42
Çizelge 4.6.	Keçiboynuzu pekmezli dondurmaların protein değerlerine ait varyans analiz sonuçları	43
Çizelge 4.7.	Keçiboynuzu pekmezli dondurmaların hacim artışı değerlerine ait varyans analiz sonuçları	44
Çizelge 4.8.	Keçiboynuzu pekmezli dondurmaların hacim artışı değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	45
Çizelge 4.9.	Keçiboynuzu pekmezli dondurmaların ortalama sertlik değerleri	46
Çizelge 4.10.	Keçiboynuzu pekmezli dondurmaların tekstür değerlerine ait varyans analiz sonuçları	48
Çizelge 4.11.	Keçiboynuzu pekmezli dondurmaların tekstür değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	49
Çizelge 4.12.	Keçiboynuzu pekmezli dondurmaların duysal analiz sonuçları	50

1.GİRİŞ

Süt, canlının gelişebilmesi ve yaşamını devam ettirebilmesi için gerekli olan besin maddelerinden protein, yağ, karbonhidrat, vitamin ve mineral maddeleri yeterli ve dengeli düzeylerde içeren ideal bir gıda maddesidir. Her yaştaki insanlar için mükemmel bir besin maddesi olan süt, özellikle gelişme çağındaki çocuklar, gençler, hamile kadınlar ve bebek emziren annelerin beslenmesinde daha büyük önem taşımaktadır (Demir 2001).

Sütün vücutta en iyi değerlendirilme şekli içme sütü olarak doğrudan doğruya tüketilmesidir. Ancak hacimli olması, naklinin zor olması ve çabuk bozulması gibi nedenler, sütün daha dayanıklı ürünlere işlenmesini zorunlu hale getirmektedir. Bu dayanıklı süt ürünleri içerisinde son yıllarda Dünya'da ve Türkiye'de önemli gelişmeler gösteren dondurma dikkat çekmektedir (Demir 2001).

Dondurma, bileşimce zenginleştirilmiş sütün veya süt mamullerinin, tatlandırıcı maddeler, stabilizatör ve / veya emülsifiyerlerle aroma maddelerinin birbirine karıştırılması ve dondurulması suretiyle elde edilen bir süt ürünüdür (Saldamlı ve Temiz 1988). T.S. 4265 Dondurma Standardında ise dondurma şu şekilde tanımlanmaktadır: "Dondurma, süt ve / veya uygun diğer süt ürünleri, içme suyu, beyaz şeker ve / veya katkı maddelerinin belirli oranlarda karıştırılması, istendiğinde salep, yumurta ve / veya çeşni maddeleri ilavesi ve pastörize edilmesinden sonra tekniğine uygun olarak hazırlanan külah veya diğer uygun ambalajlar ve kaplara konan ve gerektiğinde üzerine ve / veya içine çeşitli şekillerde çeşni maddeleri ilave edilen mamuldür" (Anonim 1992). Bu tanımlamaya göre; dondurma yapımında esas olarak süt ve ürünleri kullanılmakla birlikte, bunların dışında süt yağı yerine bitkisel yağlardan, süt ve mamulleri yerine de su, şeker ve meyve konsantratından yararlanılmaktadır.

Dondurmanın ilk olarak nerede ve ne zaman yapıldığı bilinmemekle birlikte 3000 yıl kadar önce Çinlilerin kar ile meyve suyunu karıştırarak buzlu bir tatlı yaptıkları Lampert (1975) tarafından bildirilmiştir. Aynı araştırmacı, ilk dondurma

formulasyonunun 1769 yılında Elizabeth Raffield tarafından oluşturulduğunu ve ticari olarak dondurma üretimine ise 1851 yılında Baltimor'da Jakob Fussel tarafından geçildiğini bildirmiştir. Türkiye'de ise ilk ticari dondurma üretimi 1952 yılında yapılmıştır (Akyüz ve Andiç 1992).

Sütün 3-4 katı ve genellikle %31-43 arasında kuru madde içeren dondurma, besin değerinin üstünlüğü ve sindiriminin kolaylığı yanında, herkesçe sevilen tat ve aroması, kendine özgü yapısı, ferahlatıcı niteliği ile geçmişten günümüze kadar insanların ilgisini çekmiştir (Demirci ve Şimşek 1997). Dondurmaların bileşimi, tüketici istekleri ve bölgelere göre farklılıklar göstermekle birlikte genellikle %12 yağ, %11 yağsız süt kuru maddesi, %15 şeker ve %0.3 stabilizatör-emülsifiyer madde içermektedir. Dondurma süte göre çok daha besleyici bir gıda maddesidir. Çünkü sütün içinde bulunan süt yağı, protein, süt şekeri ve mineral maddeler dondurmada daha konsantre bir şekilde bulunmaktadır. Ayrıca yapımı sırasında katılan süt esaslı maddeler, meyveler, kuruyemişler, yumurta ve şeker gibi maddeler, dondurmanın besleyici özelliğini daha da artırmaktadır (Şimşek 1997).

Normal bileşimli bir dondurmanın toplam kuru maddesinin yaklaşık yarısını şekerler oluşturmaktadır. Bu bakımdan dondurma, özellikle büyümekte olan çocuklar ve kilo almaya ihtiyacı olan kişilere tavsiye edilmektedir. Yapısındaki süt proteinlerinin biyolojik değerlerinin yüksek olması, yani esansiyel amino asitleri yeterli ve dengeli biçimde içermesi nedeniyle dondurma iyi bir protein kaynağıdır. Süt yağı dondurmanın diğer önemli bir bileşeni olup, dondurmanın kalitesini etkileyen, onun erime eğilimini azaltan, aroması, kıvamı, yapısı, dayanıklılığı ve daha birçok niteliklerinde olumlu etkisi olan ögesidir (Demirci ve Şimşek 1997, Üçüncü 1996). Bunun yanında dondurma A, D, E, K, B₂, B₆, B₁₂ ve C vitaminleri ile Ca, P, Mg, Na, K, Cu, Co, I, Mn, Zn gibi mineral maddeleri içermektedir (Demirci ve Şimşek 1997, Şimşek 1997).

Dondurma sofralarımızdan eksik etmediğimiz birçok tatlı çeşidinden daha az kalori içermektedir. Özellikle Türk mutfağında önemli bir yeri bulunan tatlılarla karşılaştırıldığında (Çizelge 1.1) enerji değerinin düşüklüğü dikkat çekmektedir. Bu sebeple diyet yapanlar için diğer tatlılara iyi bir alternatiftir. Çizelgeden de görüldüğü

gibi, içerdığı yağ, protein, karbonhidrat gibi bileşenleriyle dondurma, sağlıklı koşullarda üretildiği, korunduğu, nakledildiği ve satışa arz edildiği takdirde sadece yaz aylarında değil, yılın her mevsiminde çekinmeden yenebilecek değerli bir gıda maddesidir (Şimşek 1997).

Çizelge 1.1. Dondurma ve bazı tatlıların bileşim bakımından karşılaştırılması (Şimşek 1997)

Bileşenler	Meyveli Dondurma (150 g)	Çikolata (150 g)	Baklava (150 g)	Profiterol (150 g)	Krem Karamel (150 g)	Keşkül (150 g)
Yağ (g)	11	52.5	19	15	7	4.5
K.hidrat (g)	50	87	60	58	36	45.5
Protein (g)	7.2	7.5	4	2.6	9.5	4.5
Kalori (kkal)	328	575	427	374	245	241

Günümüzde, dünya genelinde hemen hemen her ülkede dondurma üretilmekte, ancak üretim miktarları büyük farklılıklar göstermektedir. Kişi başına dondurma tüketiminin en yüksek olduğu ülkeler, yine kişi başına yıllık gelirin en yüksek olduğu ülkelerdir. Sıcaklığın tersine, Kuzey Avrupa ülkelerindeki dondurma tüketimi Güney Avrupa ülkelerine göre daha fazladır. Dolayısıyla sıcak iklimin dondurma tüketimi üzerine etkili tek faktör olmadığı görülmektedir. Bunun yanında her ülkede gelir seviyesi ve coğrafik durumlardan bağımsız olarak, yaz aylarında dondurmanın tüketimi artmakta, kış aylarında ise azalmaktadır. Ancak, dondurma tüketiminin yüksek olduğu ülkelerde, yaz ve kış ayları arasındaki farklılık daha azdır. Yani bu ülkelerdeki dondurma tüketimi yıl içinde daha dengeli ve yakın bir dağılım göstermektedir (Doxanakis 1997).

Ülkemizde de gıda teknolojisinin en hızlı gelişen ve önem kazanan dallarından birisi dondurmacılıktır. Özellikle son yıllarda bu sektörde büyük atılımlar yapılmasına karşın, gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığında ülkemizdeki dondurma üretimi ve tüketiminin arzu edilen seviyeye ulaşmadığı görülmektedir. Türkiye’de birkaç işletme dışında dondurma üretiminin büyük bir kısmı halen sağlıksız koşullarda, hala geleneksel usullerle ve ilkel araçlarla yapılmaktadır. Hâlbuki dondurmacılık çok hassas ve bilgili çalışmayı, modern araçlar ve gereçler kullanmayı, standart metotlar uygulamayı zorunlu kılan bir endüstri koludur.

Toplumun her kesiminden ve her yaştan tüketicilere hitap etmesi dondurmanın önemini artırmaktadır. Örneğin fazla kalori almaktan kaçınan, kalp, dolaşım hastası veya şeker hastası olan kişiler için özel olarak hazırlanan diyetetik veya diabetik dondurmalar üretilmektedir. Bunun yanında meyveli, çikolatalı, kuruyemişli ve sade çeşitlerde; sadece su, şeker, meyve ya da meyve aroması ile kilo almak isteyenler için yağ oranı %16'ya toplam kuru maddesi de %40'a yükseltilmiş çok değişik tat ve yapıda dondurmalar üretilmektedir. Gelişmiş ülkelerde insanların ihtiyaçları göz önüne alınarak dondurma çeşitlerini artırmaya yönelik çalışmalara ağırlık verilmiş ve bu şekilde dondurma üretiminin ve tüketiminin artması sağlanmıştır (Demir 2001).

Teknolojik gelişmelere paralel olarak, gıda endüstrisinde de farklı üretim tekniklerinin uygulanması ile yüksek kalitede ve daha dayanıklı yeni ürün çeşitlerinin üretimi mümkün hale gelmiştir. Kalite kriterleri yüksek ve geniş bir tüketici kitlesine ulaşan bu yeni ürünlerin geliştirilmesinde, hazırlanmasında, üretim prosesinin uygulanmasında ve raf ömrünün uzatılmasında ise gıda katkı maddelerinden geniş ölçüde yararlanılmaktadır. Özellikle son yirmi yılda, işlenmiş gıdaların üretiminde, ürünün yapısal bütünlüğünün korunması, diğer bir ifadeyle belirtilen raf ömrünün uzatılması, ürünün, yapı, görünüm, kıvam gibi kalite özelliklerinin korunarak tüketiciye sunulabilmesi için, stabilizatör grubu gıda katkı maddelerinden yaygın olarak yararlanılmaktadır. İşlenmiş gıdaların sektördeki başarısında kullanılan bu maddelerin anahtar rol oynadığı, hatta bazı ürünlerde kalite için vazgeçilmez bir unsur olduğu söylenebilmektedir (Demir 2001).

Gıdaların fizikokimyasal yapılarını koruyan, geliştiren ve stabiliteyi artıran, yüksek molekül ağırlığına sahip polisakkaritlerden oluşmuş hidrokoloidler, sulu çözeltilerde çözünen veya dağılmış halde bulunan biyopolimerlerdir (Garti 1999). Gıda, ilaç, kozmetik, kâğıt ve tekstil sanayi gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılan bu bileşikler, gıda teknolojisinde 'stabilizatörler' olarak da adlandırılmaktadır. Frandsen ve Markham (1916) yılında stabilizatör kelimesini bağlayıcılar, kolloidler, tutucular veya katkı maddesi anlamında tanımlamışlardır. Burada 'gam' (gum) sözcüğü, genellikle bitkisel veya mikrobiyal polisakkaritleri ve bunların türevlerini ifade eden bir terim olup, hidrofilik yapılarından dolayı "hidrokoloidler" grubunda yer almaktadır.

Hidrokolloid terimi ise, bitkisel veya mikrobiyal polisakkaritlerin yanı sıra hayvansal ve sentetik orijinli polimer bileşikleri de içine alan daha geniş bir grubu ifade eden teknik bir terimdir (Alexander 1999a, Şahin 2003).

Özellikle yapı geliştirici yetenekleriyle dikkat çeken hidrokolloidler, endüstriyel uygulamalarda, genellikle de gıda endüstrisinde, farklı işlevleri gerçekleştirmek amacıyla kullanılan, fonksiyonel bileşiklerdir. Birleştirme, bağlama, kıvam artırma, jel oluşturma, emülsiyon stabilitesi sağlama, kristalleşmeyi, faz ayrılmasını ve sineresisi engelleme, kapsülleme, kaplama, film oluşturma ve yapıyı düzeltme, hidrokolloidlerin kullanıldıkları ürünlerde sergiledikleri başlıca işlevler olarak sıralanmaktadır (Dziezak 1991, Glicksman 1991).

Gıdaların üretiminde, karragenanlar, alginatlar, arabik gam, kitre zamkı, guar gam, keçiboynuzu gamı, pektin, hemiselüloz, ksantan gam, jellan, pullulan, karboksimetil selüloz, metil selüloz ve nişastalar geniş ölçüde kullanım alanına sahiptir (Torres vd 2000) Belirtilen bu bileşikler gıda endüstrisinde; dondurmalarda, fırın ürünleri, süt ürünleri, pastacılık ürünleri, meyveli ve alkolsüz içecekler, damla sakızları, dondurulmuş gıdalar, diyet gıdalar ve çeşitli soslar gibi geniş bir ürün yelpazesinde farklı işlevleri gerçekleştirmek üzere kullanılmaktadır (Dziezak 1991).

Keçiboynuzu, Leguminosae familyasında Ceratonia genusuna ait bir bitkidir. Tropikal ve subtropikal bölgelerin önemli bitkilerinden olan legumeler 650 genus ve 18000 türü ile çiçeklenmiş bitkilerin en büyük ailelerinden birisi olup, ekoloji ve morfolojide geniş bir alana sahiptir (Turhan 2004).

Keçiboynuzu ağacı 10 m uzunluğunda geniş enli, koyu renkli ve dayanıklı dalları olan bir bitkidir. Yaprakları sapının her iki tarafında ve 10-20 cm uzunluğunda olup 3-7 cm arasında karşılıklı çiftler olarak ortalama 4-10 adet yaprakçığa sahiptir (Battle ve Tous 1997, Reid ve Edwards 1995) Keçiboynuzu meyvesi ise uzun bir bakla şeklinde olup, meyvenin eni 16-31 mm, boyu 80-190 mm, kalınlığı 7-16 mm arasında değişmekte; meyve ağırlığı 13.5-26.4 g, çekirdek ağırlığı 0.85-2.15 g, çekirdek sayısı 61-112 adet/10 meyve ve çekirdek oranı %8-18 arasındadır (Karkacıer 1994).

Keçiboynuzu meyvesi tüketim olgunluğuna ulaştığında %91-92 toplam kuru madde ve %62-67 toplam çözüner kuru madde içermekte ve çözüner kuru maddenin önemli bir bölümünü ise sakaroz (%34-42), fruktoz (%10-12) ve glukoz (%7-10) oluşturmaktadır. Ham selüloz ve toplam mineral madde miktarı sırasıyla %4.6-6.2 ve %2.23-2.42 arasında değişmekte ve mineral maddeler içinde potasyum en yüksek düzeyde bulunmaktadır (Karkacıer ve Artık 1995).

Tüm dünyada gelişen toplum bilincine paralel olarak, insan beslenmesinde doğal ve mümkün olduğu kadar az işlem görmüş gıdaların tüketimine yönelik bir eğilim giderek artmaktadır. Ülkemizde doğal olarak yetişen birçok ürün gibi keçiboynuzu da gübreleme ve ilaçlama yapılmadığı için ekolojik bir gıda olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca bu meyvenin son derece zengin mineral madde ve diyet lifi kompozisyonuna sahip olması da beslenme açısından zenginliğini ortaya koymaktadır (Karkacıer ve Artık 1995).

Keçiboynuzu fiyatının yüksek olmaması ve yüksek miktarda şeker içermesi nedeniyle Akdeniz ülkelerinde yaygın bir şekilde pekmez ve alkollü içki üretiminde kullanılmakta (Merwin 1981) ve kalan posa da hayvan rasyonlarına katılmaktadır (Louca ve Papas 1973, Yurdagel ve Teke 1985, Sahle vd 1992).

Ekşi ve Artık (1986) tarafından ikisi laboratuvar ölçęinde hazırlanan ve diğeri ticari olarak satılan üç ayrı keçiboynuzu pekmezi örneğinin kimyasal bileşimi belirlenmiş ve Çizelge 1.2'de verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi keçiboynuzu pekmezinde önemli düzeyde şeker bulunmaktadır.

Dondurmanın lezzeti, kalitesi, yapısı ve maliyeti büyük ölçüde mikse girecek hammaddelerin doğru seçilmesine ve kullanılmasına bağlıdır. Bu bakımdan miksi oluşturan hammaddelerin doğru olarak hesaplanması ayrı bir önem taşımaktadır. Ayrıca miksin usulüne uygun ve dikkatle hazırlanması, standartlara uygun ürün işlenebilmesi yönünden de önem taşımaktadır (Gürsel ve Karacabey 1998). Dondurma üretiminde yaygın olarak kullanılan stabilizatörler; sodyum karboksimetil selüloz, locust bean gam

(keçiyoynuzu gamı), sodyum aljinat, propilen glikol aljinat, karragenan ve guar gamdır (Uzomah ve Ahiligwo 1999). Bu çalışmada, dondurma üretiminde sentetik maddeler yerine doğal stabilizatörlerden ksantan, karragenan ve keçiyoynuzu gamlarının tek başlarına veya birlikte kullanımı ve farklı düzeylerde kullanılan bu stabilizatörlerin özellikle dondurmaların yapıları üzerine olan etkileri incelenmiştir. Bunun yanında, mikslere keçiyoynuzu pekmezi katılarak, besin değeri yüksek yeni bir dondurma çeşidi üretilmiş, böylece topluma değişik tat ve aromada yeni bir çeşit ürün seçme imkânı sunulmuştur.

Çizelge 1.2. Keçiyoynuzu pekmezinin bazı bileşim öğeleri (Ekşi ve Artık 1986)

Bileşim Öğesi (%)	Ticari pekmez	Deneme Pekmez ^a	Deneme Pekmez ^b
Çözünür kuru madde	79.4	76.1	68.5
Toplam şeker	70.1	70.2	62.3
İndirgen şeker	23.4	19.6	15.7
Sakaroz	46.7	50.6	45.6
Toplam asit (SSA)	1.21	0.51	0.38
PH	5.30	5.40	5.70
Protein (N*6.25)	2.30	1.90	1.90
Toplam kül	1.57	1.98	1.91

^a Çekirdekli meyvenin maserasyon ekstraktından elde edilmiştir.

^b Çekirdeksiz meyvenin maserasyon ekstraktından elde edilmiştir.

2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI

Sade ve diğer dondurma çeşitleriyle ilgili Türkçe ve yabancı kaynaklı çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Türkiye’de yapılan çalışmaların çoğu dondurma üretim teknolojisi, dondurmaların hijyenik kaliteleri ya da piyasada satılan dondurmaların fiziksel ve kimyasal niteliklerinin belirlenmesine yönelik çalışmalardır. Dondurma üretiminde kullanılan stabilizatörler ve bunların karışımlarının kullanılmasıyla ilgili çok sayıda yabancı çalışma bulunmaktadır. Bu bölümde, düzenli bir literatür bilgisi sunumu yapmak üzere; dondurmanın bileşimi, dondurma yapımında kullanılan stabilizatörler, karragenan, ksantan ve keçiyoynuzu gamı ile ilgili bilgiler, ayrıca keçiyoynuzu meyvesi ve pekmezi hakkında elde edilen çalışmalar ayrı ayrı verilmiştir.

Ankara’da satışa sunulan dondurmaların üretimi ve genel özellikleri üzerinde araştırma yapan Öztürk (1969), piyasadaki sağladığı 50 örneği duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik yönden incelemiştir. Analizler sonucunda kuru madde oranlarının; sade dondurmalarda %27.84-33.77 arasında değişip ortalama %31.63 olduğu, meyveli dondurmalarda %20.74-35.50 arasında değiştiiği ve ortalama %28.30 düzeyinde bulunduğu belirlenmiştir. Dondurmanın yapısındaki maddelerin geniş sınırlarda değişim gösterdiğini ifade eden araştırmacı, sade dondurmalarda ortalama olarak; proteini %3.54, süt yağını %3.55, kül miktarını %0.78, invert şeker miktarını %2.70, sakkaroz miktarını %19.97 ve toplam şeker miktarını ise %22.62 olarak belirlemiştir. Meyveli dondurmalarda ise ortalama protein miktarı %0.48, kül miktarı %0.33, invert şeker miktarı %2.23, sakkaroz miktarı %24.91, toplam şeker miktarı %27.09 olarak bulunmuştur.

İnek, keçi ve koyun sütlerinden üretilen dondurmaların fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerinin saptanması üzerinde araştırma yapan Konar ve Akın (1992), analizler sonucunda ortalama olarak inek, keçi ve koyun sütünden yapılan dondurmalarda sırasıyla, pH değerlerini 6.37, 6.38 ve 6.34; süt yağını %3.20, 3.35 ve 7.95; toplam şekerini %22.26, 22.09 ve 22.70; proteini %3.21, 3.38 ve 5.40; toplam kuru maddeyi %30.45, 30.50 ve 37.20; hacim artışlarını ise %30, %30 ve %18 olarak belirlemiştir.

Keçeli vd (1997), keçi sütünden yapılan dondurmalarda sahlep ve bazı alternatif stabilizatörlerin dondurmaların kaliteleri üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Buna göre kullanılan stabilizatörün tipine bağlı olarak dondurma miksini özellikleri de değişmiştir. En yüksek over-run (hacim artışı) değerleri sırasıyla %36.1 ve 35.8 ile keçiyoynuzu çekirdeği gamı ve sahleple yapılan dondurmalarda bulunmuştur. Hiç stabilizatör katılmadan yapılan kontrol dondurmasında ise bu değer %27.3 olarak hesaplanmıştır. Yine farklı stabilizatörlerle üretilen dondurma mikslerinin viskoziteleri ölçülmüş ve birbirlerinden çok farklı değerler bulunmuştur. Viskozite ölçümü, 50 ml'lik, 4.0 mm çapındaki bir bürete doldurulan miksini 0 ml'den 50 ml değerine ulaşmaya kadar geçen süre olarak belirlenmiş ve en yüksek değerler CMC ve sahlep için sırasıyla 540 ve 303.5 saniye olarak bulunmuştur. Tekstürün ölçümü için penetrometre kullanılmış ve ölçümler 95.5 g'lık özel uç kullanılarak yapılmıştır. Penetrometrede kaydedilen en yumuşak tekstür jelatin, CMC ve sahlepte 15 s sonunda sırasıyla 4.05, 3.42 ve 3.04 mm olarak belirlenmiştir. Diğer örneklerle nazaran keçiyoynuzu çekirdeği gamı ile yapılan dondurmaların daha sert yapıda olduğu tespit edilmiştir (1.96 mm). Aynı zamanda çalışmada, dondurmalarındaki ilk eriyen damlaların düşme süreleri de kaydedilmiş; keçiyoynuzu zankı, jelatin ve sahlep katılarak üretilen dondurmalarındaki ilk erime zamanı sırasıyla 11.3, 10.7 ve 10.5 dakika olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, dondurmaların tamamen erimeleri için geçen süre, keçiyoynuzu gamı, sahlep ve arap gamı katılarak üretilen dondurmalarda sırasıyla 76.2, 53.7 ve 53.5 dakika olarak tespit edilmiştir.

Marshall ve Arbuckle (1996) ekonomik bir dondurmanın bileşimini %10 süt yağı, %10-11 yağsız kurumadde, %15 tatlandırıcı, %0.3 stabilizatör ve emülgatörden oluşmak üzere %35-37 toplam katı madde olarak vermişlerdir.

Hidrokolloidler ve dondurma yapımında kullanılan stabilizatörler

Gıda katkı maddeleri, hammaddedeki değişkenliklerin etkisini azaltmak, üretim proseslerinin kolaylıkla uygulanmasını sağlamak, son ürüne çekicilik kazandırıp tüketici beğenisini artırmak, bozulmayı geciktirerek veya önleyerek ürünün raf ömrünü artırmak, ayrıca raf ömrü süresince ürünün yapısal bütünlüğünü korumak gibi çeşitli amaçlarla pek çok gıdada yaygın olarak kullanılmaktadır. Gıda sanayinde sıklıkla

kullanılan gıda katkı maddeleri gruplarından biri de, gıdalarda tekstürel özelliklerin geliştirilmesinde yararlanılan hidrokolloidlerdir (Kaur vd 2000).

Hidrokolloidler, gıda sistemlerinde diğer gıda bileşenleriyle etkileşime girerek, yağların emülsiyon sistemlerde tutunmasını ve süt protein misellerinin stabilize edilmesini sağlar, ayrıca gluten gibi bazı proteinlerin mevcut özelliklerini etkiler (Şahin 2003)

Gıdalarda kullanılan hidrokolloidler çoğunlukla, suda çözünen veya dispers olan, yüksek molekül ağırlığına sahip polisakkaritlerdir ve gıda endüstrisinde mikroyapı, tekstür, lezzet ve raf ömrü gibi unsurların kontrolünde fonksiyonel katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Dickinson 2003). Ana zincir yapıları hidrofilik şeker birimlerinden oluşan bu bileşikler, yapılarında polisakkaritlerden başka, Ca, Mg, ve K gibi elementler ile şeker asitleri (galakturonik asit ve glukonik asit) ve şeker alkolleri (poliol, polihidroksi asetol) bulundurmaktadır. Bazı hidrokolloidlerin (gamların) yapılarında protein fraksiyonuna da rastlanmaktadır. Yapılarındaki şeker birimlerinin bağlanma durumları, farklı tip hidrokolloidlerin meydana gelmesinde rol oynamaktadır (Garti 1999, Güven ve Hayaloğlu 2001). Çizelge 2.1.'de bazı gamların ortalama bileşimi verilmiştir.

Çizelge 2.1. Bazı gam maddelerinin bileşenleri (Şahin 2003)

Gam maddesi	Bileşenler (%)				
	Protein	Kül	Çözünür diyet lif	Diğer ^a	Sodyum (mg / 100g)
Agar	< 1	6.5	85.0	8.5	< 10
Akasya (Arabik)	2-3	3.8	85.0	9.3	35
Karragenan	<1	35.0	60.0	5.0	3000
Guar	3-6	1.5	85.0	99	250
Keçiboynuzu	6.0	1.2	80.0	12.8	< 10
Tragacanth (Kitre)	2.5	3.0	80.0	14.5	10
Ksantan	0-2	10.0	85.0	5.0	5000

^aÇoğunluğu nem

Genellikle herhangi bir tat ve kokuya sahip olmayan hidrokolloidler, önerilen oranlarda ve koşullarda kullanıldığında sağlık açısından bir problem oluşturmazlar

(Gönç ve Gahun 1980) Amerika Birleşik Devletleri'nde FDA (Food and Drug Administration) tarafından hidrokolloidler, GRAS (Genel olarak güvenilir olduğu kabul edilen) listesinde bulunan gıda katkı maddeleri olarak sınıflandırılmıştır (Dziezak 1991). Ülkemizde de Türk Gıda Kodeksi'nde hidrokolloidler genellikle GRAS listesinde bulunmakta ve bu bileşiklerin GMP (üretimde istenilen özelliği sağlayabilen minimum miktar) değerlerinde kullanılabilceği belirtilmektedir.

Yapılarında bulunan hidrolitik şeker grupları, negatif yüklü gruplar ve polielektrolitler nedeniyle hidrokolloidler, su, iyon grupları, protein ve yağ gibi diğer polimer bileşikler ile etkileşim içerisinde. Hidrokolloidlerin tamamı su ile etkileşime girerek, suyun difüzyonunu azaltmakta ve konumunu stabilize etmektedir. Bu polimerler suyu bağlayarak, gıda sistemlerinin yapısal ve işleme özelliklerini etkilemekte, sineresisi engellemekte, dolayısıyla önemli bir ekonomik yarar sağlamaktadırlar (Şahin 2003).

Su bağlama kapasitesi yüksek olan hidrokolloidler, gıdalarda özellikle kıvam artırıcı olarak kullanılmaktadır. Viskozitenin artırılmasıyla gıda sistemlerinde, çökme, faz ayrılması, köpük yığılması ve kristalizasyon gibi istenmeyen oluşumlar kontrol altına alınmakta, böylece mevcut yapı korunmaktadır. Hidrokolloidlerin viskoziteyi artırıcı özelliği, kimyasal yapı, konsantrasyon, sıcaklık, akış hızı ve ortamda bulunan diğer bileşenler gibi faktörlerden etkilenmektedir. Hidrokolloidlerin bazıları (guar gam, keçiboynuzu gamı gibi) nötral bir yapıya sahipken, bazılarının yapılarında (karboksimetil selüloz, karragenanlar gibi) karboksil veya sülfat grupları gibi negatif yüklü gruplar bulunmaktadır. Bu tür hidrokolloidler, gıda sistemlerinde, özellikle metal iyonları ve proteinler gibi yüklü bileşenler içeren sistemlerde, nötral hidrokolloidlerden daha farklı etkileşimler içine girmekte, böylece daha viskoz bir yapı oluşumu sağlamaktadırlar. Negatif yüklü hidrokolloidlerin, karşıt iyon yüklü ortamlarda da yapıları değişmektedir. Yüksek asitli ortamlarda bu tip bileşiklerin negatif yükleri kaybolmakta ve daha az uzayan bir molekül yapısı oluşmaktadır. Bu durumda hidrokolloidin sahip olduğu viskozite azalmaktadır. Ayrıca bazı hidrokolloidlerin, gıdalarda kombine halde kullanılması sinerjist etki oluşturmaktadır. Dolayısıyla her

hidrokolloidin gıdalarda viskoziteyi artırma derecesi, sahip olduğu kimyasal yapısına ve kullanıldığı ortama göre değişmektedir (Gencer 1989, Alexander 1999a, Şahin 2003).

Jelleştirici katkı maddeleri olarak, gıdalarda, yaygın olarak kullanılan hidrokolloidler, su içerisinde yavaş yavaş hidratlaşarak, başlangıçta kendine gerekli olan suyu tutmakta ve daha sonra da molekül içi ve moleküller arası boşluklarda üç boyutlu bir ağ oluşturarak kalan suyun değişkenliğini stabil hale getirip, gıda maddesinin bünyesinde ağimsi bir yapı oluşturmaktadır. Hidrokolloidlerin tamamı jel oluşturamaz, fakat bazı hidrokolloidlerin karışım halinde kullanımıyla, tek başlarına jelleşme özelliği gösteremeyen hidrokolloidler de jelimsi yapı oluşturabilmektedir (Şahin 2003).

Hidrokolloidlerin işlevleri, sadece kıvam verme ve jelleşme ile sınırlı değildir. Çizelge 2.2'de hidrokolloidlerin bazı ürünlerde gerçekleştirdikleri işlevleri hakkında detaylı bilgiler verilmiştir (Glicksman 1991, Şahin 2003).

Yüksek sıcaklıklarda ürüne psödoplastik akış karakteri kazandırarak, karıştırma işleminin durma noktasını belirleyen hidrokolloidler, takibinde soğuma ile ürüne kıvam vererek ürünün işlenebilirliğini kolaylaştırır. (Şahin 2003).

Hidrokolloidler, proteinlerle etkileşime girerek, özellikle işlenmiş gıda ürünlerinin hazırlanmasını kolaylaştırır. Bu tip ürünlerde protein-polisakkarit etkileşimleri, ürünün tekstürel ve mekaniksel işlenebilirlik özellikleri üzerinde önemli rol oynamaktadır. Proteinlerin, çözünürlük, yüzey aktiflik, konformasyonel stabilite, jel oluşturma, emülsifiye etme gibi özellikleri, polisakkaritlerle birlikte gösterdikleri etkileşimler ile değişmektedir. Dolayısıyla yapı oluşumunda etkili olan elektrostatik kuvvetlerin değişmesiyle, ürünlerde tekstürel olarak istenilen özelliklerin sağlanması kolaylaşmaktadır (DeMars ve Ziegler 2001, Ramirez vd 2002).

Hidrokolloidlerin çok düşük oranlarda kullanılarak (genellikle %2'den daha az) gıdalarda istenilen ürün özelliklerini sağlayabilmeleri bu bileşiklerin ticari önemini

artırmıştır. Hidrokolloidler, gıdalarda çok çeşitli işlevleri gerçekleştirir. Suda çözülebilme özellikleri sayesinde gıdalara, tüketimleri esnasında ağızda dolgunluk hissi oluşturma özelliği vermekte ve gıdaların dökülebilirlik özelliklerini etkilemektedir. Bununla birlikte gıdalarda su tutunmasına yardımcı olan hidrokolloidler, ürüne elastikiyet kazandırmakta ve ürünün donma çözünme stabilitesini artırmaktadır (Şahin 2003).

Çizelge 2.2. Hidrokolloidlerin işlevleri (Glicksman 1991, Şahin 2003)

Fonksiyonu	Uygulama Alanları
Yapıştırıcı	Şekerli macun kaplamaları, krema kaplaması, baharatlı cipsler
Bağlayıcı ajan	Hayvan mamaları, sosisler, kozmetik ürünleri
Kütle verici madde	Diyet içecekler, sakızlar, elastik şekerlemeler
Kristalleşmeyi önleyici	Dondurma, şeker şurupları, dondurulmuş gıdalar, şekerlemeler
Berraklaştırıcı ajan	Bira, şarap
Bulanıklaştırıcı ajan	Meyveli ve alkolsüz içecekler
Kaplayıcı ajan	Şekerli ürünler, cipsler
Emülsifiye edici	Salata sosları, kek karışımları
Kapsülleyici ajan	Lezzet tabletleri, sprey kurutulmuş lezzetlendiriciler
Yağ taklit ve ikame edici	Fırın ürünleri, yağı azaltılmış süt ürünleri, salata sosları
Kayganlaştırıcı ajan	Şekillendirilmiş ürünler, kurabiyeler, kekler, tabletler
Yağ bariyeri	Kızartılmış gıdalar
Çözünür lif olarak	Kahvaltılık tahıl ürünleri, içecekler, meyve suları
Film oluşturucu	Sosis bağırsakları, koruyucu kaplamalar
Plastikleştirici	Yenilir filmler
Flokülleştirici ajan	Şarap
Köpük stabilizatörü	Bira, çırpılmış kremalar, bezeler
Jelleştirici ajan	Pudingler, tatlılar, şekerli gıdalar, jöleler
Şekil verici ajan	Damla sakızları, jelatin şekerler
Koruyucu kolloid	Lezzet emülsiyonları
Stabilizatör	Salata sosları, dondurma
Süspansiyon oluşturucu	Çikolatalı süt, şuruplar
Hacim verici ajan	Diyet gıdalar
Sinerezisi engelleyiciler	Peynir, yoğurt, dondurulmuş gıdalar
Kıvam artırıcı	Pasta dolguları, soslar, içecek karışımları, şuruplar, kaplayıcı sıvılar
Köpürtme ajanı	Pasta süsleri, çırpılmış kremalar, marşmellov
Protein uzatıcı	Düşük glutenli kremalar ve kurabiyeler

Gıdalarda yapısal özellikleri geliştiren ve aroma maddelerini kapsülleyen hidrokolloidler, ürünlerin dayanma süresinin artırılmasına yardımcı olmaktadır.

Kıscacası hidrokolloidler, düşük oranlarda kullanılarak ürünün besleyici değerini, tadını, aromasını ve genel görünüşünü değiştirmeden, tekstürü ve stabilitesi üzerinde etkili olan önemli katkı maddeleridir (Şahin 2003).

Görüldüğü gibi hidrokolloidler gıdalarda oldukça geniş bir uygulama alanına sahiptir. Bu noktada, üründe istenilen özelliklerin geliştirilmesi ve hatalı uygulamalardan kaçınılması için, hidrokolloidlerin gıdalarda kullanım amacının iyi tespit edilmesi gerekmektedir. Ayrıca kullanılacak gam maddesinin sahip olduğu kriterlerin ve kullanılacağı gıda maddesinin bileşenlerinin de dikkatle değerlendirilmesi gerekir. Bazı durumlarda mevcut üründe birden fazla polisakkarit kullanımı istenilen özellikleri sağlamasına rağmen, daha ekonomik ürün maliyeti için gam maddelerinin birim fiyatları da değerlendirmeye alınmalıdır (Şahin 2003).

Kullanılacak gam maddesi seçilirken, gam maddesi ve kullanılacağı gıda ile ilgili faktörlerin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu durumda, öncelikle gam maddesinin sahip olduğu kriterlerin, kullanılacağı üründe istenilen özellikleri karşılayıp karşılayamayacağı araştırılmalıdır. Bunun için gam maddesinin fiziksel özelliklerinin bilinmesi tek başına yeterli olmamaktadır. Aynı zamanda gıdanın mevcut durumu, bileşenleri ve proses koşulları gibi unsurların da iyi tespit edilmesi gerekmektedir (Şahin 2003).

Dondurmada stabilizatörlerin kullanılmasının amacı; miksin viskozitesini artırmak, dondurma kütlelerinde ve tekstüründe pürüzsüz bir yapı ve kolay kesilebilen stabil bir yapı elde etmek, dondurmada katılık, depolama esnasında özellikle sıcaklık dalgalanmalarında laktoz kristalizasyonunu ve buz oluşumunu geciktirmek, üründen havaya ya da ambalaja nem geçişinin önlenerek depolama esnasında ürün miktarında fireyi önlemek, üniform bir ürün elde etmek, erime esnasında serum ayrılmasını önlemek ve erime direncini artırmaktır (Gönç ve Enfiyeci 1987, Goff ve Sahagian 1996, Marshall ve Arbuckle 1996). Stabilizatörlerin bu fonksiyonellikleri suda jel oluşturmalarından kaynaklanmaktadır. Genellikle, dondurma yapımında iki ya da daha fazla stabilizatör karıştırılarak kullanılmaktadır (Ranjan 2003).

Dondurmanın tekstürü; yapım prosesi ve katkı maddelerinin kombinasyonuna bağlıdır. Bununla birlikte, buz kristallerinin mikro yapıları, hava kabarcıkları, yağ globülleri matrikste etkilidir. Mikro yapının kontrolü, özellikle buz, tekstür kontrolünün anahtarıdır. Standart bir dondurmada, buzun yapısı birtakım katkı maddeleri ve proses parametreleriyle belirlenmiştir. Buzun miktarı (belirli bir sıcaklıkta), büyük ölçüde şekerlerle (örneğin sukroz, laktoz) kontrol edilir. Donma işlemi (örneğin dondurma hızı) buz kristalinin boyutunu önemli ölçüde belirler ve depolama esnasında buz yapısının değişimini stabilizatörler yavaşlatır. Ancak sadece buz oluşumunu kontrol etmek dondurma üretimi için yeterli değildir (Clarke vd 2004).

Dondurmanın tekstürüyle ilgili bazı faktörler vardır ki bunlar; miksin yağ ve over-run oranı, hava kabarcıklarının boyutu, akışkan fazın viskozitesi ve buz kristallerinin durumu olarak sıralanabilir. Miksin viskozitesi ise; bileşim (özellikle yağ ve stabilizatör), katkı maddelerinin kalitesi ve miktarı, miksin yapım prosesi ve toplam kurumadde miktarından etkilenmektedir. Viskozitenin artışı, dondurmanın erime direncini artırırken, çırpma işlemi miktarını azaltmaktadır. Bu yüzden, arzulanan bir viskozite elde etmek için miks bileşimi kontrol altına alınmalıdır (Kaya ve Tekin 2001).

Dondurma yapımında stabilizatör olarak mikse yumurta sarısı ilave eden Reid (1938), tüm yumurta ilavesine göre sadece yumurta sarısı katılmasının dondurmanın tekstürünü daha pürüzsüz, daha iyi yapılı ve buz kristallerinin daha küçük oluşumuna yol açtığını bulmuştur. Ayrıca bileşimdeki jelatin içeriği %0.2-0.3 civarında olduğunda pürüzsüz bir tekstür meydana gelirken, oran %0.5'e çıkarıldığında dondurmanın tekstürünün daha da iyi olduğu belirlenmiştir.

Dondurmada kullanılan çeşitli stabilizatörlerin, ürünün yapı ve niteliklerine etkisi birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Dondurmada laktozun kristalizasyonunu inceleyen bazı araştırmacılar, stabilizatörlerin dondurmadaki laktozun kristalleşmesini geciktirdiğini ve kristalizasyonun önlenmesinde bitkisel kökenli sakızları içeren stabilizatörlerin daha etkin rol oynadıklarını belirtmişlerdir (Nickerson 1962, Leeder ve Ostroff 1966, Sutton vd 1997, Ward 1997).

Tipson (1956) ise, stabilizatörlerin buz kristali gelişimini engellemelerini veya azaltmalarını; stabilizatörlerin; buz kristali yüzeyi ile interaksiyona girerek, miksin viskozitesini artırması sonucu hareketli fazda moleküllerin hareket yeteneğini kısıtlayarak, kristalleşen maddelerle kompleks oluşturması ve şekerin çözünürlüğünü artırarak sağladığını açıklamıştır.

Stabilizatörler buz rekrystalizasyon hızını yavaşlatarak dondurmanın raf ömrünü uzatmakta ve bazı olumlu değişikliklere neden olmaktadır. (Shipe vd 1963, Caldwell vd 1992, Min vd 1994). Diğer araştırmalar da göstermiştir ki buz rekrystalizasyon hızını ve oranını yavaşlatan diğer etmenler; tatlandırıcı tipi ve konsantrasyonudur. Stabilizatörlerin buz rekrystalizasyonunu engellemeleri birbirlerine göre farklılık göstermektedir (Hagiwara ve Hartel 1996).

Stabilizatörlerin, dondurma miksinin viskozitesini artırdığına ilişkin çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Nash 1960, Cottrell vd 1980, Miller-Livney ve Hartel 1997, Flores ve Goff 1999). Stabilizatörlerin dondurmanın konsantrasyonunu, viskozitesini beklenenden daha fazla etkilemelerinin nedeni, stabilizatörlerin yüksek moleküler ağırlıkları ve düşük molal konsantrasyonlarından kaynaklanmaktadır. Miller-Livney ve Hartel (1997), yaptıkları bir çalışmada buz rekrystalizasyonunun oranı ve hızını etkileyen birkaç parametre olduğunu belirtmişlerdir. Bunlar; tatlandırıcının tipi, stabilizatörün çeşidi ve depolama sıcaklığıdır. Buna ilave olarak değişik stabilizatör karışımları ve tatlandırıcılar depolama sıcaklığına bağlı olarak buz rekrystalizasyonunu değişik şekilde etkilemişlerdir. Polisakkaritler viskoziteyi artırarak suyun difüzyon hızı ve oranını azaltır. Dondurma, dondurulmuş bir üründür ancak içerisinde konsantre halde donmamış bir faz da bulunmaktadır. Donmamış faz belli bir konsantrasyona ulaşıncaya stabilizatörün etkisi görülmeye başlar (Goff vd 1993b, Sahagian ve Goff 1995a,b, Milo-Ohr 2001). Oluşan jelleşme sonucu difüzyon kinetiği ve su aktivitesi düşer. Dondurmanın duyuşal özellikleri üzerine hidrokolloidlerin etkisi stabilizatörlerin yüzey özelliklerini veya buz kristallerinin ağızda algılanışını değiştirerek gösterir. Dondurmadaki buz miktarı, dondurmanın miks özelliğine ve dondurma işleminden sonra oluşan buzun rekrystalizasyonu ile ilgilidir (Buyong ve Fennema 1988).

Dondurmanın üretim aşamalarından depolama esnasında rekristalizasyon sonucu buz kristallerinin büyümesi (Dolan vd 1985), dondurma tekstüründe, kötü, kaba, pütürümsü bir yapının hissedilmesine neden olmaktadır (Arbuckle 1986). Dondurmaların dağıtımı ve depolaması sırasında sıcaklık dalgalanması, dondurmadaki rekristalizasyonun artmasına yol açmaktadır. Pürüzsüz ve yüksek kaliteli dondurma üretimi için buz kristalizasyonu gelişiminin geciktirilmesi en önemli konudur (Harper ve Shoemaker 1983). Genel olarak düşük depolama sıcaklığı, daha yavaş kristal gelişimine ve daha uzun raf ömrüne neden olur (Cole 1932, Earl ve Tracy 1960, Dolan vd 1985). Bu ilişki su moleküllerinin kinetik enerjilerinin azalmasıyla, sıcaklık düşmesi nedeniyle, donmayan fazın viskozitesinin artmasıyla ilgilidir. Bu iki faktör su moleküllerinin hareketinin azalmasına ve buz kristallerinin gelişiminin gecikmesine neden olur (Fennema 1993). Rekristalizasyon, -20°C 'de depolanan dondurmalarda önemli oranda artarken, -5°C 'de depolanan dondurmalarda hızlı bir şekilde oluşmuştur (Hagiwara ve Hartel 1996).

Dondurma, dondurucudan çıkarıldıktan sonra normal bir taşımayla sıcaklık dalgalanması meydana gelebilir (Everington 1991). Depolama sıcaklığı tavsiye edilen sıcaklıkta dursa bile, defrost sistemli depolamada sıcaklık dalgalanması meydana gelebilir (Fennema 1993). Eğer sıcaklık dalgalanması olmuşsa buzun yapısı düzgün depolamadaki özelliklerini kaybedecektir. Sıcaklık dalgalanması ısı şokuna neden olur ve bunun sonucu da buz kristalleri büyür. Sıcaklık dalgalanması önemli oranda rekristalizasyonu artırır (Cole 1932, Harper ve Shoemaker 1983). Dondurmada kaba, işlenmemiş veya buzlumsu yapı kusurları, büyük buz kristallerinin sıcaklık dalgalanmasıyla ortaya çıkmasından kaynaklanmaktadır (Donhowe ve Hartel 1996a, 1996b, Flores ve Goff 1999, Hagiwara ve Hartel 1996).

Dondurmanın bileşimi; fiziksel yapıyı, rekristalizasyon hızını ve oranını etkilemektedir. Dondurmanın kristalizasyonunu engelleyen bileşikler de (polisakkarit ve proteinler gibi), üretim ve depolama esnasında rekristalizasyonu önemli ölçüde etkilemektedir. Bunun yanında, uygulanan her termodinamik etki; çalışma şekli, verilen enerji, dondurma kriterleri, ısı ve kütle transfer hızı (viskozite değişimi veya termal

Dondurmanın üretim aşamalarından depolama esnasında rekristalizasyon sonucu buz kristallerinin büyümesi (Dolan vd 1985), dondurma tekstüründe, kötü, kaba, pütürümsü bir yapının hissedilmesine neden olmaktadır (Arbuckle 1986). Dondurmaların dağıtımı ve depolaması sırasında sıcaklık dalgalanması, dondurmadaki rekristalizasyonun artmasına yol açmaktadır. Pürüzsüz ve yüksek kaliteli dondurma üretimi için buz kristalizasyonu gelişiminin geciktirilmesi en önemli konudur (Harper ve Shoemaker 1983). Genel olarak düşük depolama sıcaklığı, daha yavaş kristal gelişimine ve daha uzun raf ömrüne neden olur (Cole 1932, Earl ve Tracy 1960, Dolan vd 1985). Bu ilişki su moleküllerinin kinetik enerjilerinin azalmasıyla, sıcaklık düşmesi nedeniyle, donmayan fazın viskozitesinin artmasıyla ilgilidir. Bu iki faktör su moleküllerinin hareketinin azalmasına ve buz kristallerinin gelişiminin gecikmesine neden olur (Fennema 1993). Rekristalizasyon, -20°C 'de depolanan dondurmalarda önemli oranda artarken, -5°C 'de depolanan dondurmalarda hızlı bir şekilde oluşmuştur (Hagiwara ve Hartel 1996).

Dondurma, dondurucudan çıkarıldıktan sonra normal bir taşımayla sıcaklık dalgalanması meydana gelebilir (Everington 1991). Depolama sıcaklığı tavsiye edilen sıcaklıkta dursa bile, defrost sistemli depolamada sıcaklık dalgalanması meydana gelebilir (Fennema 1993). Eğer sıcaklık dalgalanması olmuşsa buzun yapısı düzgün depolamadaki özelliklerini kaybedecektir. Sıcaklık dalgalanması ısı şokuna neden olur ve bunun sonucu da buz kristalleri büyür. Sıcaklık dalgalanması önemli oranda rekristalizasyonu artırır (Cole 1932, Harper ve Shoemaker 1983). Dondurmada kaba, işlenmemiş veya buzlu yapı kusurları, büyük buz kristallerinin sıcaklık dalgalanmasıyla ortaya çıkmasından kaynaklanmaktadır (Donhowe ve Hartel 1996a, 1996b, Flores ve Goff 1999, Hagiwara ve Hartel 1996).

Dondurmanın bileşimi; fiziksel yapıyı, rekristalizasyon hızını ve oranını etkilemektedir. Dondurmanın kristalizasyonunu engelleyen bileşikler de (polisakkarit ve proteinler gibi), üretim ve depolama esnasında rekristalizasyonu önemli ölçüde etkilemektedir. Bunun yanında, uygulanan her termodinamik etki; çalışma şekli, verilen enerji, dondurma kriterleri, ısı ve kütle transfer hızı (viskozite değişimi veya termal

iletkenlik) buz kristalizasyon hızını etkileyebilmektedir (Hartel 1992, Galazka vd 2000).

Dondurma miksine stabilizatör ilave edilmesi, dondurmanın tekstürünü ve yapısını düzeltir, üretim esnasında buz kristalizasyonunu etkileyerek depolama esnasındaki ısı şoklarına karşı direnci artırır (Nash 1960, Farkas ve Glicksman 1967, Cottrell vd 1980, Arbuckle 1986, Goff vd 1993a, Regand ve Goff 2003) Stabilizatör ilave edilerek yapılan dondurmalarındaki buz kristallerinin, stabilizatörsüz yapılan dondurmaya göre daha küçük olduğu gözlenmiştir (Caldwell vd 1992). Ayrıca dondurmalar depolama (-25 ila -10°C) esnasında sıcaklık dalgalanmasına karşı daha dirençlidir. Stabilizatörler donmamış serum fazdaki buz kristallerinin etrafını sararak viskoziteyi önemli ölçüde artırır (Levine ve Slade 1986, Goff ve Davidson 1992, Davidson vd 1995, 1996) Bunlara ilave olarak, viskozitenin artması sebebiyle buz kristali gelişimi azalmaktadır (Blond 1988, Budieman ve Fennema 1987, Caldwell vd 1992, Sutton vd 1997, Wang vd 1998). Stabilizatörler buz kristalleri yüzeyine adsorbe olur (Cornwell 1960) ve rekristalizasyon hızını azaltır (Hartel 1992).

Stabilizatörler, süt ürünleri ve diğer süt proteini içeren gıdalarda da viskoziteyi yükseltmek ve tekstürel özellikleri iyileştirmek amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır. Yine de, yaygın olarak kullanılan polisakkaritler süt proteiniyle uyumsuz ve proteinlerin ve polisakkaritlerin fonksiyonel davranışları değişmesiyle faz ayrımı, serum ayrılması ve üründe kalite kaybı gibi kusurlar görülebilir (Bourriot vd 1999a,b, Schorsch vd 1999a,b, Thaiudom ve Goff 2003). Bu olguyu önlemek ya da geciktirmek için κ -karragenan, diğer stabilizatörlerle karıştırılarak ve süt proteinleriyle birlikte kullanılır (Langendorff vd 1997, Bourriot vd 1999c, Goff vd 1999, Schorsch vd 2000, Langendorff vd 2000). Karragenanlar gibi polisakkaritler de lipit ve proteinlerle interaksiyona girerler (Samat vd 1993) Bunun yanında, karragenanlar ve süt proteinleri jelleşme esnasında stabil bir matris form oluştururlar (Stanley 1990, Drohan vd 1997). Ayrıca iyonik yapılı hidrokolloidlerle proteinler arasındaki elektrostatik etkileşim nedeniyle de hidrokolloidlerin emülsifikasyon özelliği artmaktadır. Spesifik protein / polisakkarit oranı, pH, iyon kuvveti, sıcaklık, karıştırma prosesi gibi bazı özel koşullar

altında, proteinler ve hidrokolloidler kendi aralarında kompleks yapılar oluşturarak, emülsiyon stabilitesi üzerinde tek başlarına göstermiş oldukları fonksiyonel özellikleri geliştirmektedir (Singh vd 1997, Benichou vd 2002). Bazı araştırmacılar kazein-karragenan etkileşimini göstermek için farklı konsantrasyonlarda jelleşme üzerine de çalışmışlardır (Hood ve Allen 1977, Dalgleish ve Morris 1988, Drohan vd 1997, Bourriot vd 1999b, Schorsch vd 2000)

Dondurma yapım koşullarının kontrolü (başta sıcaklık, dondurma hızı, miksin karıştırılma hızı) uygun kalitede dondurma elde etmek için gereklidir. Bu yüzden, bazı çalışmalar (Berger vd 1972, Goff ve Sahagian, 1996, Hartel 1996, Goff 1997, Russel vd 1999) öncelikle dondurma tekstürünü daha iyi karakterize etmek, ikinci olarak da dondurma koşulları ve buz kristali tekstürünün parametreleri arasındaki ilişkiyi modellemeyi amaçlamaktadır. Buz kristalleri, miksin dondurulması sırasında oluşan dondurmanın kompleks yapısı için de önemlidir (Berger 1990).

Tekstürel değerlendirme, çeşitli proses parametrelerini optimize etmek veya yeni bir ürünün geliştirilmesinde önemli bir kriterdir (Meullenet vd 1998). Tekstür parametrelerini değerlendirmek için gıda tekstürü araştırmalarında enstrümental ve duyuşal değerlendirme prosedürleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Enstrümental ölçüm ve duyuşal algılama analizleri, üretilen gıdanın tüketicinin isteğine uygun olması veya kalite kontrol parametrelerine uygunluğunu değerlendirmek için birlikte analiz edilir (Szczesiniak 1965)

Tam yağlı dondurma ile (%12) yapılan bir çalışmada, stabilizatörlerin viskoziteyi iyileştirdiği (Jimenez-Flores vd 1993) ve buz kristali gelişimini kontrol altına aldığı ifade edilmiştir (Stanley vd 1996). Modifiye nişastaların da benzer şekilde dondurmanın sıvı fazı ve viskozitesini artırma ve tekstürü düzeltme gibi etkileri bulunmaktadır.

Keçiboynuzu Gamı (LBG)

Keçiboynuzunun yaklaşık %10'unu oluşturan çekirdeği (Yazıcıoğlu vd 1983) "locust bean gum (LBG)" adı verilen bir katkı maddesi üretiminde kullanılmaktadır. Bu gamın yapısında %80-85 oranında galaktomannan içeren ve tragasol olarak bilinen bir heteropolisakkarit bulunmaktadır. Yaklaşık 100 kg çekirdekten 20 kg gam elde edilmektedir (Jones 1953). Bu doğal polisakkaritin en önemli özelliği yüksek viskoziteli jel oluşturması ve geniş bir sıcaklık ve pH aralığında stabil kalmasıdır. Yüksek su bağlama kapasitesi ile viskoz bir yapı oluşturabilmesi yanında diğer polisakkaritlerle interaksiyonunun kuvvetli olması ile sinerjistik bir etki oluşturması da önemli bir avantaj olarak görülmektedir (Battle ve Tous 1997). Gıda endüstrisinde ekmek, makarna, kek ve pasta, dondurma, peynir, çikolata, marmelat ve meyve jölesi yapımında kıvam artırıcı olarak kullanılan bu gam, ayrıca tragasol türevi şeklinde ilaç endüstrisinde, kağıt endüstrisinde, matbaacılıkta, tekstil endüstrisinde, kozmetikte, mobilyacılıkta, kibrit üretiminde, dericilikte, petrol ve petro kimya endüstrisinde, deterjan ve plastik endüstrisinde de kullanılmaktadır (Yurdagel ve Teke 1985, Avallone vd 2002).

Ticari olarak, öğütülmüş endosperm olan keçiboynuzu gamının üretim prosesinin ilk basamağında, çekirdekler tavllanır ve bu işlemi takiben metal silindirler yardımıyla kabukları soyulur. Kabukları soyulmuş olan çekirdekler daha sonra aşamalı olarak öğütülür. Böylece çekirdeklerden endosperm ayrılır. Ayrılmış olan endosperm tekrar öğütülür, sınıflandırılır ve istenilen boyuta göre gruplandırılarak gam maddesi elde edilmiş olur (Dziezak 1991, Lundin ve Hermansson 1997, Kök vd 1999).

Keçiboynuzu gamının ana zincir yapısını, lineer, β -(1-4) bağlı D-mannopiranozil birimleri oluşturur. Yan zincirlerde α -(1-6) bağ yapan D-galaktopiranozil birimleri bulunmaktadır. Yapıda her 3-5 mannoz birimi için bir galaktoz birimi bulunur. Soğuk suda kısmen çözünen gam maddesi, çözelti 80°C'ye kadar ısıtılınca tamamen çözünebilmektedir. Gam çözeltisinde, maksimum viskoziteye 95°C'ye kadar ısıtılıp soğuma gerçekleştiğinde ulaşılmaktadır. Fakat günümüzde soğuk çözeltilerde de şişme yeteneğine sahip modifiye keçiboynuzu gamı, özellikle süt

endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Molekül ağırlığı 300-360.000 Da arasında değişen gam maddesinin, %1'lik çözeltilerinde viskozite 3000-3500 cP arasında değişmektedir (Alexander 1999a, Aydınli ve Tutaş 2000, Chen vd 2001).

İyonik olmayan yapısından dolayı keçiyoynuzu gamı geniş bir pH (3.5- 11.0) aralığında stabilitesini koruyabilmektedir. Ayrıca bu yapısından dolayı birçok gam maddesiyle kombine olarak kullanılmakta ve diğer gam maddeleri üzerinde sinerjist etki oluşturmaktadır. Keçiyoynuzu gamı tek başına jel oluşturma özelliğine sahip değildir ancak, ksantan gamla birlikte kullanıldığında, yumuşak, bükülebilir jel matrisi oluşturabilmektedir. Bu özelliği ile özellikle düşük yağlı pudinglerde, pasta dolgularında ve kremalarında ayrıca diğer jelimsi yapıdaki gıdalarda kullanımı tercih edilmektedir. Yapısında guar gamdan daha az sayıda galaktoz birimi bulundurduğundan, ksantan gamla birlikte gösterdiği sinerjist etki daha güçlüdür (Turhan 2004).

Keçiyoynuzu gamı (LBG) ve / veya guar gam gibi stabilizatörlerle birlikte süt proteinlerinin dondurulmuş tatlı ürünlerinde kullanımına dikkat edilmesi gerektiğini bildiren Schorsch vd (1999b), bu kombinasyonla hazırlanan yumuşak dondurma misklerinde depolama sırasında faz ayrılması olabileceğini bildirmiştir. Serum ayrılmasının önlenmesinde ikinci bir stabilizatör olarak κ -karragenan mikse ilave edilebilmektedir. Çünkü κ -karragenan miks stabilizasyonunda diğer stabilizatörlere göre daha iyi bir etki göstermektedir. κ -kazein ile κ -karragenanın elektrostatik etkileşimde olduğunu gösteren bazı çalışmalar bu veriyi desteklemektedir (Snoeren vd 1976, Dalgleish ve Morris 1988).

LBG zinciri üzerinde galaktozların rasgele bağlanmış olması sıfırın altındaki sıcaklıklarda zayıf jel formu oluşturmaya sebep olmaktadır (Dea vd 1977, Richardson ve Norton 1998, Tanaka vd 1998a,b). Bazı araştırmacılar değişik yöntemlerle kazein, LBG ve κ -karragenan sisteminde faz ayrılmasını araştırmışlardır (Hermanson ve Lundin 1997, Hernandez vd 2001, Rood vd 2000). LBG'm, diğer hidrokolloidlere göre dondurmanın rekrystalizasyon hızı ve oranını daha iyi sınırladığı belirtilmiştir (Hartel

1998). Diğer jel ajanlarına göre κ -karragenan sütte %0.025'den daha az konsantrasyonda bile etki göstermektedir (deVries 2002)

Harper ve Shoemaker (1983), yaptıkları bir araştırmada, %0.1-0.5 LBG ile üretilen dondurma miksinde depolama sıcaklığının (-9°C ila -23°C'de) dalgalanması sırasında, buz rekristalizasyonunun oluşumuna ilişkin bir korelasyon bulamamıştır. Buna karşılık, guar gamının yüksek konsantrasyonlarda kullanılmasıyla keçiyoynuzu gamının aksine buzlu yapının daha çabuk oluştuğu belirtilmiştir (Wittinger ve Smith 1986, Sutton ve Wilcox 1998b)

Ksantan Gam

Mikrobiyal kaynaklı hücre dışı bir salgı olan ksantan gam, lahana ve benzeri bitkilerden izole edilen *Xanthomonas campestris* organizmasının, karbonhidrat içeren ortamda kültüre alınarak, aerobik fermantasyonla ürettiği heteropolisakkarittir. Bakterinin kültüre alındığı ortamda, mineral tuzların yanı sıra, karbon kaynağı olarak %1-5 oranında D-glukoz, azot kaynağı olarak hidrolize kazein veya soya proteini kullanılmakta ve fermantasyon 28°C'de 96 saat sonunda tamamlanmaktadır. Fermantasyon sonunda elde edilen liköre, %2'lik KCl içinde, %50'lik metanol veya izopropanol katılarak çöktürme uygulanmakta, elde edilen çökelti iyice yıkandıktan sonra kurutulup, öğütülmektedir (Saldamlı 1998, Casas vd 2000).

Anyonik polimer olan ksantan gamın, dallanmış molekül yapısında ana zincir, selüloz yapısında olduğu gibi β -1,4-D-glukoz birimlerinden oluşmuştur. Ana zincirdeki β -D-glukopiranozil birimlerine birer atlayarak 0-3 pozisyonundan trisakkarit birimleri bağlanmıştır. Bu trisakkarit birimlerinde, iki mannoz birimi birbirinden glukuronik asit birimiyle ayrılmış durumdadır. Yan zincirin ana zincire bağlandığı noktadaki D-mannoz birimi C-6 pozisyonunda bir asetil grubu taşır. Yan zincirin uç kısmında yer alan mannoz birimi ise yaklaşık yarısına veya üçte ikisi kadar pirüvat grubu bulundurabilir. Yan zincirler ile ana zincirin interaksyonu molekülün ısı, asit, baz ve enzim stabilitesini oldukça artırır. Molekül ağırlığı $3-7.5 \times 10^6$ arasında değişen ksantan gamın, pirüvik asit içeriği arttıkça hem viskozitesi hem de termal stabilitesi artmaktadır (Şahin 2003).

Marcotte vd (2001) yaptıkları bir çalışmada, bazı hidrokolloidlerin (karragenan, ksantan, nişasta, pektin ve jelatin) konsantrasyona ve sıcaklığa bağlı olarak dondurmada reolojik özelliklerini incelemişler ve ksantan gamın test edilen gam maddeleri içinde en fazla pseudoplastik özellik gösteren ve viskozitesi sıcaklıkla en az değişen gam maddesi olduğunu belirtmişlerdir.

Ksantan gam soğuk veya sıcak suda tamamen çözünmekte ve düşük konsantrasyonlarda yüksek viskozite sağlamaktadır. Çözelti viskozitesi 0-100°C ve pH 1-13 arasında stabildir. Potasyum, kalsiyum ve sodyum tuzlarıyla uyum sağlayan ksantan gam çözeltilerinin, donma çözünme stabilitesi de oldukça iyidir. %1'lik çözeltilerinin viskozitesi kesme hızına bağlı olarak, 1000-4300 cP arasında değişmektedir (Alexander 1999b)

Ksantan gam, suda çözünen bir polisakkarit olup ticari olarak da yaygın bir şekilde üretilir. Çünkü güçlü bir psödoplastik özellik gösteren bu madde yüksek iyonik güçlere karşı da toleranslıdır ve %0.5'in altındaki konsantrasyonlarda zayıf jel oluşturduğu Carnali (1991) tarafından bildirilmiştir.

Ksantan gam, galaktomannanlar ve diğer glukomannanlarla birlikte sinerjistik interaksiyonlar gösterir. Tek başına jelleşme özelliği gösteremeyen ksantan gam, keçiboynuzu gamıyla birlikte kullanıldığında, elastik yapıda, ısı dönüşümlü jel matrisi oluşturur (Shatwell ve Sutherland 1991, Tako 1992, Ramirez vd 2002).

Jelleşme özelliği bulunmayan guar gam, gıdalarda kıvam artırıcı, stabilizatör ve su bağlayıcı olarak kullanılmaktadır. Ksantan gamla birlikte kullanıldığında sinerjistik etki gösterir ve çözeltinin viskozitesini artırır. Diğer taraftan, jel oluşturabilme özellikleri bulunan agar ve κ -karragenanla birlikte kullanıldığında jel matrisinin özelliklerini iyileştirir ve jel kuvvetini artırır (Schorsch vd 1997, Pai ve Khan 2002).

Karragenan Gamı

Brigham vd (1994) yaptıkları bir çalışmada, agar, κ -karragenan, ι -karragenan

(%2) ve LBG (%1) çözeltilerinin oluşturduğu jel yapı SEM elektron mikroskopunda (scanning electron microscopy) incelenmiş ve her birisinin ayrı bir şekilde jel oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Jel yapısı buz kristallerinin gelişimini engellemiş ve buz kristal morfolojisini değiştirmiştir. Bununla birlikte, jel yapısını tam oluşturamayan stabilizatörler, buz kristallerinin gelişmesini yavaşlatmış ancak buzun kristal morfolojisine önemli bir etkide bulunmamıştır (Muhr ve Blanshard 1986).

κ -karragenanın faz ayrılmasını engellemek için ilave edildiği durumlarda jel oluşturma özelliğinin diğer polisakaritlerden daha düşük olduğu bazı araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Xu vd 1992, Lynch ve Mulvihill 1994, Keogh vd 1995, Oakenfull vd 1999, Hemar vd 2002).

κ -karragenan, keçiyoynuzu gamı ile birlikte kullanıldığında oluşan jel matrisinin dayanıklılığı artmış, yapı düzelmiş ve sineresis azalmıştır κ -karragenanla oluşturulan kuvvetli ve sert yapılı jel matrisinin ısı dönüşümlü karakterde olduğu belirlenmiştir (Ramirez vd 2002).

Snoeren vd (1975a,1976), κ -karragenanın çok düşük konsantrasyonlarda bile kazein miselleriyle etkileşerek jel oluşturduğu ve böylece kazeinlerin çökmesini ve faz ayrılmasını önlediğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar κ -karragenanın sülfat grubuyla κ -kazeinin 97. ve 112. bağları arasında elektrostatik bir bağ oluşturduğunu göstermişlerdir. Schorch vd (2000) ise, κ -karragenanın düşük sıcaklıklarda bile (-5°C'de) jel oluşturduğunu ve kazein miselleriyle birlikte κ -karragenan konsantrasyonunun da jelatinizasyonda önemli olduğunu bildirmişlerdir. κ -karragenan konsantrasyonu yeterli olduğu zaman kazein miselleriyle köprü kurarak bağ oluşturup jel meydana getirmektedir.

Bir çalışmada karragenanla hazırlanmış dondurma miksinin viskozitesi, diğer stabilizatörlerden (jelatin, LBG, ksantan gam - %0.3) daha az (%0.1) kullanılmasına rağmen daha yüksek bulunmuştur. Stabilizatör olarak ksantan gam ve jelatin ile tatlandırıcı olarak sukroz ve fruktoz şurubu ilave edilerek hazırlanan denemelerde

rekristalizasyonun sadece -15°C 'de olan örneklerde önemli derecede geciktiği bildirilmiştir (Miller-Livney ve Hartel 1997).

Brigham vd (1994), LBG'nin karragenandan daha iyi jel oluşturduğunu belirtmiştir. Ancak Miller-Livney ve Hartel'e göre (1997) jel oluşturma etkisi bakımından karragenanla LBG'nin aynı etkiyi gösterdiğini belirtmişlerdir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Dondurmaların üretiminde kullanılan UHT sterilize süt, yağsız süttozu, tereyağı, sakkaroz, keçiyoynuzu pekmezi (Çizelge 3 1) ile stabilizatör olarak kullanılan keçiyoynuzu, karragenan ve ksantan zamları piyasadan sağlanmıştır.

Dondurmalarının üretimi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ne bağlı olarak faaliyet gösteren süt işleme tesisinde gerçekleştirilmiştir. Dondurmaların üretiminde kullanılan UHT sütlerin bazı nitelikleri Çizelge 3.2'de verilmiştir. Dondurma mikslерinin yağ oranlarının ayarlanmasında kullanılan tereyağının yağ oranı ile dondurmalarda yağsız süt kuru madde miktarının ayarlanmasında yararlanılan yağsız süt tozunun, dondurmalara tatlılık vermek amacıyla mikse ilave edilen sakkarozun ve kullanılan stabilizatörlerin kuru madde miktarları ile keçiyoynuzu pekmezinin şeker içeriği de yine aynı çizelgede yer almaktadır.

Çizelge 3.1. Dondurma mikslерinin hazırlanmasında kullanılan pekmezin bazı nitelikleri.

TİCARİ PEKMEZİN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ	
Bileşim (%)	
Kurumadde	66.91
Su	33.09
Karbonhidrat	62.50
Lipid	0.41
Protein	4.00
Kül	2.40
Mineraller (mg/kg)	
Potasyum	7040
Kalsiyum	1234
Fosfor	547
Magnezyum	500
Sodyum	203
Çinko	10
Demir	7.6
Manganez	3.0
Bakır	0.8

*Tablodaki bilgiler Kimtek Ltd Şti.'den (Antalya) alınmıştır.

Çizelge 3.2. Dondurma mikslерinin hazırlanmasında kullanılan maddelerin bazı nitelikleri.

Yapılan Analizler	UHT Süt	
	1. Tekerrür	2. Tekerrür
Kurumadde (%)	11 00	11 26
Yağsız süt kurumaddesi (%)	7 90	8 16
Yağ (%)	3 10	3 10
Protein (%)	3 16	3 10
pH	6 40	6 35
	Tereyağı	
Yağ (%)	82	83
	Süt Tozu	
Kuru madde (%)	92	93
	Sakkaroz	
Kuru madde (%)	99 39	98 37
	Stabilizatörler	
	Karragenan gamı	
Kuru madde (%)	83	81
	Ksantan gamı	
Kuru madde (%)	91	92
	Keçiboynuzu gamı	
Kuru madde (%)	90	90
	Keçiboynuzu Pekmezi	
Toplam şeker (%)	62	62
İnvert şeker (%)	17	17 5

3.2. Metot

3.2.1. Denemenin kurulması

Deneme, faktöriyel deneme planına göre kurulmuş olup 2 tekerrürlü olarak

yürütülmüştür (Düzgüneş vd 1987). Deneme planı Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Araştırmada uygulanan deneme planı.

Gün	Örnek No	Kullanılan Gam Oranları (%)		
		κ -Karragenan	Ksantan	Keçiboynuzu
1. 15. 30.	1	0.0	0.0	0.0
	2			0.2
	3			0.4
	4			0.6
	5		0.1	0.0
	6			0.2
	7			0.4
	8			0.6
	9		0.2	0.0
	10			0.2
	11			0.4
	12			0.6
	13	0.1	0.0	0.0
	14			0.2
	15			0.4
	16		0.6	
	17		0.1	0.0
	18			0.2
	19	0.4		
	20	0.2	0.2	0.6
	21			0.0
	22			0.2
	23		0.4	
	24		0.6	
	25		0.2	0.0
	26	0.2		
	27	0.4		
	28	0.6		
	29	0.1		0.0
	30			0.2
	31			0.4
	32	0.2		0.6
	33			0.0
	34		0.2	
	35		0.4	
	36		0.6	

3.2.2. Dondurmaların yapılması

Yapılan ön denemeler ve literatür taramasından elde edilen verilere göre dondurma yapımı aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.1. Dondurma üretimi için gerekli hammaddelerin belirlenmesi ve miks formülasyonunun hesaplanması

Mikse girecek maddelerin analizleri yapıldıktan sonra miksin bileşimine girecek bu maddelerin hesaplanmasına geçilmiştir. Deneme planında belirtilen farklı bileşimdeki dondurmaları üretebilmek için maddelerden hangi miktarda alınacağı kütle dengesi üzerinden yapılan hesaplamalarla tespit edilmiştir. Mikse katılacak bu maddelerin miktarı 2600 gram miks ağırlığı üzerinden hesaplanmıştır.

Buna göre 3 farklı oranda κ -karragenan, 3 farklı oranda ksantan ve 4 farklı oranda keçiyoynuzu gamı kullanılarak toplam 36 adet dondurma üretilmiştir. Stabilizatör kullanım oranları literatür taramasından elde edilen verilere dayanılarak belirlenmiştir (Marshall ve Arbuckle 1996, Schorsch vd 1997, Regand ve Goff 2002, Vega vd 2004). Genel olarak karragenan gam %0.1-0.3 oranında, ksantan gam %0.1-0.4 oranında, keçiyoynuzu gamı ise %0.1-0.5 oranında kullanılmaktadır. Bu verilere dayanarak, çalışmadaki stabilizatör oranları, tek tek ve diğer stabilizatörlerle etkileşimi de incelenmek üzere %0.1 ile %0.6 arasında değişen oranlarda kullanılmıştır. Deneme dondurmalarının bileşiminde yer alan maddelerin miktarları; 2600 gram miks için; 2 litre süt, 300 gram pekmez, 200 gram sakkaroz, 70 gram süttezu, 30 gram tereyağı ve Çizelge 3.4'de verilen oranlarda stabilizatör içerecek şekilde düzenlenmiştir.

Deneme dondurmalarının yapımında stabilizatörlerin dışında kullanılan maddelerin miktarları yapılan ön denemelerle belirlenmiştir.

Çizelge 3.4. Farklı formülasyonlarda üretilen dondurmaların mikslarını oluşturan stabilizatör miktarları

Formül No	Karragenan (g)	Ksantan (g)	Keçiboynuzu (g)
1	-	-	-
2	-	-	5.205
3	-	-	10.41
4	-	-	15.615
5	-	2.602	-
6	-	2.602	5.205
7	-	2.602	10.410
8	-	2.602	15.615
9	-	5.205	-
10	-	5.205	5.205
11	-	5.205	10.410
12	-	5.205	15.615
13	2.602	-	-
14	2.602	-	5.205
15	2.602	-	10.410
16	2.602	-	15.615
17	2.602	2.602	-
18	2.602	2.602	5.205
19	2.602	2.602	10.410
20	2.602	2.602	15.615
21	2.602	5.205	-
22	2.602	5.205	5.205
23	2.602	5.205	10.410
24	2.602	5.205	15.615
25	5.205	-	-
26	5.205	-	5.205
27	5.205	-	10.410
28	5.205	-	15.615
29	5.205	2.602	-
30	5.205	2.602	5.205
31	5.205	2.602	10.410
32	5.205	2.602	15.615
33	5.205	5.205	-
34	5.205	5.205	5.205
35	5.205	5.205	10.410
36	5.205	5.205	15.615

3.2.2.2. Karışımın hazırlanması

Dondurmaların üretimine öncelikle toz halindeki maddelerin birbirlerine karıştırılmasıyla başlanmıştır. Yukarıda belirtilen miktardaki şekerin yaklaşık yarısıyla

her dondurma için hesaplanmış stabilizatör, kalan şekerle de süttozu iyice karıştırılmıştır. Daha sonra 2 litre 40°C'ye ısıtılmış süte hazırlanan süttozu-şeker karışımı yavaş yavaş ilave edilip topaklaşma olmayacak şekilde karıştırılmıştır. Tereyağı ilave edilen süt tekrar stabilizatörlerin iyi dağıldığı sıcaklık olan 60°C'ye ısıtılmış ve stabilizatör-şeker karışımı, bu sıcaklıktaki süte ilave edilmiştir. Daha sonra, elde edilen bu karışım 80°C'de 10 dakika ısıtılma tabii tutulmuştur.

3.2.2.3. Karışımın soğutulması ve pekmez ilavesi

Isıtma işleminden sonra elde edilen miks hızlı bir şekilde 30°C'ye soğutulup her bir dondurma miksinde 300 gram pekmez ilave edilmiştir.

3.2.2.4. Miksin olgunlaştırılması, dondurulması ve paketlenmesi

Elde edilen mikserler +4°C'de 24 saat olgunlaştırıldıktan sonra, sıcaklığı ayarlanabilen, yarı sürekli tipteki Uğur marka dondurma makinesi ile -5°C'de dondurulmuşlardır (özellikleri Ek 1'de verilmiştir.) Dondurma işlem süresi her bir dondurma miksinde 15 dakika olarak uygulanmıştır.

Soğutma işleminden sonra elde edilen dondurmalar tekstür analizi için gerekli olan 500 gramlık kutulara ve diğer analizler için de 80 gramlık dondurma kaplarına konulmuştur.

3.2.2.5. Dondurmanın sertleştirilmesi ve depolanması

Arzulanın sertliğin sağlanması için dondurmalar -11°C'deki derin dondurucuda 24 saat süre bekletilerek sertleştirme gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan dondurmalar 30 günlük depolama süresi boyunca analizleri yapıncaya kadar bu sıcaklıkta muhafaza edilmiştir.

3.2.3. Dondurma miksine giren maddelerin analizleri

3.2.3.1. Sütte yapılan analizler

pH tayini:

Süt örneklerinin pH değerleri Hanna instruments 8519 marka pH metre kullanılarak belirlenmiştir. (Kurt vd 1993)

Kurumadde tayini:

Sütteki kurumadde miktarı TS 1018 Çiğ Süt Standardında verilen yönteme göre belirlenmiştir (Anonim 1994).

Yağ tayini:

Sütte süt yağı miktarının tayini TS 1018 (Çiğ Süt Standardı)' de atıf yapılan IS 8189'a (Süt- Yağ Tayini-Gerber Metodu) göre yapılmıştır (Anonim, 1990b)

Yağsız süt kuru maddesi tayini:

Sütte yağsız süt kurumaddesi miktarı, toplam kuru madde miktarından yağ miktarı çıkarılarak bulunmuştur (Anonim 1994).

3.2.3.2. Süt tozunda yapılan analizler

Kuru madde tayini:

Süt tozunda kuru madde miktarı, IS 1329'da (Süt Tozu Standardı) verilen yönteme göre belirlenmiştir (Anonim 1974).

3.2.3.3. Tereyağında yapılan analizler

Yağ tayini:

Tereyağında yağ analizi, TS 1864'te (Krema Standardı) verilen yöntemle göre belirlenmiştir (Anonim 1975)

3.2.3.4. Sakkarozda yapılan analizler

Kuru madde tayini:

Sakkarozda bulunan kurumadde miktarı kurutma dolabı kullanılarak belirlenmiştir (Anonim 1974)

3.2.3.5. Stabilizatörlerde yapılan analizler

Kuru madde tayini:

Kurutma dolabında 105°C'de bekletilerek nemi uzaklaştırılan kurutma kapları 30 dakika desikatörde bekletilerek soğutulmuş ve darası alınmıştır. Sonra stabilizatör numunesinden 3 g kadar tartılmıştır. Kaplar 105°C'ye ayarlı olan kurutma dolabında sabit ağırlık elde edilinceye kadar bekletilmiş ve desikatörde soğutulup tartılmıştır. Ağırlık farklarından kuru madde miktarı hesaplanmıştır (Anonim 1974).

3.2.3.6. Pekmezde yapılan analizler

İnvert şeker tayini:

Pekmezdeki invert şeker miktarları TS 4265'te (Dondurma-Süt Esaslı) atf yapılan TS 7780'de (Akide Şekeri Standardı) verilen yöntemle göre belirlenmiştir (Anonim 1990a).

Toplam şeker tayini:

Pekmezdeki toplam şeker tayini TS 4265'te (Dondurma-Süt Esaslı) atıf yapılan TS 7780 (Akide Şekeri Standardı)'de verilen yöntemle göre belirlenmiştir (Anonim 1990a).

3.2.4. Dondurma miksinde yapılan analizler

Viskozite tayini:

Pekmez ilave edilmiş mikslerdeki viskozite, Chang ve Hartel'in (2002) verdiği yöntem modifiye edilerek Brookfield Viskozimetresinde (R. V. T.), 25°C'de 10 rpm, 20 rpm ve 50 rpm hızda ve viskozimetrenin uçları daldırıldıktan 30 saniye sonra ölçülerek bulunmuştur.

3.2.5. Dondurmalar da yapılan analizler

pH tayini:

Dondurma örnekleri 20°C'de eritildikten sonra, Hanna instruments 8519 marka pH metre kullanılarak Kurt vd (1993)'nin verdiği yöntemle göre pH'ları belirlenmiştir.

Kuru madde tayini:

Dondurma örneklerinin kuru madde miktarı TS 4265'te (Dondurma Standardı) atıf yapılan TS 4851'e (Dondurma-Toplam Katı Madde Miktarı Tayini-Referans Metot) göre saptanmıştır (Anonim 1986).

Protein tayini:

Dondurma örneklerinde protein miktarları, Kjeldahl Yöntemi esas alınarak geliştirilmiş Kjeltac azot tayin düzeninden yararlanılarak belirlenmiştir (Kurt vd 1993).

Yağ tayini:

Dondurma örneklerindeki yağ miktarı dondurma bütirometresi kullanılarak Gerber Yöntemiyle belirlenmiştir (Oysun 1991).

Overrun (Hacim artışı) tayini:

Dondurmalarda hacim artışı, belli hacimdeki dondurmanın kütlesi ile aynı hacimdeki dondurma miksinin kütlesi ölçülüp, dondurma miksinin kütlesi, dondurma kütlesi oranını yüzde olarak ifade edilmesiyle bulunmuştur.

Bunun için darası tespit edilmiş beher içine belli hacme kadar dondurma, boşluk kalmayacak şekilde doldurulmuş ve hassas terazide tartılmıştır. Aynı dondurma numunesi bir beher içine konarak su banyosunda eritilmiş ve eriyen karışım temizlenmiş beher içine aynı hacme kadar aktarılmış ve tartılmıştır. Sonuçlar aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Hacim Genişlemesi (\%)} = ((KA-DA) / DA) \times 100$$

Burada;

DA: Dondurma Kütlesini (g)

KA: Dondurma Miksinin Kütlesini (g) ifade etmektedir (Anonim 1992).

Tekstür analizi:

Dondurmalarda tekstür analizi 1., 15. ve 30. günlerde olmak üzere -11°C'de bekletilen dondurmalarda Aime vd (2001) çalıştığı yöntem modifiye edilerek yapılmıştır Kesme (cutting) analizi, istenilen dereceye soğutulabilen bir plaka üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma, Stable Microsystem Texture Analizer'da A / LKB ucunun 2 mm / s hızla 10 mm girmesi şeklinde yapılmıştır

3.2.6. Duyusal değerlendirme

Farklı stabilizatörlerin, dondurmanın fiziksel ve kimyasal niteliklerine etkisinin incelendiği bu çalışmada, elde edilen örnek sayısının fazla olması ve aynı anda 36 adet dondurmanın sağlıklı bir şekilde değerlendirilmesi mümkün olmadığından, duyusal analizler bir fikir sahibi olmak amacıyla yapılmıştır. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Gıda Mühendisliği Bölümünde görevli 6 kişiden oluşan bir panelist grubu ile dondurmalarındaki duyusal değerlendirme iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada 1 no'lu örnekten başlamak üzere dörderli gruplar halinde değerlendirme yapılarak her grupta en beğenilen dondurma belirlenmiş, daha sonra da en beğenilen 9 örnek renk-görünüş, yapı-kıvam ve tat-koku özellikleri bakımından değerlendirilmiştir. Duyusal yönden değerlendirme Bodyfelt vd' nin (1988) verdiği hedonik yöntem modifiye edilerek yapılmıştır.

3.2.7. İstatistiksel metot

Araştırma tesadüf parselleri deneme planının faktöriyel düzenlemesi şeklinde planlanmış, araştırmadan elde edilen sonuçlar varyans analizine ve önemli bulunan ana varyasyon kaynakları ortalamaları Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine tabi tutulmuştur. Duncan Testi, çoklu karşılaştırma testlerinden biri olup, faktör ortalamaları arasındaki farkı test etmek amacıyla kullanılmıştır (Düzgüneş vd 1987).

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Dondurma Mikslerinin Viskozite Değerleri

Dondurma miksleri pastörize edildikten sonra soğutulmuş ve pekmez katılarak viskozite değerleri belirlenmiş ve elde edilen değerler Çizelge 4.1'de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Dondurma mikslerinin ortalama viskozite değerleri (cP).

Formül No	50 rpm	20 rpm	10 rpm
1	14.0	-	-
2	102.6	110.5	129
3	669.6	834	972
4	1900	2585	2932
5	44.4	48	33.8
6	868	1478	2280
7	2928	5220	8200
8	4728	8430	1280
9	680	1200	1910
10	1630	3200	5110
11	4288	8240	13560
12	7740	14800	25000
13	1450	2600	4100
14	1512	2770	4400
15	3000	5910	10200
16	7420	14050	23700
17	2156	4300	7340
18	2540	5150	10600
19	3344	6560	11840
20	6290	11340	19480
21	2668	5090	8040
22	2604	4980	8700
23	3532	6670	11220
24	5736	11520	22160
25	1060	1570	2760
26	1920	3720	8040
27	3608	6840	12120
28	4808	9540	17000
29	3104	4750	8520
30	2424	5520	11000
31	2720	5920	13360
32	4344	8180	14360
33	3032	5740	9380
34	2640	5520	14400
35	3808	7200	14480
36	4160	7600	17000

25°C'de 10 rpm, 20 rpm ve 50 rpm'de belirlenen viskozite değerleri incelenecek olursa, elde edilen bulguların geniş sınırlarda değiştiği görülmektedir. 1 no'lu dondurma miksinde 10 ve 20 rpm'de ölüm yapılamamıştır. Yine aynı çizelgeden görüleceği gibi, 50 rpm hızdaki en yüksek viskozite değeri 7740 cP ile 12 no'lu mikste, en düşük değer ise kontrol dondurması olan 1 no'lu miksten elde edilmiştir. Ancak 1 no'lu mikste 10 ve 20 rpm'de ölüm yapılamadığı için sonuçların istatistiki açıdan değerlendirilmesi mümkün olmamıştır.

4.2. Dondurmaların Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

4.2.1. pH değerleri

Değişik oranlarda stabilizatör katılarak elde edilen mikslerden işlenmiş dondurmaların pH değerleri izelge 4.2'de verilmiştir. Dondurmanın yapısı, kıvamı, dayanma süresi ve tadı üzerine etki eden faktörlerin başında gelen pH değeri (Demir 2001), en düşük 6.30 ile %0.1 karragenan, %0 ksantan ve %0.2 keçiboynuzu zankı içeren 14 numaralı dondurma örneğinde, en yüksek pH değeri ise 6.37 ile stabilizatör içermeyen 1 no'lu kontrol örneğinde tespit edilmiştir. Verilen değerlerden de anlaşılacağı gibi dondurma yapımında kullanılan stabilizatör oranlarına göre dondurmaların pH değerleri 6.30 ile 6.37 gibi birbirlerine çok yakın değerlerde değişim göstermiştir.

Varyasyon kaynaklarının dondurmaların pH değerlerine olan etkisi istatistiki açıdan incelenmiş ve ortaya çıkan farklılığın önemli olup olmadığını tespit etmek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları izelge 4.3'de verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi, dondurmaların pH değerleri üzerine sadece 'karragenan x LBG' interaksiyonunun etkisi $p < 0.01$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Diğer varyasyon kaynaklarının dondurmaların pH değerlerine etkisi ise önemli çıkmamıştır.

Çizelge 4.2. Keçiboynuzu pekmezli dondurmaların ortalama bileşim değerleri

Formül No	pH	Kurumadde (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Hacim Artışı (%)
1	6.37	28.17	1.4	3.96	40.725
2	6.35	28.77	1.7	3.73	19.602
3	6.35	28.24	1.7	4.33	19.775
4	6.34	29.10	1.8	4.03	21.364
5	6.35	28.27	1.6	3.84	27.423
6	6.32	28.22	1.7	3.66	20.045
7	6.34	28.82	1.7	3.92	24.239
8	6.34	28.96	1.6	3.85	14.497
9	6.36	27.83	1.5	4.30	30.119
10	6.34	28.02	1.6	4.05	20.973
11	6.33	26.91	1.6	3.79	17.719
12	6.32	27.82	1.9	4.36	8.6870
13	6.31	26.63	1.7	4.01	22.171
14	6.30	26.91	1.6	3.88	17.766
15	6.34	27.54	1.7	3.89	21.631
16	6.33	27.17	1.8	3.87	19.063
17	6.32	25.70	1.7	4.05	28.560
18	6.34	26.29	1.5	3.84	18.041
19	6.31	27.23	1.6	3.86	18.988
20	6.35	28.26	1.7	3.69	16.736
21	6.33	27.59	1.7	4.04	24.605
22	6.33	26.79	1.7	4.09	20.611
23	6.36	27.05	1.65	3.72	22.296
24	6.35	27.31	1.6	3.75	18.274
25	6.33	26.93	1.7	3.98	26.281
26	6.32	26.10	1.5	3.87	33.443
27	6.32	26.14	1.65	3.81	24.458
28	6.33	26.52	1.6	3.96	20.350
29	6.31	25.87	1.55	3.71	23.684
30	6.32	26.02	1.5	4.18	22.921
31	6.33	26.42	1.55	3.53	20.903
32	6.32	25.85	1.55	3.83	17.674
33	6.34	26.07	1.5	3.91	25.134
34	6.33	26.51	1.5	4.12	12.535
35	6.34	26.84	1.5	4.12	18.287
36	6.34	26.32	1.5	3.74	18.336

Çizelge 4.3. Keçiboynuzu pekmezli dondurmaların pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S. D.	K. O.	F Değeri
Karragenan gamı (Karr)	2	0.00044236	0.0305
Ksantan gamı (Ksan)	2	0.00001736	0.8682
Karr*Ksan	4	0.00064965	0.0006
Keçiboynzu gamı (LBG)	3	0.00030185	0.0666
Karr*LBG	6	0.00072199	0.0001**
Ksan*LBG	6	0.00038866	0.0067
Karr*Ksan*LBG	12	0.00045150	0.0001
Hata	108	0.00012269	

(**) $p < 0.01$ düzeyinde çok önemli

4.2.2. Kurumadde miktarları

Dondurmada su dışındaki diğer tüm unsurları içeren kurumadde; dondurmanın kalitesi, bileşimi ve besin değeri üzerine etki eden faktörlerin başında gelmektedir. Örneklerin kurumadde değerleri Çizelge 4.2'te verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi, dondurmalarındaki kurumadde değeri %29.10 ile %25.70 arasında değişmektedir. Dondurmaların en yüksek kurumadde değeri 29.10 ile sadece %0.6 keçiboynuzu zamkı içeren 4 no'lu örnekte, en düşük değer ise 25.70 ile %0.1 karragenan ve %0.1 ksantan gam içeren 17 no'lu dondurmada elde edilmiştir. Dondurmaların kurumadde miktarlarında ortaya çıkan bu farklılığın, ısıtma sırasında mikslardan farklı düzeyde suyun buharlaşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü katılan stabilizatör miktarına bağlı olarak viskozitesi değişen mikslerin 80°C'ye kadar ısıtılması farklı zamanlarda olmuş ve böylece buharlaşma da farklı düzeylerde gerçekleşmiştir.

Mann (1977) verdiği dondurma formülasyonunda toplam kurumaddeyi %33.28 olarak belirtirken; Bradley ve Hekmati (1981) ise normal bileşimli bir dondurmada %31.7 oranında kurumadde bulunmasını önermişlerdir. Araştırmamızda ürettiğimiz dondurmalarındaki kurumadde miktarının düşük çıkmasının nedeni, mikse ilave edilen yağ ve süt tozunun az olmasıdır.

Dondurma mikslarına farklı oranlarda katılan stabilizatörlerin kurumadde miktarları üzerine olan etkisini belirleyebilmek amacıyla elde edilen verilere varyans analizi uygulanmış ve sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, kullanılan stabilizatörlerin dondurmaların kurumadde miktarları üzerine etkisi bulunmamaktadır. Ancak varyasyon kaynaklarından 'karragenan x ksantan, 'karragenan x LBG' ve 'karragenan x ksantan x LBG' etkileşimlerinin dondurmaların kurumadde miktarları üzerinde çok önemli derecede ($p < 0.01$) etkili olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.4. Keçiboynuzu pekmezli dondurmaların kurumadde miktarlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S. D.	K. O.	F Değeri
Karragenan gamı (Karr)	2	2.67545069	8.58
Ksantan gamı (Ksan)	2	0.01418819	0.05
Karr*Ksan	4	6.37907049	20.46**
Keçiboynuzu gamı (LBG)	3	0.17512407	0.56
Karr*LBG	6	3.49558310	11.21**
Ksan*LBG	6	0.29467616	0.95
Karr*Ksan*LBG	12	4.23699456	13.59**
Hata	108	0.3118009	

(**) $p < 0.01$ düzeyinde çok önemli

4.2.3. Yağ miktarları

Yağ, dondurmalara sadece tat ve lezzet vermekle kalmayıp, aynı zamanda dondurmalarda istenen tekstürel özelliklerinin gelişimini de sağlamaktadır. Dondurma örneklerinde belirlenen süt yağı miktarları Çizelge 4.2'de verilmiştir. En düşük süt yağının herhangi bir stabilizatör katılmamış 1 no'lu örnekte, en yüksek değerin ise 1.9 ile %0.2 ksantan ve %0.6 keçiboynuzu gamı içeren 12 no'lu örnekte bulunduğu görülmektedir.

Dondurma mikslarına farklı oranlarda ilave edilen stabilizatörlerin, dondurmalarındaki yağ miktarları üzerine olan etkisini belirleyebilmek amacıyla yapılan

varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Çizelgeden izlenebileceği gibi, deneme dondurmalarının yapımında kullanılan stabilizatörlerin yağ miktarları üzerine etkisi önemsiz çıkmıştır. Bunun yanında, stabilizatörler arasındaki interaksyonlar da dondurmaların yağ miktarları üzerine istatistikî açıdan önemli bir etkide bulunmamıştır.

Çizelge 4.5. Keçiyoynuzu pekmezli dondurmaların yağ değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S D.	K O	F Değeri
Karragenan gamı (Karr)	2	0.00270833	0.55
Ksantan gamı (Ksan)	2	0.00395833	0.80
Karr*Ksan	4	0.02541667	5.13
Keçiyoynuzu gamı (LBG)	3	0.00268519	0.54
Karr*LBG	6	0.01122685	2.27
Ksan*LBG	6	0.01608796	3.25
Karr*Ksan*LBG	12	0.01129630	2.28
Hata	108	0.00495370	

Prindville vd. (1999), yaptıkları bir çalışmada, dondurmanın sertliğine bileşimdeki yağ miktarının etkili olduğunu ve az yağlı dondurmaların tam yağlı dondurmalara göre daha sert yapı gösterdiğini bildirmişlerdir.

4.2.4. Protein miktarları

Dondurma örneklerinde belirlenen protein miktarları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çizelgeden, dondurma örneklerine ait en düşük protein miktarının %3.53 değeri ile %0.2 karragenan, %0.1 ksantan ve %0.4 keçiyoynuzu gamı içeren 31 no'lu örnekte, en yüksek değer ise %4.33 değeri ile sadece %0.4 keçiyoynuzu zımkı içeren 3 no'lu dondurmada bulunduğu görülmektedir. Dondurma miksleri hazırlanırken kullanılan katkı maddeleri örneklerin hepsinde aynı miktardadır. Dondurma formülasyonlarındaki farklılık sadece stabilizatör miktarlarında olup, mikse katılan stabilizatör miktarları %0.0 ile toplam %1.0 arasında değişmektedir. Dolayısıyla daha önce de ifade edildiği gibi farklı viskoziteye sahip mikslerin pastörizasyon sıcaklığına kadar ısıtılmaları farklı zamanlarda gerçekleşmiş, bu durum da gerek kurumadde, gerekse kurumaddeyi

oluşturan bileşenlerin farklı çıkmasına neden olmuştur.

Dondurma mikslarına farklı oranlarda ilave edilen stabilizatörlerin protein miktarı üzerine olan etkisini belirleyebilmek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi, varyasyon kaynaklarından hiç birisinin dondurmanın süt yağı miktarları üzerine istatistiki olarak önemli bir etkisi bulunmamıştır.

Çizelge 4.6. Keçiboynuzu pekmezli dondurmaların protein değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S. D.	K. O.	F Değeri
Karıagenan gamı (Karr)	2	0.00006944	0.00
Ksantan gamı (Ksan)	2	0.01194444	0.32
Karr*Ksan	4	0.01579861	0.43
Keçiboynuzu gamı (LBG)	3	0.02247685	0.61
Karr*LBG	6	0.01997685	0.54
Ksan*LBG	6	0.10268519	2.78
Karr*Ksan*LBG	12	0.04195602	1.14
Hata	108	0.03692130	

4.2.5. Hacim artışı (over-run) değerleri

Dondurmaların işlenmesi sırasında yapılarına aldıkları hava ile hacimleri artmakta ve bu hacim artışı sayesinde hafif bir tekstür ortaya çıkmaktadır. Erime ve olgunlaşma dondurmadaki hava hücrelerinin boyutlarını etkiler. İyi kalitede bir dondurma üretimi için overrun ve hava kabarcıklarının boyutu dikkatli bir şekilde kontrol edilmelidir. (Marshall and Arbuckle 1996).

Deneme dondurmalarına ait over-run değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi en düşük over-run değeri %8.687 ile %0.2 ksantan ve %0.6 keçiboynuzu gamı içeren 12 no'lu örnekte, en yüksek değer ise %40.725 ile herhangi bir stabilizatör katılmadan yapılan 1 no'lu dondurma örneğinden elde

edilmiştir. Farklı stabilizatörler ve çok farklı oranda kullanımı, dondurmaların değişik düzeylerde hacim artışına neden olmuştur

Dondurma miksinde farklı oranlarda ilave edilen stabilizatörlerin hacim artışı üzerine olan etkisini belirleyebilmek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi, her bir varyasyon kaynağı ile stabilizatörler arası etkileşimlerin etkileri, dondurmalarındaki hacim artışı üzerine $p < 0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur

Çizelge 4.7. Keçiyoynuzu pekmezli dondurmaların hacim artışı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S D	K. O.	F Değeri
Karragenan gamı (Karr)	2	27.835786	101590**
Ksantan gamı (Ksan)	2	209.505479	764619**
Karr*Ksan	4	90.319885	329635**
Keçiyoynuzu gamı (LBG)	3	682.636385	2491374**
Karr*LBG	6	104.744592	382280**
Ksan*LBG	6	11.052382	40337.2**
Karr*Ksan*LBG	12	90.299496	329560**
Hata	108	0.000274	

(**) $p < 0.01$ düzeyinde çok önemli

Dondurma miksinde katılan stabilizatörlerin hacim artışı üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde dondurma mikslerinde hiç kullanılmayan ve %0.1 ve %0.2 oranlarında olmak üzere iki farklı oranda kullanılan karragenan gamı dondurma örneklerine ait ortalama hacim artışı değerlerini istatistik olarak çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde etkilemiştir. Buna göre en yüksek hacim artışı, karragenan gamı katılmamış mikslere işlenen dondurmalarıda görülmüştür. İkinci sırada %0.2 karragenan gamı içeren ve son olarak da miksinde %0.1 karragenan stabilizatörü içeren dondurma gelmektedir.

Çizelge 4.8. Keçiboynuzu pekmezli dondurmaların hacim artışı değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ($p<0.01$)

Karragenan (%)	Ortalama
0.0	22.09 A
0.2	22.00 B
0.1	20.73 C
Ksantan (%)	Ortalama
0.0	23.89 A
0.1	21.13 B
0.2	19.79 C
LBG (%)	Ortalama
0.0	27.63 A
0.4	20.92 B
0.2	20.65 C
0.6	17.22 D

*Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklı değildir.

Aynı çizelgede, dondurma mikslerinde ksantan gam bulunmayan ve %0.1 ve %0.2 oranlarında olmak üzere ksantan gam içeren dondurma örneklerine ait ortalama hacim artışı değerleri de birbirinden istatistik olarak çok farklı çıkmıştır. Verilen değerlere göre en yüksek hacim artışı, ksantan gam içermeyen mikslerden elde edilen dondurmalarda bulunmuş, bunu yine %0.1 ve %0.2 ksantan gamı içeren dondurma örnekleri takip etmiştir.

Son olarak, dondurma mikslerinde %0.0, %0.2, %0.4 ve %0.6 oranlarında keçiboynuzu gamı içeren dondurma örneklerine ait ortalama hacim artışı değerleri de istatistik olarak birbirinden farklı çıkmıştır. En yüksek hacim artışı değeri yine keçiboynuzu gamı içermeyen örneklerde saptanmış olup, bunu sırasıyla %0.4, %0.2 ve %0.6 oranında keçiboynuzu gamı içeren dondurma örnekleri almıştır.

4.2.6. Tekstür değerleri

Araştırma kapsamında 36 adet dondurma örneğinde depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde tekstür analizi yapılarak elde edilen sertlik (hardness) değerleri Çizelge 4.9'da verilmiştir

Çizelge 4.9. Keçiboynuzu pekmezli dondurmaların ortalama sertlik değerleri (Newton).

Örnek No	1. Gün	15. Gün	30. Gün
1	60.289	57.356	102.494
2	75.586	108.966	102.494
3	48.532	88.332	93.6515
4	51.511	73.929	57.733
5	122.566	80.020	121.494
6	98.533	59.288	64.922
7	60.314	46.687	51.756
8	73.395	99.555	65.474
9	186.173	135.736	88.925
10	189.266	100.073	101.191
11	158.525	135.119	114.084
12	101.019	115.376	97.112
13	104.497	113.803	123.554
14	99.087	109.024	122.885
15	80.960	87.450	121.192
16	66.943	68.549	122.376
17	144.319	146.305	160.086
18	99.943	149.662	169.813
19	118.185	125.701	131.327
20	75.822	104.164	136.740
21	209.412	106.215	146.238
22	312.207	158.205	271.433
23	206.610	159.105	186.157
24	157.193	132.919	147.622
25	169.817	155.506	185.238
26	111.455	185.419	148.604
27	106.391	114.029	125.042
28	103.904	78.2825	148.331
29	180.926	238.283	273.950
30	207.819	219.735	248.488
31	115.453	55.0265	202.036
32	115.507	41.473	148.795
33	193.251	39.941	191.13
34	254.585	68.762	276.416
35	211.862	98.026	176.453
36	159.936	74.662	191.234

Çizelgeden görüleceği gibi, gerek dondurmaların yapımında kullanılan stabilizatörler ve miktarları, gerekse depolama süresine bağlı olarak dondurmaların sertlik değerlerinde çok büyük değişimler ortaya çıkmıştır. Tüm analiz değerleri incelendiğinde dondurmalarda tekstür için ifade edilen sertlik değerlerinin 39.941 N ile 312.207 N arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek sertlik değeri 312.207 N ile %0.1 karragenan, %0.2 ksantan ve %0.2 keçiyoynuzu gamı içeren 22 no'lu dondurma örneğinde 1. gün analizlerinde belirlenmiştir. Yine 1. gün analizlerindeki en düşük değer ise 48.532 N ile sadece %0.4 keçiyoynuzu gamı içeren 3 numaralı örnekte tespit edilmiştir. 15. gün değerlerine bakılacak olursa en yüksek ve en düşük değerler 238.283 N ile 41.473 N'dur. Bu dondurmalar ise sırasıyla %0.2 karragenan, %0.1 ksantan ve %0.0 keçiyoynuzu gamı içeren 3 numaralı örnek ile %0.2 karragenan, %0.1 ksantan ve %0.6 keçiyoynuzu gamı içeren 32 numaralı örnektir. 1. ve 15. gün sertlik değerleri incelendiğinde, genel olarak 30. örnek dahil depolama süresince dondurmalarındaki sertlik değerlerinin arttığı görülmektedir. Ancak 31'den 36. örneğe kadar 1. gün ile 15. gün değerleri arasında çok önemli düşüşler tespit edilmiştir. Aynı işlemler uygulandığı halde son altı örnekte ortaya çıkan bu düşüşler dikkat çekmiştir.

Ayrıca, Çizelgedeki değerlerin incelenmesinden anlaşılacağı gibi, dondurmalarındaki sertliğin stabilizatör miktarının artışıyla doğru orantılı artmadığı görülmektedir. Bu durumun kullanılan stabilizatörlerin özelliklerinin ve jel oluşturma yeteneklerinin farklı olmasından ve birbirleriyle sinerjistik etkileşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kaynak taramaları bölümünde de detaylı bir şekilde değinildiği gibi, dondurmada sertliğin dolayısıyla buzluluğun en önemli sebebi; stabilizatör oranının dondurmaya uygun olmaması, yanlış stabilizatörlerin kullanılması, depolama sıcaklığının dalgalanmalar vb diğer faktörler sayılabilir.

Dondurmanın sertlik değerleri üzerine kullanılan stabilizatörlerin etkisini görmek ve bu etkinin önemini ortaya koymak amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi, doğal olarak varyasyon kaynaklarının tamamının ve varyasyon kaynakları arasındaki

interaksiyonların dondurmanın sertlik değeri üzerine etkisinin çok önemli çıktığı görülmektedir ($p<0.01$).

Çizelge 4.10. Keçiboynuzu pekmezli dondurmaların tekstür değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F Değeri
Depolama Süresi (DS)	2	25549.0885	246.31**
Karragenan gamı (Karr)	2	79152.8243	763.09**
DS*Karr	4	10775.2954	103.88**
Ksantan gamı (Ksan)	2	48797.1579	470.44**
DS*Ksan	4	15435.3505	148.81**
Karr*Ksan	4	9267.1262	89.34**
DS*Karr*Ksan	8	3344.1483	32.24**
Keçiboynuzu gamı (LBG)	3	25047.5998	241.48**
DS*LBG	6	539.3633	5.20**
Karr*LBG	6	3876.8522	37.38**
DS*Karr*LBG	12	976.9022	9.42**
Ksan*LBG	6	5398.7144	52.05**
DS*Ksan*LBG	12	2617.6741	25.24**
Kar*Ksan*LBG	12	3015.0296	29.07**
DS*Kar*Ksan*LBG	24	926.5773	8.93**
Hata	108	103.7270	

(**) $p<0.01$ düzeyinde çok önemli

Farklı oranlarda kullanılan stabilizatörlerin ve depolama süresinin dondurmaların sertliği üzerine etkisi Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi yapılarak karşılaştırılmış ve test sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi, en yüksek sertlik değerleri 30 gün derin dondurucuda saklanan örneklerde belirlenmiştir. Bunu 1. ve 15 gün değerleri izlemiştir. Dondurmalarda belirlenen sertlik değerleri ortalama olarak 1. gün için 137.956 N, 15. gün için 108.840 N ve 30. gün için 144.104 N olup, aralarındaki farklılık istatistiki açıdan önemli çıkmıştır.

Aynı çizelgeden görüldüğü üzere, %0.2 karragenan katılmış dondurmalarındaki sertlik değeri en yüksek (157.316 N) bulunmuş ve bunu sırasıyla %0.1 oranında karragenan gamı içeren dondurma (140.286 N) ile, karragenan katılmamış örnekler (93.299 N) takip etmiştir. Ksantan gam içeren dondurmaların ortalama sertlik değerleri ise, yüksekten düşüğe doğru sırasıyla 156.780 N, 129.382 N ve 104.738 N'dur. Bu değerler sırasıyla %0.2, %0.1 ve %0.0 ksantan gam içeren dondurma örneklerinden

elde edilmiştir. Son olarak, diğer stabilizatör, keçiyoynuzu gamının, dondurmaya verdiği en yüksek sertlik değeri olan 154.276 N, %0.2 oranında gam içeren dondurmalarından elde edilmiştir. İkinci ve üçüncü sertlik değerleri 140.644 N ve 120.911 N olarak LBG katılmamış ve %0.4 oranında keçiyoynuzu gamı içeren dondurma örneklerinde bulunmuştur. Sonuncu olarak, en düşük değer olan 105.370 N, %0.6 oranında keçiyoynuzu gamı içeren dondurma örneklerinden alınmıştır.

Çizelge 4.11 Keçiyoynuzu pekmezli dondurmaların tekstür değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Depolama süresi	Ortalama
30	144.104 A
1	137.956 B
15	108.840 C
Karragenan (%)	Ortalama
0.2	157.316 A
0.1	140.286 B
0.0	93.299 C
Ksantan (%)	Ortalama
0.2	156.780 A
0.1	129.382 B
0.0	104.738 C
LBG (%)	Ortalama
0.2	154.276 A
0.0	140.644 B
0.4	120.911 C
0.6	105.370 D

*Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklı değildir.

4.2.7. Duyusal değerlendirme

Dondurmalarda yapılan duyusal değerlendirme sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir. Yapılan duyusal analizlere göre renk-görünüşte en yüksek değer olan 6.5

ortalama puanı 4, 19 ve 32 no'lu örneklere verilmiştir. Diğer bir kriter olan yapı ve kıvam ortalamalarına göre en yüksek puan 6.66 olarak 15 no'lu dondurma örneğine verilmiştir. Tat ve koku ortalama puanlarına bakıldığında ise en beğenilen dondurmanın 6.33 puan ile 19 no'lu formülasyona sahip dondurma olduğu görülmektedir. Toplam puanlara bakıldığında, 19.66 puan verilen 19 no'lu dondurma en beğenilen dondurma olmuş, bunu sırasıyla 18.00 toplam ortalama puanla 18 no'lu örnek ve 17.50 toplam puan ortalamasıyla 4 ve 28 no'lu dondurma örnekleri izlemiştir. Duyusal değerlendirmede toplam olarak en yüksek puanı alan 19 no'lu dondurmanın formülasyonunda kullanılan stabilizatör oranları %0.1 karragenan, %0.1 ksantan ve %0.4 keçiyoynuzu gamıdır.

Çizelge 4.12. Keçiyoynuzu pekmezli dondurmanın duyusal analiz sonuçları

Formül No	Puanlar (7 tam puan üzerinden)			Toplam Ortalama
	Renk ve Görünüş	Yapı ve Kıvam	Tat ve Koku	
4	6.50	5.50	5.50	17.50
7	5.66	5.16	5.00	16.16
11	6.33	5.50	5.33	17.16
15	6.00	6.66	5.33	18.00
19	6.50	5.66	6.33	19.66
23	5.50	4.33	5.33	15.33
28	6.16	5.50	5.83	17.50
32	6.50	4.66	4.83	16.00
35	5.66	4.83	5.00	15.50

5.SONUÇ

Yeni bir dondurma çeşidi üretmek, üretilen bu dondurmaların fiziksel ve kimyasal niteliklerini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada, sakkaroz yanında doğal bir tatlandırıcı olarak belirli miktarda keçiyoynuzu pekmezinden de yararlanılmıştır. Doğal, ekolojik ve besleyici değeri yüksek bir gıda olması nedeniyle keçiyoynuzu pekmezinin yeni bir dondurma çeşidinde kullanılabileceği ve duyuşsal olarak herhangi bir olumsuz etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir.

Bu çalışmaya başlamadan önce yapılan ön denemelerle mikslere katılacak süt yağı, yağsız süt kurumaddesi, sakkaroz ve keçiyoynuzu pekmezi gibi maddelerin miktarları belirlenmiş, bunlara ilaveten farklı oranlarda değişik stabilizatörler katılarak dondurmalar yapılmıştır. Bilindiği gibi dondurma üretiminde çok değişik stabilizatörlerden yararlanılmaktadır. Ancak bu çalışmada, sentetik stabilizatörler yerine doğal olan keçiyoynuzu, ksantan ve karragenan gamlarını kullanılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, stabilizatörlerin birlikte kullanımıyla ortaya çıkan sinerjistik etki sonucu daha iyi tekstür ve iyi yapıda dondurma üretilmiştir. En fazla beğenilen örnek ise, %0.1 karragenan, %0.1 ksantan ve %0.4 keçiyoynuzu gamı kullanılarak üretilen 19 no'lu dondurma örneği olmuştur. Bu dondurmaların kimyasal ve fiziksel özelliklerine bakılacak olursa; pH değerinin 6.31, kurumadde içeriğinin %27.23, yağ içeriğinin %1.6, protein içeriğinin %3.86, over-run değerinin %18.98, sertlik değerlerinin ise 1. günde 118.185 N, 15 günde 125.701 N ve 30. günde 131.327 N olduğu görülmektedir.

6.KAYNAKLAR

ANONİM, 1974. TS 1329 "Süt Tozu" Standardı, TSE, Ankara.

ANONİM, 1975. TS 1864 "Krema" Standardı, TSE, Ankara.

ANONİM, 1986. TS 4851 "Dondurma- Toplam Katı Madde Miktarı Tayini- Referans Metot" Standardı, TSE, Ankara.

ANONİM, 1990a. TS 7780 "Akide Şekeri" Standardı, TSE, Ankara.

ANONİM, 1990b. TS 8189 "Süt-Yağ Tayini-Gerber Metodu" Standardı, TSE, Ankara.

ANONİM, 1992. TS 4265 "Dondurma-Süt Esaslı" Standardı, TSE, Ankara.

ANONİM, 1994. TS 1018 "İnek sütü-Çiğ" Standardı, TSE, Ankara.

AIME, D.B. ARNFIELD, S.D. MALCOLMSON, L.J. and RYLAND, D. 2001. Textural Analysis of Fat Reduced Vanilla Ice Cream Products. *Food Research International*, 34: 237-246.

ALEXANDER, R.J. 1999a. Hydrocolloid Gums-Part I: Natural Products. *Cereal Foods World*, 44(9): 684-687.

ALEXANDER, R.J. 1999b. Hydrocolloid Gums-Part II: Synthetic Products. *Cereal Food World*, 44(10): 722-725.

AKYÜZ, N. ve S. ANDIÇ. 1992. Van İlinde Üretilen Dondurmaların Duyusal Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 2 / 2: 13-28ss.

- ARBUCKLE, W. S. 1986. pp. 43-47, 79, 187, 232-259, 318, 364 In *Ice Cream*. 4th ed. AVI Publ. Co., Inc., Westport, CT.
- AVALLONE, R., COSENZA, F., FARINA, F., BARALDI, C. and BARALDI, M. 2002. Extraction and Purification from *Ceratonia siliqua* of Compounds Acting on Central and Peripheral Benzodiazepine Receptors. *Fitoterapia*, 73: 390-396.
- AYDINLI, M. and TUTAŞ, M. 2000. Water sorption and Water Vapour Permeability Properties of Polysaccharide (Locust Bean Gum) Based Edible Films. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 33: 63-67.
- BATTLE, I. and TOUS, J. 1997. Carob Tree (*Ceratonia siliqua* L.). International Plant Genetic Resources Institute. Via delle Sette Chiese 142 00145 Rome, Italy. 97ss.
- BENICHOU, A., ASERIN, A. and GARRI, N. 2002. Protein-polysaccharide Interactions for Stabilization of Food Emulsions. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 23(1-3): 93-123
- BERGER, K. G., BULLIMORE, B. K., WHITE, G. W. and WRIGHT, W. B. 1972. The Structure of Ice Cream. *Dairy Industries*, 419-425, 493-497.
- BERGER, K. G. 1990. Ice cream. K. Larsson and S. E. Friberg, ed. Marcel Dekker, New York, NY., pp: 367.
- BLOND, G. 1988. Velocity of Linear Crystallization of Ice in Macromolecular Systems. *Cryobiology*, 25:61.
- BODYFELI, F. W., IOBIAS, J. and TROUT, G. M. 1988. The Sensory Evaluation of Dairy Products. AVI Publishing. ISBN: 0-442-22685-3.

- BOURRIOT, S., GARNIER, C., and DOUBLIER, J. L. 1999a. Phase Separation, Rheology and Structure of Micellar Casein-Galactomannan Mixtures. *International Dairy Journal*, 9: 353-357.
- BOURRIOT, S., GARNIER, C., and DOUBLIER, J. L. 1999b. Phase Separation, Rheology and Microstructure Of Micellar Casein-Guar Gum Mixtures. *Food Hydrocolloids*, 13: 43-49.
- BOURRIOT, S., GARNIER, C., and DOUBLIER, J. L. 1999c. Micellar-Casein- κ -carrageenan Mixtures: I. Phase Separation and Ultrastructure. *Carbohydrate Polymers*, 40: 145-157.
- BRADLEY, R. L. and HEKMATI, M. 1981. Preparation of Frozen Yoghurt. United States Patent 4 293 573
- BRIGHAM, J. E., M. J. GIDLEY, R. A. HOFFMAN and C. G. SMITH. 1994. Microscopic Imaging of Network Strands in Agar, Carrageenan, Locust Bean Gum and Kappa Carrageenan / Locust Bean Gum Gels. *Food Hydrocolloids*, 8:331.
- BUDIAMAN, E. R. and O. FENNEMA. 1987. Linear Rate of Water Crystallization as Influenced by Viscosity of Hydrocolloid Suspensions. *Journal Dairy Science*, 70:547-554.
- BUYONG, N. and O. FENNEMA. 1988. Amount and Size of Ice Crystals in Frozen Samples as Influenced by Hydrocolloids. *Journal Dairy Science*, 71:2630-2639
- CALDWELL, K. B., GOFF, H. D. and STANLEY, D. W., 1992. A Low Temperature Scanning Electron Microscopy Study of Ice Cream II. Influence of Selected Ingredients and Processes. *Food Structure*, 11: 11-23.

- CARNALI, O. J. 1991. A Dispersed Anisotropic Phase as the Origin of the Weak-Gel Properties of Aqueous Xanthan Gum. *Journal of Applied Polymer Science*, 43: 929-941.
- CASAS, J.A., SANTOSA, V.E. and GARCIA-OCHOA, A. 2000. Xanthan Gum Production Under Several Operational Conditions: Molecular Structure and Rheological Properties. *Enzyme and Microbial Technology*, 26(2-4): 282-291
- CHANG, Y. and HARTEL, R. W. 2002. Stability of Air Cells in Ice Cream During Hardening and Storage. *Journal of Food Engineering*, 55: 59-70.
- CHEN, Y., LIAO, M.L., BOGER, D.V. and DUNSIAN, D.E. 2001. Rheological characterization of κ -carrageenan / Locust Bean Gum Mixtures. *Carbohydrate Polymers*, 46: 117-124.
- CLARKE, C. J., BUCKLEY S. and LINDNER, N. 2004. Ice Structuring Proteins in Ice Cream. in Ice cream II, IDF-ref. S. I. 0401, ISBN: 92 9098 038-9. Brussels, Begium pp:33-45.
- COLE, W. C. 1932. Relation of Temperature of Ice Cream to the Distribution of Certain of Its Component Between the Liquid and Solid Phases. *Journal Dairy Science*, 15:25.
- CORNWELL, A. S. 1960. Theoretical Aspects of Hydrocolloids in Controlling Crystal Structure in Foods. Physical Foundation and Hydrocolloids *Advanced Chemical Ser. Am. Society*, 25:59.
- COITRELL, J. I. L., G. PASS and G. O. PHILLIPS. 1980. The Effect of Stabilizers on the Viscosity of an Ice Cream Mix. *Journal Science Food Agriculture*, 31:1066-1070.

- ÇAKMAKCI, S., ÇELİK, İ. 2000. Gıda Katkı Maddeleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu: 164. Erzurum 110 ss.
- DALGLEISH, D.G and MORRIS E. R., 1988 Interactions Between Karrageenans and Casein Micelles: Electrophoretic and Hydrodynamic Properties of the Particles. *Food Hydrocolloids*, 2: 311-320.
- DAVIDSON, V. J., GOFF H. D. and FLORES A. 1995. Flow Characteristics of Viscous Dairy Fluids in HST Holding Tubes *Journal Dairy Science*, 78(S1): 105-108.
- DAVIDSON, V. J., GOFF H. D. and FLORES A. 1996. Flow Behavior of Viscous, Non-Newtonian Fluids in Holding Tubes of HST Pasteurizers *Journal Food Science*, 61: 573-576.
- DEA, I. C., MORRIS, E. R., REES, D. A., WELSH, E. J., BARNES, H. A. and PRICE, J. 1977. Associations of Like and Unlike Polysaccharides: Mechanism and Specificity in Galactomannans, Interacting Bacterial Polysaccharides and Related Systems. *Carbohydrate Research*, 57: 249-272.
- DEMİR, M. 2001. Kefir Dondurması Üretimi ve Üretilen Dondurmaların Duyusal, Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, 1-14 ss.
- DEMİRCİ, M. ve ŞİMŞEK, O., 1997. Süt İşleme Teknolojisi. Hasad Yayıncılık, İstanbul, 364 ss.
- DeMARS, L.L. and ZIEGLER, G.R. 2001. Texture and Structure of Gelatin / Pectin-based Gummy Confections. *Food Hydrocolloids*, 15(2001): 643-653.

- De VRIES, J. 2002. Interaction of Carrageenan with Other Ingredients in Dairy Dessert Gels. In P. A. Williams and G. O. Phillips Eds., Vol. 11, pp. 200–210. Gums and Stabilisers for the Food Industry, London: Royal Society of Chemistry
- DICKINSON, E. 2003. Hydrocolloids at Interfaces and the Influence on the Properties of Dispersed Systems. *Food Hydrocolloids*, 17: 25-39.
- DOLAN, K. O., R. P. SINGH and J. H. WELLS. 1985. Evaluation of Time-Temperature Related Quality Changes in Ice Cream During Storage. *Journal Food Process. Preserv*, 9:253.
- DONHOWE, D. P. and HARTEL, R. W. 1996a. Recrystallization of Ice in Ice Cream During Controlled Accelerated Storage. *Int Dairy Journal*, 6: 1191–1208.
- DONHOWE, D. P. And HARTEL, R. W. 1996b. Recrystallization of Ice During Bulk Storage of Ice Cream. *International Dairy Journal*, 6: 1209–1221.
- DOXANAKIS, V., 1997. Ice Cream, Proceedings of the International Symposium International Dairy Federation-ref. S I 9803, ISBN 92-9098-029-3, Belgium, 10-16pp.
- DROHAN, D. D., IZIBOULA, A., McNULTY, D. and HORNE, D. S. 1997. Milk Protein–Carrageenan Interactions. *Food Hydrocolloids*, 11: 101–107
- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, I., KAVUNCU, O. ve GÜRBÜZ, F., 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları II.) Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1021, Ankara, 381 ss.
- DZIEZAK, J. D. 1991. A Focus on Guitis. *Food Technology*, 45(3): 116-132.
- EARL, F. A. and P. H. TRACY. 1960. The Importance of Temperature in the Storage of Ice Cream. *Ice Cream Trade Journal*, 56:36.

- EKŞİ, A. ve ARTIK, N. 1986. Harnup (Keçiboynuzu) Meyvesi ve Pekmezinin Kimyasal Bileşimi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı. Cilt 36. Fasikül 1: 77-82.
- EVERINGTON, D. W. 1991. The Special Problems of Freezing Ice Cream pp. 133 in Food Freezing: Today and Tomorrow. W. B. Bold, ed Springer-Verlag, London, United Kingdom.
- FARKAS, E. and GLICKSMAN, M. 1967. Hydrocolloid Rheology in the Formulation of Convenience Foods. *Food Technology*, 21: 49-52.
- FENNEMA, O. 1993. Frozen Food: Challenges for the Future. *Food Aust.* 45:374
- FLORES, A. A. and H. D. GOFF. 1999. Ice Crystal Distributions in Dynamically Frozen Model Solutions and Ice Cream as Affected by Stabilizers. *Journal Dairy Science*, 82:1399-1407.
- FRANSEN, J. H. and E. A. MARKHAM. 1916. pp. 58-64 in the Manufacture of Ice Cream and Ices. Orange Judd Publ. Co., New York, NY.
- GALAZKA, V. B., DICKINSON, E. and LEDWARD, D. A. 2000. Emulsifying Properties of Ovalbumin in Mixtures with Sulphated Polysaccharides: Effects of pH, Ionic Strength, Heat and High-Pressure Treatment. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 1219-1229.
- GARTI, N. 1999. Hydrocolloids as Emulsifying Agents for Oil-In-Water Emulsions. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 20(1/2): 327-355
- GENCER, G. 1989. Effect of Selected Additives on the Flow Parameters of 1:1 Mixtures of Carrageenan-Guar and CMC-Locust Bean Gum. *Journal of Texture Studies*, 20(1989): 473-478.

- GLICKSMAN, M. 1991. Hydrocolloids and Search for the "Oily Grail". *Food Technology*, 45(10): 94, 96-103.
- GOFF, H. D. and DAVIDSON V.J. 1992. Flow Characteristics and Holding Time Calculations of Ice Cream Mixes in HTST Holding Tubes. *Journal Food Protocol*, 55: 34-37.
- GOFF, H. D., DICKINSON, F. and WALSTRA, F. 1993a Interactions and Contributions of Stabilizers and Emulsifiers to Development of Structure in Ice Cream in F. Dickinson (Ed.), *Food Colloids and Polymers: Stability and Mechanical Properties*. pp. 71-74. Cambridge, U.K.: Royal Society of Chemistry.
- GOFF, H. D., K. B. CALDWELL, D. W. STANLEY and I. J. MAURICE 1993b The Influence of Polysaccharides on the Glass Transition in Frozen Sucrose Solutions and Ice Cream. *Journal Dairy Science*, 76:1268-1277.
- GOFF, H. D. and SAHAGIAN, M. E. 1996. Freezing of Dairy Products in L. E. Jeremiah (Ed.), *Freezing Effects on Food Quality*, pp. 299-335. New York: Marcel Dekker, Inc.
- GOFF, H. D. 1997. Colloidal Aspect of Ice Cream. *Int Dairy Journal*, 7:363-373.
- GOFF, H. D., FERDINANDO, D. and SCHORSCH, C. 1999. Fluorescence Microscopy to Study Galactomannan Structure in Frozen Sucrose and Milk Protein Solutions. *Food Hydrocolloids*, 13:353-362.
- GÖNÇ, S. ve GAHUN, Y. 1980. Hidrokolloidler ve Sütçülükte Kullanımları *Ege Ünivesitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2): 49-67.

- GÖNÇ, S. ve ENFİYECİ, A.S. 1987. Dondurma Teknolojisinde Kullanılan Emülsifiye ve Stabilize Edici Maddeler, Fonksiyonları ve Kombinasyonları. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2): 209-221.
- GÜRSEL, A. ve KARACABEY, A., 1998. Dondurma Teknolojisine İlişkin Hesaplamalar, Reçeteler ve Kalite Kontrol Testleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1498, Ankara, 172 ss.
- GÜVEN, M. ve HAYALOĞLU, A.A. 2001. Hidrokolloidler ve Süt Teknolojisinde Kullanımları. *Gıda*, Temmuz (2001): 72-79.
- HAGIWARA, T. and R. W. HARTEL. 1996. Effect of Sweetener, Stabilizer and Storage Temperature on Ice Recrystallization in Ice Cream. *Journal Dairy Science*, 79:735-744.
- HARPER, E. K., and C. F. SHOEMAKER. 1983. Effect of Locust Bean Gum and Selected Sweetening Agents on Ice Recrystallization Rates. *Journal Food Science*, 48:1801-1803, 1806
- HARTEL, R. W. 1992. Solid-Liquid Equilibrium: Crystallization in Foods. pp 47 in Physical Chemistry of Foods. H. G. Schwartzberg and R. W. Hartel, ed. Marcel-Dekker, Inc., New York, NY.
- HARTEL, R. W. 1996. Ice Crystallization During the Manufacture of Ice Cream. *Trends in Food Science and Technology*, 7: 315-321.
- HARTEL, W. H. 1998. Mechanisms and Kinetics of Recrystallisation in Ice Cream in D. S. Reid (Ed.), The Properties of Water in Foods IOSOPOW 6, pp. 287-319. London: Blackie Academic and Professional.

- HEMAR, Y., HALL, C. E., MUNRO, P. A. and SINGH, H. 2002. Small and Large Deformation Rheology and Microstructure of κ -Carrageenan Gels Containing Commercial Milk Protein Products. *International Dairy Journal*, 12: 371–381.
- HERNANDEZ, M. J., DOLZ, J., DOLZ, M., DELEGIDO, J. and PELLICER, J. 2001. Viscous Synergism in Carrageenans (κ and λ) and Locust Bean Gum: Influence of Adding Sodium Carboxymethyl cellulose. *Food Science Technology International*, 7(5): 383-391.
- HOOD, L. F. and ALLEN, J. E. 1977. Ultrastructure of Carrageenan-Milk Sols and Gels. *Journal of Food Science*, 42(4): 1062–1065.
- JIMENEZ-FLORES, R., KLIPFEL, N. J. and TOBIAS, J. 1993. Ice Cream and Frozen Desserts in Y. H. Hui, Dairy Science and Technology Handbook, volume 2: product manufacturing pp: 57-157. New York: VCH Publishers. Inc.
- JONES, D.K. 1953. Carob Culture in Cyprus. FAO 53/2/1225 FAO, Rome.
- KARKACIER, M. 1994. Keçiboynuzu Meyvesinin Ekstraksiyon Koşulları ve Durultulması Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ankara 53 ss.
- KARKACIER, M., ARTIK, N. 1995. Keçiboynuzunun (*Ceratonia siliqua* L.) Fiziksel Özellikleri, Kimyasal Bileşimi ve Ekstraksiyon Koşulları. *Gıda* 20(3): 131-136
- KAUR, A., SINGH, G. and KAUR, H. 2000. Studies on Use of Emulsifiers and Hydrocolloids as Fat Replacers in Baked Products. *Journal of Food Science and Technology*, 37(3): 250-255.
- KAYA, S. ve TEKİN, A. R. 2001. The Effect of Salep Content on the Rheological Characteristics of a Typical Ice Cream Mix. *Journal of Food Engineering*, 47:59-62.

- KEÇELİ, I., KONAR, A. and ROBINSON, K.K., 1997. Effect of Sahlep and Some Alternative Stabilizers on the Qualities of Goat Milk Ice Cream. Ice Cream, Proceedings of the International Symposium. International Dairy Federation-ref S.I. 9803, ISBN 9290-98-029-3,180 p. Belgium.
- KEOGH, M. K., LAINE, K. I. and O'CONNOR, J. F. 1995. Rheology of Sodium Caseinate-Carrageenan Mixtures. *Journal Of Texture Studies*, 26: 635-652.
- KONAR, A. and AKIN, M.S., 1992. İnek, Keçi ve Koyun Sütlerinden Üretilen Dondurmaların Kimyasal, Fiziksel ve Duyusal Bazı Özelliklerinin Saptanması Üzerine Karşılaştırılmalı Bir Araştırma. Doğa-Tı. *Journal Of Agricultural and Forestry*, 16 (1992), TÜBİTAK, 711-720
- KÖK, M. Ş., HILL, S. E. and MITCHELL, J. R. 1999. A Comparison of the Rheological Behaviour of Erude and Refined Locust Bean Gum Preparations During Thermal Processing. *Carbohydrate Polymers*, 38: 261-265.
- KURİ, A., ÇAKMAKÇI, S. ve ÇAĞLAR, A., 1993. Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metodları Rehberi. A.Ü. Yayınları No: 252/d, Ziraat Fakültesi yayınları No:18, Ders Kitapları serisi no: 252/d, Genişletilmiş 5. Baskı, Erzurum, 238 ss
- LAMPERT, M.L. 1975. Modern Dairy Product. Chemical Publishing Company Inc., New York, New York. pp.475.
- LANGENDORFF, V., CUVELIER, G., LAUNAY, B. and PARKER, A. 1997. Gelation and Flocculation of Casein Micelle / Carrageenan Mixtures. *Food Hydrocolloids*, 11: 35-40.
- LANGENDORFF, V., CUVELIER, G., MICHON, C., LAUNAY, B., PARKER, A., and De KRUIF, C. G. 2000. Effects of Carrageenan Type on the Behaviour of Carrageenan / Milk Mixtures. *Food Hydrocolloids*, 14: 273-280

- LEEDER, J.G. and OSTROFF, B., 1966. Causes of Lactose Crystallization in Ice Cream. XVII International Dairy Congress. *Elf*, 409-422
- LEVINE, H and L. SLADE. 1986 A Polymer Physico-Chemical Approach to the Study of Commercial Starch Hydrolysis Products [SPHs] *Carbohydrate Polymers*, 6:213.
- LOUCA, A and PAPAS, A. 1973. The Effect of Different Proportions of Carob Pod Meal in the Diet on the Performance of Calves and Goats *An Pro*, 17: 139-146.
- LUNDIN, L. and HERMANSSON, A M. 1997. Rheology and Microstructure of Ca- and Na- κ -carrageenan and Locust Bean Gum Gels. *Carbohydrate Polymers*, 34: 365375.
- LYNCH, M. G., and MULVIHILL, D. M. 1994. The Influence of Caseins on the Rheology of κ -carrageenan Gels in G. O. Phillips, D. J. Wedlock, and P. A. Williams, Eds., Vol. 7: pp. 323-332. Gums and Stabilisers for the Food Industry, Oxford: IRL Press.
- MANN, E. J., 1977 Frozen Yoghurt *Dairy Industries International*. 42 (II): 21, 24.
- MARCOTTE, M, IAHERIAN-HOSHAHILI, A.R. and RAMASWAMY, H.S. 2001. Rheological Properties of Selected Hydrocolloids as a Function of Concentration and Temperature *Food Research International*, 34(8): 695-703.
- MARSHALL, R. I. and W. S. ARBUCKLE 1996 pp. 18, 22-44, 59, 71-73, 93, 151-185, 203, 263-267, 319 in Ice Cream. 5th ed. International Thomson Publ., New York, New York.
- MERWIN, M.L. 1981. The Culture of Carob (*Ceratoni siliqua*) for Food, Fooder and Fuel in Semiarid Enviroments. International Tree Crops Institute USA Inc., California.

- MEULLENET, J. F., LYON, B. G., CARPENTER, J. A. and LYON, C. E. 1998. Relationship Between Sensory and Instrumental Texture Profile Attributes. *Journal of Sensory Studies*, 13: 77-93.
- MILLER-LIVNEY, I. and R. W. HARTL. 1997. Ice Recrystallization in Ice Cream: Interactions Between Sweeteners and Stabilizers. *Journal Dairy Science*, 80:447-456.
- MILO OHR, L. 2001. Stabilizers Enhance Texture of Ice Cream Novelties. *Prepared Foods*, 170(3):73.
- MIN, S. G., WOLF, W., MORTON, I. and SPIEB, W. E. L. 1994. Changes in Crystal-Size Distribution During Recrystallization of Ice in a Hydrocolloid Matrix. *Food Science and Technology*, 8:234-242.
- MUHR, A. H. and BLANSHARD, J. M. V. 1986. Effect of Polysaccharide Stabilizers on the Rate of Growth of Ice. *Journal Food Technology*, 21: 683-710.
- MUHR, A., H., BLANSHARD and J. M. V. SHEARD, S. J. 1986. Effect of Polysaccharide Stabilizers on the Nucleation of Ice. *Journal Food Technology*, 21:587-603.
- NASH, N. H. 1960. Functional Aspects of Hydrocolloids in Controlling Crystal Structure in Foods. Physical Foundation and Hydrocolloids *Advanced Chemical Ser. Am Soc*, 25(4): 45-58.
- NICKERSON, T. A. 1962. Lactose Crystallization in Ice Cream IV. Factors Responsible for Reduced Incidence of Sandiness. *J. Dairy Science*, 45: 354-359.

- OAKENFULL, D., MIYOSHI, E., NISHINARI, K. and SCOTT, A. 1999. Rheological and Thermal Properties of Milk Gels Formed with κ -carrageenan Sodium Caseinate. *Food Hydrocolloids*, 13: 525-533.
- OYSUN, G., 1991. Süt Ürünlerinde Analiz Yöntemleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Basımevi, Bornova-İzmir, 230 ss
- ÖZTÜRK, A., 1969. Ankara'da İşlenen Dondurmaların Yapılışı ve Genel Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 341, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara,
- PAI, V.B. and KHAN, S.A. 2002. Gelation and Rheology of Xanthan / Enzyme-Modified Guar Blends. *Carbohydrate Polymers*, 49: 207-216.
- PRINDVILLE, E. A., MARSHALL, R. I and HEYMANN, H. 1999. Effect of Milk Fat on the Sensory Properties of Chocolate Ice Cream. *Journal Of Dairy Science*, 82: 1425-1432.
- RAMIREZ, J.A, BARRERA, M., MORALES, O.G. and VAZQUEZ, M. 2002. Effect of Xanthan and Locust Bean Gums on the Gelling Properties of Myofibrillar Protein. *Food Hydrocolloids*, 16: 11-16.
- RANJAN, S. 2003. Effects of Milk Fat, Homogenization and Stabilizer-Emulsifier Blend on the Texture of Vanilla Ice Cream. Master of Science South Dakota State University. pp 8-15.
- REGAND, A. and GOFF, H. D., 2002. Effect of Biopolymers on Structure and Ice Recrystallization in Dynamically Frozen Ice Cream Model Systems. *Journal Dairy Science*, 85:2722-2732.
- REGAND, A. and GOFF, H. D., 2003. Structure and Ice Recrystallization in Frozen Stabilized Ice Cream Model Systems. *Food Hydrocolloids*, 17:95-102.

- REID, W. H. E., 1938. Factors Influencing the Body and Texture of Ice Cream. *Ice Cream Trade Journal*, 34(5): 20-24.
- REID, J. S. G. and EDWARDS, M. E. 1995 Galactomannans and Other Cell Wall Storage Polysaccharides in Seeds in A. M. Stephen, Ed., Food J.V. Patmore et al. *Food Hydrocolloids* 17:161-169, 168 Polysaccharides and Their Applications, pp. 155-186. New York: Marcel Dekker.
- RICHARDSON, P. H. and NORTON, I. T. 1998. Gelation Behavior of Concentrated Locust Bean Gum Solutions. *Macromolecules*, 31: 1575-1583.
- ROOD, A. B., DAVIS, J. R., DUNSTAN, D. E., FARREST, B. A. and BOGER, D. V. 2000. Rheological Characterization of 'Weak Gel' Carrageenan Stabilized Milks. *Food Hydrocolloids*, 14: 445-454.
- RUSSEL, A. B., CHEENEY, P. E. and WANILING, S. D. 1999. Influence of the Freezing Condition on Ice Crystallization in Ice Cream. *Journal of Food Engineering*, 39(2): 179-191
- SAHAGIAN, M. E. and Goff, H. D. 1995a. Influence of Stabilizers and Freezing Rate on the Stress Relaxation Behaviour of Freeze-Concentrated Sucrose Solutions At Different Temperatures. *Food Hydrocolloids*, 9:181-188
- SAHAGIAN, M. E. and Goff, H. D. 1995b. Thermal, Mechanical and Molecular Relaxation Properties of Stabilized Sucrose Solutions at Sub-Zero Temperatures. *Food Research International*, 28:1-8
- SAHLE, M., COLEON, J. and HAAS, C. 1992. Carob Pod (*Ceratonia siliqua*) Meal in Geese Diets. *Brit. Poultry Science*, 33: 531-541.

- SALDAMLI, İ. ve TEMİZ, A. 1988. Ankara'da Tüketime Sunulan Maraş Dondurmalarının Kaliteleri Üzerine Araştırmalar. *Sütçülük*, 7: 17 - 21.
- SALDAMLI, İ.B. 1998. Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, ISBN:975-8339-00-1, Ankara, 527 ss.
- SAMAT, S. K., SINGHAL, R. S., KULKARNI, P. R. and REGE, D. V. 1993. Protein-polysaccharide Interactions: A New Approach in Food Formulation *International Journal of Food Science and Technology*, 28: 547-562.
- SCHORSCH, C., GARNIER, C. and DOUBLIER, J.L. 1997. Viscoelastic Properties of Xanthan / Galaktomannan Mixtures: Comparison of Guar Gum with Locust Bean Gum. *Carbohydrate Polymers*, 34(1997): 165-175.
- SCHORSCH, C., CLARK, A. H., JONES, M. G. and NORTON, I. I. 1999a. Behaviour of Milk Protein / Polysaccharide Systems in High Sucrose. *Colloids and Surface B. Biointerfaces*, 12: 317-329.
- SCHORSCH, C., JONES, M. G. and NORTON, I. I. 1999b. Thermodynamic Incompatibility and Microstructure of Milk Protein / Locust Bean Gum / Sucrose Systems. *Food Hydrocolloids*, 13: 89-99.
- SCHORSCH, C., JONES, M. G. and NORTON, I. I. 2000. Phase Behaviour of Pure Micellar Casein / κ -Carrageenan Systems in Milk Salt Ultrafiltrate. *Food Hydrocolloids*, 14: 347-358.
- SHATWELL, K.P. and SUTHERLAND, L.W. 1991. Influence of the Interaction of Xanthan with Plant Polysaccharides-III. Xanthan-konjac Mannan Systems *Carbohydrate Polymers*, 14(1991): 131-147.

- SHIPE, W. F., ROBERTS, W. M. and BLANTON, L. F. 1963. Effect of Ice Cream Stabilizer on the Freezing Characteristics of Various Aqueous Systems. *Journal Dairy Science*, 46:169-175.
- SINGH, G., KAUR, A., HARINDER, K. and KAUR, B. 1997. Effect of Hydrocolloids and Emulsifiers on Rheological Properties of Wheat Flour. *Advances in Food Sciences*, 19(5/6): 147-151.
- SNOEREN, T. H. M., KOOPS, J. and WESTERBEEK, D., 1975a. Effect of the Molecular Weight of κ -Carrageenan on the Retardation of Fat Separation in Evaporated Milk. *Netherland Milk Dairy Journal*, 29: 29-40
- SNOEREN, T. H. M., PAYENS, I. A. J., JEUNINK, J. and BOTH, P. 1975b. Electrostatic Interaction Between κ -Carrageenan and κ -Casein. *Milchwissenschaft*, 30: 393-396.
- SNOEREN, T. H. M., BOTH, P. and SCHMIDT, D. G. 1976. An Electronmicroscopic Study of Carrageenan and Its Interaction with κ -Casein. *Netherland Milk Dairy Journal*, 30: 132-141
- STANLEY, N. F. 1990. Carrageenans. in P. Haris, Ed., Food Gels. pp 79-119 New York: Elsevier, Chapter 3.
- STANLEY, D. W., GOFF, H. D. and SMITH, A. K. 1996. Texture-Structure Relationships in Foamed Dairy Emulsions. *Food Research Int.* 29:1-13.
- SUTTON, R. L., COOKE, D. and RUSSELL, A. 1997. Recrystallization in Sugar / Stabilizer Solutions as Affected by Molecular Structure. *Journal of Food Science*, 62: 1145-1149.
- SUTTON, R. and WILCOX, J. 1998a. Recrystallization in Model Ice Cream Solutions as Affected by Stabilizer Concentration. *Journal of Food Science*, 63: 9-11.

- SUTTON, R. and WILCOX, J. 1998b. Recrystallization in Ice Cream as Affected by Stabilizers. *Journal of Food Science*, 63: 104-110.
- SYRBE, A., BAUER, W. J. and KLOSTERMEYER, H. 1998. Polymer Science Concepts in Dairy Systems. An Overview of Milk Protein and Food Hydrocolloid Interaction. *International Dairy Journal*, 3: 179-193.
- SZCZESNIAK, A. S. 1965. Review paper: Correlating Sensory with Instrumental Texture Measurements- An Overview of Recent Developments. *Journal of Texture Studies*. 18:1-15.
- ŞAHİN, H. 2003. Bazı Hidrokolloidlerin Farklı Formülasyonlara Sahip Ketçapların Konsistensi ve Serum Ayılması Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Antalya 1-33ss.
- ŞİMŞEK, O. 1997. Dondurmanın Besleyici Değeri. *Pasta-Ekmek-Dondurma ve Teknik*, Ocak-Şubat 1997, 30-31 ss.
- TAKO, M. 1992. Synergistic Interaction Between Xanthan and Konjac Glucomannan in Aqueous Media. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 56(8): 1188-1192.
- TANAKA, R., HATAKEYAMA, I. and HATAKEYAMA, H. 1998a. Formation of Locust Bean Gum Hydrogel by Freezing-Thawing. *Polymer International*, 45: 118-1126.
- TANAKA, R., HATAKEYAMA, I. and HATAKEYAMA, H. 1998b. Interaction Between Polymer Molecules in Locust Bean Gum-Water Systems During Cooling and Freezing Processes. in P. A. Williams and G. O. Phillips, Eds., Vol. 9: pp. 43-47. *Gums and Stabilisers for the Food Industry*, Oxford: IRL Press.

- THAIUDOM, S. and GOFF, H. D. 2003. Effect of κ -carrageenan on Milk Protein Polysaccharide Mixtures. *International Dairy Journal*, 13: 763–771.
- TIPSON, R. S. 1956 Crystallization and Recrystallization. pp. 363-484 In *Technique of Organic Chemistry Vol. 3* A. Weissberger, ed. Interscience Publ., Inc., New York, NY.
- TORRES, L.M., DE LA FUENTE, E.B., SANCHEZ, B.T. and KATTHAIN, R. 2000. Rheological Properties of the Mucilage Gum (*Opuntia ficus indica*). *Food Hydrocolloids*, 14: 417-424
- TURHAN, İ. 2004. Sürekli Sistemde Keçiyoynuzu Ekstraksiyonu Üzerine Araştırma. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Antalya
- UZOMAH, A. and AHILIGWO, R.N. 1999. Studies on the Rheological Properties and Functional Potentials of Achi (*Brachystegia Eurycoma*) and Ogbono (*Irvingia Gabonensis*) Seed Gums. *Food Chemistry*, 67: 217-222.
- UÇUNCÜ, M. 1996. Süt Teknolojisi Ders Kitabı: II. Bölüm, Ege Üniversitesi Basımevi. Bornova-İzmir. 125 ss
- VEGA, C., ANDREW, R. A. and GOFF, H. D. 2004. Functionality of Carrageenan in Ice Cream Mix Formulations. in *Ice cream II*, IDF-ref. S. I. 0401, ISBN: 92-9098-038-9. Brussels, Belgium. pp. 78-87.
- WANG, S. T., BARRINGER, S. A. and HANSEN, P. M. 1998. Effects of Carboxymethyl cellulose and Guar Gum on Ice Crystal Propagation in a Sucrose–Lactose Solution. *Food Hydrocolloids*, 12: 211–215.
- WARD, F.M. 1998. Water-Soluble Gum Systems as Oil Mimetics in Low-Fat Salad Dressings and Sauces. *Food Marketing and Technology*, 12(4): 6-8.

- WITTINGER, S. A., and SMITH, D. E. 1986. Effect of Sweeteners and Stabilizers on Selected Sensory Attributes and Shelf Life of Ice Cream. *Journal Food Science*, 51:1463-1470.
- XU, S. Y., STANLEY, D. W., GOFF, H. D., DAVIDSON, V. J. and Le MAGUER, M. 1992. Hydrocolloid / Milk Gel Formation and Properties. *Journal of Food Science*, 57: 96-102.
- YAZICIOĞLU, I., ÖMEROĞLU, S. ve CERİTOĞLU, A. 1983. Keçiboynuzundan Pekmez ve İçki İspirtosu Yapılması Üzerinde Bir Araştırma. TÜBİTAK, Beslenme ve Gıda Teknolojisi Bölümü Yayını: 67. Gebze.
- YURDAGEL, Ü. ve TEKE, İ. 1985. Keçiboynuzu Meyvesinin Kavrulması ile Oluşan Renk Değişimlerinin Araştırılması. *Gıda*, 1: 39-42.

7. EKLER

Ek-1: Uğur dondurma makinesinin teknik 6zellikleri

Tipi	L-350
Kazan hacmi	12 L
Kompres6r tipi	Semihermetik
Kompres6r g6c6	2.2 kW
Gaz buharlaşma sıcaklığı	-30°C
Dış ortam sıcaklığı	+28°C
Gazın cinsi	R 502
Termostat	Presostat
Toplam elektrik g6c6	5.17 kW
Mikser motorunu tipi	B 3.132/8-4
Mikser motorunun g6c6	3-4.8 kW
Mikser motorunun devir hızı	1437 d/dak
Cihazın elektrik girişi	17 amper (maksimum)
Saatteki 6retim kapasitesi	32 L
Y6kseklilik	1140 mm
Genişlik	610 mm
Derinlik	810 mm
Ağırlık	250 kg
Kullanılan kayış tipi	V 13x1350 Li

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Konya'nın Çumra ilçesinde doğdu. İlk, orta öğrenimini Çumra'da, lise öğrenimini ise Konya'da tamamladı. 1999 yılında Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ne girdi. 2003 yılında Gıda Mühendisi ünvanı ile mezun oldu. Eylül 2003'te Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2006 yılı Haziran ayında Gıda Yüksek Mühendisi ünvanı ile mezun oldu.