

Özet

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI TİP YAĞ KULLANIMININ DONDURMANIN FİZİKSEL, KİMYASAL VE DUYUSAL KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Rumeysa KIR

Selçuk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nihat AKIN

2007 Sayfa:66

Jüri: Prof. Dr. Nihat AKIN

Prof. Dr. Mustafa NİZAMLIOĞLU

Yar. Doç Dr. Cemalettin SARIÇOBAN

Bu çalışmada farklı yağ kaynakları kullanılarak hazırlanan dondurmaların fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Yağ kaynakları olarak; tereyağı, krema, sadeyağ, bitkisel yağ ve yağ ikamesi olarak peynir altı suyu proteini konsantresi kullanılmış olup, şahit örneğiyle birlikte altı farklı dondurma miksi hazırlanmıştır.

Süt yağı kaynaklı yağların ve bitkisel yağın kullanıldığı dondurma miksleri ile şahit ve PASPK 'si kullanılan dondurma mikslерinin toplam kuru madde bileşenleri farklı olup yağsız kuru madde değerleri aynı olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu şekilde üretilmiş dondurmaların yağ, kuru madde ve hacim artış değerleri istatistikî açıdan önemli çıkmıştır ($p<0.001$). Dondurma mikslерinin farklı zaman aralıklarında viskozite ölçümleri yapılmış olup sonuçlar istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

Sıcaklığa bağlı olarak dondurmaların serbest yağ asidi değerlerinin ve elektrik iletkenlikleri değerlerinin istatistiksel olarak sırasıyla $p<0.01$ ve $p<0.05$ seviyesinde önemli olduğu saptanmıştır. Dondurma örneklerinde farklı yağ kullanımının toplam duyusal değerlendirme sonuçları üzerinde de etkili olduğu gözlenmiştir.

Abstract
Master Thesis

**THE EFFECT OF USING DIFFERENT KINDS OF FATS ON PHYSICAL, CHEMICAL
AND SENSORY QUALITY PROPERTIES OF ICE CREAM**

Rumeysa KIR

Selcuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Nihat AKIN

2007 Page: 66

Jurry: Prof. Dr. Nihat AKIN

Prof. Dr. Mustafa İZAMLIOĞLU

Asst. Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN

In this study, it was studied on determining the physical, chemical and sensory properties of ice creams produced by using different sources of fat. Butter, cream, anhydrous milk fat and hydrogenated vegetable oil were used as fat source and whey protein concentrate was used as fat replacer, six different ice cream mixes were prepared together with the control sample.

Total dry matter components of ice cream mixes ,in which fats from milk and hydrogenated vegetable oil were used , were standardized as different from the mixes in which the control sample and the whey protein concentrate were used, and non-fat dry matter values of these were standardized as equal. Fat, dry matter and overrun values of the ice creams produced in this way showed statistically important results ($p<0.001$). Viscosity measurements of the ice cream mixes were done in different time periods and the results were found statistically important ($p<0.001$).

It was determined that free fatty acidity and electrical conductivity values of the ice creams (according to the temperature) were statistically important in the levels of $p<0.01$ ve $p<0.05$ respectively. It was observed that the use of different fats in the ice cream samples was also effective to the total sensory evaluation values.

1.GİRİŞ

Dondurma; yağ, sütün yağsız kuru maddesi, şeker, stabilizer ve emülgatörler (harç maddeleri)(Yöney 1968), bazen de aroma ve renk maddeleri (Riber Nielsan 1990) taze veya kurutulmuş yumurta sarısı da katılıp pastörize edilerek hazırlanan miksin, dondurulması suretiyle elde edilen kompleks fiziko kimyasal sisteme sahip bir süt ürünüdür (Yöney 1968, Arbuckle 1986, İnal 1992, Tekinşen 1997).

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğine göre de dondurma, içerisinde tat ve çeşidine göre, süt ve/veya süt ürünlerini, içme suyu, şeker ve izin verilen katkı maddelerini bulunduran, istenildiğinde salep, yumurta ve/veya yumurta ürünleri, aroma maddeleri ve çeşni maddeleri gibi bileşenleri içeren karışımın pastörizasyon sonrası, tekniğine uygun olarak işlenmesi ve dondurulması ile elde edilen, yumuşak halde ya da sertleştirildikten sonra tüketime sunulan üründür. Diyetetik ve diabetik dondurma ile Maraş tipi dondurma bu standardın dışında bırakılmıştır. TS 4265' te dondurma; ihtiva ettiği süt yağı miktarına göre; tam yağlı, yağlı ve yarım yağlı olmak üzere üç tip, çeşni maddesi ihtiva edip etmemesine göre de; sade ve çeşnili olmak üzere iki çeşit olarak belirtilmiştir (Anon., 1992).

Dondurmanın ilk defa asırlar önce Çinliler tarafından, buzun kırılarak meyve suyu ile karıştırılması şeklinde yapıldığı, daha sonra Perslere ve Araplara yayıldığı, Marco Polo tarafından Avrupa'ya taşındığı bildirilmektedir. Dondurma ile ilgili ilk yazılı belgelere 1769'da İngiltere de yayınlanan bir dergide rastlanmıştır. Ticari amaçla ilk üretimi ise bu endüstri kolunun kurucusu olan Jacop Fussel tarafından 1851'de Baltimor'da başlamıştır. Dondurma teknolojisindeki gelişmeler 1900 yıllarında soğutma tekniklerinin, dondurucu düzenlerin bulunması ve geliştirilmesi ile başlamıştır. Ülkemizde ise ilk dondurma 1900'lü yılların başlarında İstanbul ve Kahramanmaraş'ta yapılmıştır (Uraz 1979, Koçak 1982, Tekinşen 1987, Doxanakis 1997).

Bu gün Dünya'da çok çeşitli dondurmaların üretimi yapılmaktadır. Amaç her insanın isteklerine cevap verebilecek dondurmayı piyasaya sürebilmektir. Dondurmanın 240'ın üzerinde çeşidi bulunmakla birlikte en fazla sade dondurma üretimi yapılmaktadır. Birçok ülkede sade dondurma üretimi toplam üretimin 3/4 'ünden fazladır. Ancak dondurma teknolojisindeki gelişmeler, bu arada fazla

kaloriden kaçma eğilimi diğer çeşit dondurmalara ve dondurma benzeri maddelere olan ilgiyi arttırmıştır. Bu nedenle yağı düşük dondurma çeşitleriyle birlikte çikolatalı, fındıklı, cevizli gibi dondurma çeşitleri de üretilmektedir (Yöneş 1968).

Son yıllarda düşük kalorili ve diyet gıdalara talebin artması nedeniyle bu talebin karşılanması da gıda endüstrisinde yeni katkılar ve yeni ürünler geliştirmek için birçok araştırma yapılmaktadır. Bu araştırmalardan bir kısmı gıdalardaki yağın miktarını azaltıp yağ benzeri maddelerle ikamesi ve yeni katkılarla kalori değerinin azaltılması ile ilgilidir. Yağ ikameleri bileşimlerine bağılı olarak yağın gıdalara verdiği; yağlılık hissi, üründe istenilen tekstür oluşumu, yumuşaklık ve kıvamlılık hissini oluşturabilmektedir. Bu amaçla kullanılan yağ ikameleri şunlardır; karbonhidrat kaynaklı yağ ikameleri, protein kaynaklı yağ ikameleri (simplese, dairy-lo), sentetik yağ ikameleri ve birleşik yağ ikameleridir (Küçüköner ve Doğan 1999).

Süt ve mamulleri kullanılmadan yapılan dondurmalar da mevcuttur. Dondurma yapımında kullanılan maddeler göz önünde tutularak 5 grupta toplayabiliriz (Yöneş 1968, Koçak 1982, Gönç ve ark. 1988, Tekinşen 1997).

1. Sadece süt ve mamulleri kullanılarak yapılan dondurmalar (Dairy Ice Cream).
2. Bitkisel yağlı dondurma (Mellorine): Bu ürünlerde süt yağı yerine özel olarak işlem görmüş ve rafine edilmiş Hindistan cevizi yağı, soya yağı, mısır özü yağı, pamuk yağı gibi bitkisel yağlardan ya da bunların karışımlarından yararlanılmaktadır.
3. Meyveli dondurmalar; Bileşimlerinde süt ve mamulleri ile birlikte çeşitli meyveleri ve meyve sularını vs. bulundurlar.
4. Süt ve mamulleri kullanılmadan yapılan dondurmalar (Water ice veya ice): Su, şeker ve meyve konsantresinden yapılırlar.
5. Sherbet; bileşiminde süt ve mamulleri ile birlikte çeşitli meyve ve meyve suyu bulunanlar (Gürsel ve Karacabey 1998).

Ayrıca şeker hastaları ve rejim yapanlar için diyetetik ve diyabetik dondurmalar da üretilmektedir (Keller ve ark. 1991).

Sütün bileşimine giren maddeleri süttten daha konsantre bir biçimde içeren ve içerisine diğer besleyici unsurların katılmasıyla bileşimi zengin hala getirilen

dondurmanın besleyicilik değeri süttten daha fazladır (Konar 1991). Dondurma süte nazaran 3–4 kat daha fazla yağ ve süttten yaklaşık %12–16 oranında daha fazla protein içerir. Buna ek olarak içerdiği meyve, fındık, yumurta, şekerleme ve şeker gibi gıda ürünleri dondurmanın besin değerini arttır. Dondurmanın içerdiği süt proteinleri mükemmel bir biyolojik değere sahiptir. Çünkü bütün esansiyel aminoasitleri içerir. Süt proteinleri, triptofan ve özellikle lizin'in önemli kaynağıdır. Dondurma, süt ve diğer süt ürünleri gibi kalsiyum, fosfor ve beslenme için yeterli ve gerekli diğer mineral maddelerce zengin bir kaynak olduğu gibi esansiyel vitaminlerden birçoğu bakımından da zengindir. Dondurmada A, D, E, K, B₁, B₂, B₆, B₁₂, ve C vitaminleri bulunmaktadır (Arbuckle 1986). Ülkemizde yıllık 5,3 milyon ton civarında olan toplam süt üretiminin % 20 kadarının içme sütüne, % 35-40'ının tereyağına, % 20'sinin peynire, %15'inin dondurma, süt tozu, kaymak gibi ürünlere işlendiği tahmin edilmektedir (Konar 1991).

Günümüzde dondurma üretim teknolojisi son elli yılda hızlı bir gelişme göstermiş, bunda üretimde kullanılan makineler alanında hızlı bir teknolojik gelişmenin olması etkili olmuştur. Daha önceleri 19.yüzyılın ortalarına kadar dondurma “ev dondurmacılığı” şeklinde üretilmekteydi (Yöney 1968). 1834'de mekanik soğutucular, 1878'de santrifugal seperatörler bulunmuş, 1902'de elle çalışan dondurucular ile yatay salamuralı dondurucular dondurma üretiminde kullanılmaya başlanmıştır (Tekinşen 1997).

Dondurma teknolojisinin geliştirilmesi amacıyla, bazı kalite özelliklerinin sağlanmasında etkili şartların ortaya çıkarılıp kesinlik kazanması gerekmektedir. Dondurma miksinin formülasyonundaki ana prensip, fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri bakımından tüketicinin tercih edeceği ve buna bağılı olarak da üreticinin istekleri doğrultusunda bir ürün oluşturmaktır. Yasal düzenlemelere ve standartlara uygunluğun mutlaka sağlanması gerekir. Ancak bu zorunluluk sınırları içinde dondurma üreticisi firma, formülasyon konusunda yapacağı seçimlerde oldukça özgürdür. Firma formülasyonu belirlerken; mümkün olan en düşük maliyet, ürün ile fiyatının bağdaşması, pazarda en büyük pay, ürünle rekabet edebilme, mevcut ekipmanlar için uygun olması, üründe hedeflenen duyuşsal özellikler, doğal olarak etiketleyebilmek, raf ömrü, ısı şokuna karşı direnç, ağızda bıraktığı lezzet ve

özellikleri, ürünün tipi, yeni ürün kavramı ve diğer ürünlerle rekabet gibi kriterleri göz önünde bulundurmalıdır (Arslan 2001).

Toplumumuzun damak zevkine uygun, standart bileşimde, üstün beslenme değerlerine sahip ve üreticiler için ekonomik bir dondurma üretebilmek için farklı süt yağ kaynakları, bitkisel margarin ve yağ ikamesi denenerek bütün mikslerde aynı pastörizasyon ve homojenizasyonla birlikte miks hazırlama işlemleri uygulanmış ve bu mikslerin dondurulmasıyla farklı dondurma örnekleri denenmiştir. Bu araştırmada örneklerin duyuşal, kimyasal ve bazı fiziksel özellikleri belirlenerek, en iyi kalite özelliklerini sağlayan dondurma formülasyonu ve yağ parametrelerinin özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

2.LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Dondurma Üretimi

Dondurma yapımında ilk olarak mikse girecek madde miktarları saptanarak miks hesapları yapılır. Dondurmanın tat ve aromasını, yapısını, dayanıklılığını, standartlara uygunluğunu kısacası kalitesini ve maliyetini etkilemesinden dolayı, mikse girecek maddeler doğru olarak hesaplanmalı (Koçak 1982) değişmeyen dispersiyon özelliği olan bir karışım oluşturulmalı, yasal olan pastörizasyon metodlarından biri kullanılmalı, homojenize edilmeli ve soğutulmalıdır. Pastörizasyon işleminin kesikli ya da sürekli olması bazı basamakların çalışmasını ve gerekli olan ekipman tipini etkiler.

Bütün dondurulmuş tatlılarda raf ömrü ve sıcaklık değişimlerine (ısı şoku) karşı dayanıklılık üreticilerin göz önünde bulundurduğu noktalardır. Bu problemler üzerinde bir derece kontrol sağlayan faktörler formülasyonla birlikte ortaya çıkar. Dondurmada da toplam kuru madde miktarı ve bileşenleri önemli rol oynar. Bu yüzden dondurma yapılırken ilk önce yağ, süt yağsız kuru maddesi, toplam kuru madde, tatlılık derecesi, stabilizör ve emülgatör bileşenleri üzerinde durularak hesaplamalar yapılır (Arslan 2001).

Mikse girecek maddeler dikkatli bir şekilde hesaplanarak tartıldıktan sonra, sıra bunların karıştırılarak miks haline getirilmesine gelir (Koçak 1982). İngrediyenlerin doğru miktarlarda mikse karıştırılmaları amacıyla ölçekler, dijital göstergeler ve sıvı akışını ölçen aletler kullanılabilir (Arslan 2001). İngrediyenlerin karıştırılma sırasını belirleyen faktörler arasında; maddenin niteliği (katı, sıvı), erime durumu ve ısıyı sayabiliriz (Koçak 1982). Genellikle öncelikle sıvı maddeler; süt, koyulaştırılmış süt, krema, su, şeker vb. ısı işlem yapılacak proses tankına konulur. Karıştırılarak ısıtılmaya başlanır. Sıcaklık 39–40 °C arasında iken şeker, harç maddeleri, yumurta sarısı, kakao gibi katı maddeleri ilave edilir. Sodyum Aljinat gibi bazı stabilizatörler ise soğuk su ile karıştırılarak 66–70 °C sıcaklıkta ilave edilir. Tereyağı, sadeyağ, margarin ilave edilecekse küçük parçalar halinde kesilip 70 °C sıcaklıkta, pastörizasyon sıcaklığının hemen altında ilave edilir. Bütün ingrediyenlerin hepsinin pişirme tankında homojen bir görünüm sağlayan karıştırma işlemi yapıldıktan sonra karışımın tekrar standardizasyon işlemine ihtiyacı olup olmadığını tespit etmeye yarayan analizler için karışımdan gerekli örnekler alınır.

Karışımın miktarı, yapılan farklı karışımların sayısı, kullanılan ingrediyeñler göz önünde bulundurularak, uygun sistem seçilmelidir. Bazı kalite özellikleri miks oluşturma aşamasından etkilenebilirler. Süt ürünü içeren mikslerin şiddetli karıştırılması ransit tat oluşmasına neden olabilir. Eğer diğere ingrediyeñlerden herhangi biri homojenize edilmişse bu tehlike daha da artar. Belli koşullar altında, ingrediyeñlerin bir araya getirilmesi ve çözündürülmesi için gerekli toplam süre ve bu karışımın test sonuçları için bekletilmesi ransit tat oluşumu için yeterli olabilir. Köpük oluşumu da ransiditeyi arttırıcı bir etkindir. Sadece pastörize süt ürünleri kullanılsa bile miksın hava içeriğı minimum seviyede tutulmalıdır. Isıtma sırasında sönmeye başlayan köpükler, ısıtıcı yüzeyinde oluşan yanmaları arttırıcı bir faktördür. Isıtıcı yüzeyinde oluşan yanmalar, işlemleri ve temizliğı zorlaştırdığı gibi yanmış bir tadın oluşmasına da neden olur (Arslan 2001).

Karıştırma işleminden sonra yapılan homojenizasyon işlemi dondurmanın temel yapısını oluşturur. Homojenizasyonla yağ globüllerinin sayısı, dolayısıyla da yüzeyleri önemli ölçüde artar. Karışımındaki yağın yüksek ölçüde dağılımı sağlanır. Ayrıca homojenizasyonun etkisiyle karışımın viskozitesi artar, olgunlaşma süresi kısılır ve yayılanma önlenir. Viskozitenin artması, karışımın hava tutma niteliğini olumlu yönde etkiler (Tekinşen 1993). Yağın etkili bir şekilde homojenize olabilmesi için tamamen sıvı halde ve tercihen erime noktasının üzerindeki bir sıcaklıkta bulunması gerekir. Kabul edilebilir en düşük sıcaklık derecesi 60°C civarındır. Bundan düşük derecelerde ve işlem gören miksın türüne de bağılı olarak yağ globülleri kümeleşir ve viskozitede aşırı artış görülebilir (Arslan 2001). Homojenizasyon işlemi, 65–70 °C’da tek ya da çift aşamalı homojenizatörlerle yapılabilir. İşlemin yüksek ısıda yapılması, düşük ısının (49-55°C) tersine, karışımın viskozitesinin azalmasına, hacim genişlemesinin kısa süreli olmasına ve dondurulma süresinin de kılmasına yol açar. Homojenizasyonun 2. aşamasında uygulanan işlemle, 1. işlemden sonra ufak yağ globüllerinde meydana gelebilecek kümeler parçalanır. Yağ ve stabilizatör miktarı fazla, asiditesi yüksek olan karışımlarda düşük basınç gereksinilir (Tekinşen 1993). Homojenizasyon işleminden sonra pastörizasyon işlemine geçilir. Pastörizasyondan amaç; miks içindeki unsurların daha iyi kaynaşmasını sağlamak, zararlı mikroorganizmaları imha etmek, süt proteinlerinin maksimum düzeyde su bağlamasını sağlamak ve üründe stabil bir kalite ile aromanın

gelişmesini sağlamaktır. Pastörizasyon 72–74 °C’de 10 dk yapılabilir. Fakat en uygunu 80–85 °C’de 15–25 sn de yapılanıdır (Koçak 1982). Pastörizasyon işleminde içme sütüne oranla daha yüksek ısı derecesi tavsiye edilmektedir. Çünkü miksin yapısındaki şeker bakterilerin üzerine ısının etkisini azaltmaktadır (Kurt 1981).

TS 4265 Dondurma Standardında miksin pastörizasyonuna ilişkin bir değer verilmemekte, ancak değişiklik tasarısında pastörizasyon normlarının; 70°C en az 20 dk, 75°C en az 10 dk, 80°C en az 15 sn, 85 °C en az 10 saniye olması önerilmektedir. Son yıllarda miksin pastörizasyonunda 90 °C’ de bekletilmeksizin veya 149°C’ de en az 2 sn süreyle ısı işlem (UHT) uygulamaları başlamıştır (Tekinşen 1997). Ayrıca mikse uygulanan ısı işlem acılaşmaya yol açan lipaz enzimini inaktif hale getirmekte, miksin dövülebilme niteliğini arttırmakta ve dondurmanın yapısında da bir miktar iyileşme sağlamaktadır (Turnbow ve ark. 1956). Dondurma miksinde 69-70°C ‘de 30 dk ya da 80–85°C ‘de 15–25 sn süreyle uygulanan ısı işlemler ile süt proteinlerinin en yüksek düzeyde su bağlaması sağlanmaktadır (Koçak 1982).

Pastörizasyon sonrasında miks karıştırıcı olgunlaşma tankında 0-4°C’de en az 3–4 saat tercihen (17 saat) en fazla 24 saat tutularak dinlendirilir. Olgunlaştırma; suyun protein ve stabilizer tarafından adsorbe edilmesini, yağın sertleşmesini, tat, aroma oluşmasını sağlamak (Koçak 1982) ve karışımın köpürtülebilme niteliğinin artırılmasıyla sonuç olarak dondurmanın yapısının daha mükemmel ve düzgün olması amacıyla yapılır (Tekinşen 1993). Olgunlaşma sonunda hem görünen viskozite de hem de dinamik viskozitede artış birlikte görülür. Görünen (apparent) viskozite, giderek artan jel strüktür oluşumuna dayanan viskozitedir. Dinamik viskozite ise su almaların artması, yağ kristalizasyonu ve çeşitli miks bileşenleri arasında devam eden etkileşimlerin sonucu meydana gelir (Arslan 2001). Olgunlaştırmayla miks daha iyi bir kıvam kazanarak dondurulmaya elverişli bir duruma gelir. Olgunlaştırmanın düşük sıcaklıklarda yapılmasının birinci nedeni bakterilerin faaliyete geçmesini engellemektir. İkinci nedeni ise olgunlaşmanın bu derecelerde iyi olmasıdır. Olgunlaşma süresi kullanılan stabilizerlerin niteliğine göre de değişmektedir (Koçak 1982). Miksin dondurulma işlemine geçmeden önce renk ve aroma maddeleri mikse ilave edilir. Aroma ve renk maddelerinin bazıları ısıya dayanamaz, bazıları da büyük tanelidir. Bu nedenle önceden mikse ilave edilmeleri sakıncalıdır. Fakat aroma ve renk maddelerinin nitelikleri uygunsa bunlar, miksin

hazırlanması anında ilave edilebilir. Büyük taneli aroma maddeleri de, paketlemeden önce dondurmaya ilave edilir. Aroma ve renk maddeleri pastörizasyondan sonra mikse ilave edilirse bulaşmaya neden olabilir. Bu nedenle önlem alınmalıdır. Yani mikse katılan aroma ve renk maddelerinin mikrobiyolojik yönden bulaşmaya neden olmaması gerekir. Hazırlanması tamamlanan, yani bileşime katılan maddeleri titizlikle hesaplanan, usulüne göre karıştırılan, homojenize ve pastörize edilen ve nihayet soğutulup olgunlaştırılan miks son olarak donduruculardan geçirilerek dondurma haline dönüştürülür. Miks olgunlaştırıldıktan sonra dondurulmak üzere sürekli donduruculara gönderilir. Sürekli dondurucularda mikse kontrollü hava verilir ve miksin kısa sürede dondurma haline gelmesi sağlanır. Günümüzde sürekli dondurucular büyük ilgi gören otomasyon prensibine uygun olarak miksi çabuk ve sürekli şekilde donduran düzenlerdir. Sürekli dondurucunun, dondurma silindrine arka kısımdan giren miks, buraya gelen havayla silindir içinde dönen karıştırıcı yardımıyla karışır. Böylece hacmi artar buna overrun denir ve dondurma haline gelerek silindirin ön kısmından (-1)- (-9) °C de çıkar. Dondurucudan çıkış ısısı önemlidir. Isı düşük olduğu zaman hava partikülleri daha küçük olmakta buda yapının üniform olmasını sağlamakta ve viskoziteyi arttırmaktadır. Ayrıca miksin dondurma haline dönüşüm süresi de önemlidir. Çünkü dondurucuda oluşan kristaller dondurmanın esas yapısını teşkil eder, sertleşme sırasında genellikle yeni kristaller oluşmaz. Bu nedenle bu süre ne kadar kısa olursa o kadar iyi sonuç alınır. Dondurucudan çıkan dondurma paketlenir. Paketlemede dondurmanın satış şekli, toplum istekleri ve fiyatı önemli rol oynar. Dondurma paketlemesinde bugün çoğunlukla su geçirmeyen kâğıt veya kartondan yararlanılmaktadır. Dondurucudan çıkan dondurma verilen şekli koruyacak kıvamda değildir. Bu nedenle sertleştirilmesi gerekir. Sertleştirilmenin, dondurma anında oluşan kristallerin donan su yardımıyla birleşerek büyümesini önlemek ve küçük kristallerin oluşmasını sağlamak için -35 °C'de veya daha aşağı derecelerde yapılması gerekir. Ayrıca sertleştirme süresinin de kısa olması lazımdır. Sertleşme süresini etkileyen faktörlerin en önemlileri; dondurmanın bileşimi, dondurucudan çıkış ısısı, sertleştirme tünelinin ısısı ve ambalaj büyüklüğüdür. Sertleşme süresi, 1/2 litrelik bir paket için, -35 °C'de 50–60 dakikadır. Bir litrelik için ise 80–90 dakikadır. Yani sertleşme süresi paket küçüldükçe azalmaktadır. Ayrıca dondurucudan çıkış ısısının

düşük olması da süreyi kısaltmaktadır. Çıkış ısısının 2°C yüksekliği ise süreyi % 5–10 oranında arttırmaktadır. Dondurmanın yağ ve hava miktarı azaldıkça, sertleşme süresi de biraz kısaltılmaktadır. Sertleştirme tünellerinden alınan dondurmalar satışa hazır hale gelmiştir. Bunlar ya hemen satışa gönderilir veya (-25)-(-30)°C deki soğuk hava depolarında depolanır (Koçak 1982).

Son ürün özellikleri üzerinde büyük etkileri olan faktörler de mevcuttur. Formülasyon en önemli basamaktır. Fakat ingrediyenlerin seçimi, aroma ilavesi ve miktarı, hacim ve ambalaj kalitesi, kalite üzerinde önemli rol oynarlar ve bunların seçilen formülle uyuşmaları gerekir. Bütün proses aşamaları ve dondurma işlemleri uyum içinde olmalıdır (Arslan 2001).

2.2. Dondurma Yapımında Kullanılan İngrediyenler

Dondurma yapımında; yağ, yağsız süt kuru maddesi, tatlandırıcı maddeler, stabilizörler ve emülsifiyerlerden oluşan ingrediyenlere gereksinim duyulur. Bütün dondurma bileşenleri, dondurmaya belli özellikler verirler Bu bileşenler Türk Gıda Kodeksi ve diğer kanuni düzenlemelerin gerekli gördüğü güvenliği ve saflığı sağlamalıdır. Seçilecek uygun hammadde konusunda, oldukça geniş seçme imkânı vardır.

2.2.1.Yağ

Yağ dondurmanın kalitesini etkileyen en önemli unsurdur. Yağların erime noktası, çignenebilirlik, yumuşaklığın sağlanmasında önemli rolleri vardır. Yağlar lipolitik aroma bileşiklerini taşıdıklarından aroma gelişimini de etkilemektedirler. Yağda çözünen vitaminlerin taşınması ve absorpsiyonuna yardım ederler (Reineccius 1995, Akoh 1998, Saldamlı ve Uygun 1998). Dolayısıyla yağların dondurmanın aroması, kıvamı, yapısı ve dayanıklılığı üzerinde önemli etkileri vardır Genellikle dondurmalarda yağ kaynağını süt, tereyağı, krema, sadeyağ ve yağlı süt tozu oluşturmaktadır. Ancak süttten elde edilen krema ve tereyağının bileşiminin zengin olması, içerisinde çeşitli vitamin ve mineral maddelerin bulunmasından ötürü tereyağı ve krema diğer zenginleştirme maddelerine tercih edilmektedir (Güneş, 1989). Sadeyağ ülkemizde geleneksel bir ürün olup literatürlerde bu yağa benzer olarak suyu uzaklaştırılmış süt yağı olarak geçmektedir. Suyu uzaklaştırılmış süt yağı saf süt yağından elde edilen bir üründür. Söz konusu ürün endüstriyel bir ürün olmakla birlikte bazı kültürlerde geleneksel kaynaklara sahiptir. Ghee yüzyıllardır

Arap ülkelerinde ve Hindistanda bilinen suyu uzaklaştırılmış süt yağından daha fazla protein ve aromalı bir süt yağı olarak bilinir. Söz konusu süt yağlı ürünler FIL-IDF Uluslar arası standart 68A:1977 tarafından belirtilen 3 farklı kalitede üretilmektedir: suyu uzaklaştırılmış süt yağı en az %99.8 süt yağı içermelidir ve taze krema ya da tereyağından yapılmalıdır. Bu üründe katkı maddesi kullanılmasına izin verilmez (Serbest yağ asitlerini nötralize etmek gibi); Sıvılaştırılmış tereyağı en az %99.8 süt yağı içerir fakat krema ve tereyağından farklı zamanlarda yapılır. Serbest yağ asitlerini nötralize edilmesi için alkali kullanımına izin verilmektedir. Diğer bir suyu uzaklaştırılmış süt yağlı son ürün butteroil'dir. Bu üründe en az %99,3 süt yağı içermelidir Çiğ materyal ve işleme spesifikasyonları sıvılaştırılmış tereyağı ile aynıdır. Suyu uzaklaştırılmış süt yağı, süt yağının depolanmasında geleneksel bir form olan tereyağından daha az yere gereksinim duymasından süt yağının depolanması ve taşınmasında mükemmel bir form oluşturmaktadır. Söz konusu yağ tipik olarak 200 litrelik varillerde ambalajlanıp + 4 °C'de depolanabilir. 36°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda sıvı, 16–17 °C'de katıdır. Suyu uzaklaştırılmış süt yağının sıvı formunun kullanımı diğer ürünlerde ölçülme ve mikse karıştırılma işlemlerini kolay kıldığından dolayı söz konusu yağın diğer süt ürünleriyle ve çikolata ve dondurma endüstrisinde de kullanımı söz konusu olmaktadır (Anon. 2007).

Aynı zamanda kuru madde kaynağı olarak da kullanılan süt yağı; iyi bir yapı, ağız hissi, dolgunluk hissi ve hoş bir tat verir. Lezzet bütünlüğüne katkıda bulunur. Süt yağının emülsiyonu stabilize eden membranları homojenizasyon, olgunlaştırma ve diğer miks bileşenleriyle olan etkileşim sonucu kompleks düzenlemeler gerçekleştirir. Süt yağı üretimde hatalı homojenizasyon sonucu yağ ayrılmasına, lipolizden dolayı ransit tat kaynağı oluşmasına, okside olmuş, iç yağ veya karton lezzetine sebep olabilir (Arslan 2001). Dondurma formülasyonunda yağ oranının artırılması buz kristallerinin oluşması için gerekli alanı daraltarak buz kristallerinin oluşumunu engeller (Marshall ve Arbuckle 1996).

Genellikle konsantre süt ve tatlı krema kombinasyonu dondurma için en iyi yağ kaynağıdır. %40 yağ içeren kremanın titrasyon asitliği % 0.10 u geçmemelidir. Plastik krema %40 yağlı kremanın iki kere ayrıştırılması ile elde edilir. Tereyağı gibi depolanıp saklanmasına rağmen, tereyağına göre avantajı, kremanın serumdaki yağ emülsiyonunu tutmasıdır. Ürünün sürükleyici yüzeyli bir ısı değiştiricide

separasyonu ve soğutulması sırasında emülsiyonun bir kısmı kırılabileceğinden, tek yağ kaynağı olan plastik kremayla yapılan mikslerde (tereyağı, kurutulmuş süt yağı yada dondurulmuş kremayla yapılan mikslerde olduğu gibi) yağ uzaklaşması ya da dağılma meydana gelebilir. Dondurma karışımlarında tereyağı kullanılması sonucunda arzulanmayan donma özelliklerinin meydana gelmesinin sebebi, tereyağının hem kompozisyon hem de fiziksel yapısının kremadan farklı olmasıdır. Krema tereyağına çalkalanırken fosfolipidçe zengin yağ globülleri membranı, doğal emülsifier ile lesitin (yağ globüllerinde tutunan)'in birçoğu tereyağının yayık altı suyuna geçer. Fosfolipitler emülsifier görevi gördüklerinden çalkalama sırasında emülsiyon kırılır ve değişir. Dondurma miksinde tekrar bir serum içinde yağ formunun yapılması gereklidir. Buda uygun bir tekrar emülsifikasyonla yapılabilir. ice cream kitabı (Marshal ve Arbuckle 1996; Arslan 2001)

Ohmes ve ark. (1998) yağların, aroma bileşenlerinin serbest kalmasına katkıda bulduklarını belirtmişlerdir. Bu nedenle yağ yerine kullanılan ikame maddelerinin de gıdalarda yağlar ile eşit veya buna yakın miktarda fonksiyonellik göstermesi, arzu edilen tadı ve tekstürü sağlaması gerektiğini bildirmişlerdir

2.2.2. Süt yağsız kuru maddesi

Süt yağsız kuru maddesinin başlıca kaynakları; süt, krema, yağsız süt tozu, peynir altı suyu tozu, konsantre süt ve yayık altı ayranı tozudur (Yöneş 1968, Koçak 1982, Tekinşen 1997). Yağsız kuru madde dondurmada arzulan lezzet, yapı ve kitlenin yanı sıra ufak dayanıklı hava kabarcıklarının oluşumunda da rol oynar. (Tekinşen 1997). Arzu edilen yapının oluşmasında asıl etkili olan proteinler diğer miks bileşenleriyle etkileşime girerek dondurmanın yapısını güçlendirirler; yağ emülsiyonunun stabilitesini sağlarlar. Köpüklenme özelliği, su bağlama, jel oluşturma, erime özelliklerini etkilerler. Süt yağsız kuru maddesinde bulunan laktoz çok az tatlılık verir ve indirgen bir şekerdir. Fakat fazla laktoz kristalleşebilir ve kumsu bir tekstüre neden olabilir. Mineraller kazeinin koloidal yapısını önemli derecede etkiler. Laktoz ve mineraller, donma noktasını düşürmeye yardımcı olan kuru maddelerdir. Bazı durumlarda süt yağsız kuru maddesinde bulunabilecek spesifik iyonların dengesizliği proteinlerin davranışını ve son ürün özelliklerini etkileyebilir (Arslan 2001).

Peynir altı suyu proteinleri sütün 4,6 pH'da asit koagülasyonu sonrasında çözeltisinde kalan amfifilik globüler proteinleridir (Morr ve Ha 1993). PASP'nin en önemli durumlarından biri yüksek sıcaklıklarda kovalent bağlarla birbirleriyle ve diğer proteinlerle etkileşime girebilen sülfhidril amino asit artıklarını çok miktarda içermeleridir (deWit 1998). Hem kazein hem PASP'leri yapılarıyla ilgili fonksiyonlara sahiptir. Her ikisinde nötr pH'da çözülür, fakat kazein solüsyonları daha açık ve esnek yapıya sahip olduklarından PASP solüsyonlarına göre daha viskozdur (Cayot ve Lorient 1997). Kazeinler çok yüksek ısıya karşı stabil ve yeterli sülfhidril gruplarına sahip olmadıklarından aralarında güçlü bağ oluşturmazken PASP'lerinin moleküler açılma ve kendi arasında etkileşime girerek jel oluşturma eğilimi ve ısıya karşı hassasiyeti yüksektir (Mulvihill ve Fox 1989). PASP ve kazeinin her ikisi de yağ ve hava ara yüzeyine adsorbe olurlar (Darling ve Butcher 1978). Kazeinler hidrofobik yüzeylere adsorbe olmada daha hızlı olduklarından globüler proteinlere göre daha iyi emülsifier ve daha iyi köpürücü özellik gösterirler (Hunt ve Dalgleish 1994). Kazeinler esnek ve yüksek derecede hidrofobik olduklarından PASP'lerine göre ara yüzeyler üzerine daha sıkı tutunurlar (Britten ve Giroux 1993; Dalgleish 1996a). Peynir altı suyu tozu (Simplese®) üretiminde öncelikle, peyniraltı suyu protein konsantratları ön ısıtmaya tabi tutulmaktadır. Daha sonra mikropartikülasyon işlemi uygulanır. Bu işlemde proteinlerin denatürasyonu sağlanır ve sonra hızlı bir şekilde soğutularak toz haline getirilir. Partiküllerin çapları 1µ olmalı ve bu değer standart olmalıdır. Son derece küçük ve yağ tanecikleri ile aynı boyutlarda olmaları nedeniyle, nihai üründe pütürlü ve pürüzlü bir yapı problemi yaratmazlar. Tersine son ürünün yapısına düzgünlük ve kıvam kazandırmaktadır. Kullanıldığı ürünlerde hem beslenme hem de duyuşal yönden avantaj sağlamaktadır. Geleneksel yağlı birçok gıdayı beslenme yönünden olumlu etkilemektedir. Dondurmada %1-3 oranında kullanılmaktadır. Kullanıldıkları ürünlerde süt karakterini arttırarak süt tadının daha fazla algılanmasını sağlamaktadır. Yağlı, yumuşak yapının oluşumu ve istenilen tadın gelişmesine yardım etmektedirler. Bağladığı suyu çok düzgün bir şekilde havalandırmaya yardım etmektedirler. Bağladığı suyu çok düzgün bir şekilde dağıttığı ve yağ ve su katmanlarının ayrılıp, suyun serbest kalmasını engellemektedirler. Peyniraltı suyu proteinlerinin dondurmada iki rolü vardır. Birincisi; Hava-su interaksyonunu sağlayarak köpük yapısının stabil olmasına

yardım etmek. İkincisi ise buz kristallerinin yüzeyini kaplayıp yağlılık etkisi yaratmak ve buz kristallerinin oluşumunu engellemek, ayrıca ağızda buzluluk hissine engel olmaktadır (Aykan 2001, Khan 1993).

Yağla yer değiştiren proteinler, mikropartikülasyon denilen bir yöntemle süt, yumurta veya peynir altı suyundan çok küçük partiküller halinde elde edilmektedir. Bu, proteinin emülsiyonlarda yağın fonksiyonlarını oluşturmasını sağlar. Ayrıca proteinin kremamsı yapı tat kazandırmasına yardım ederler (Khan 1993).

Maltodekstrin ve peyniraltı suyu tozunun yağı azaltılmış ürünlerde hacim doldurucu madde ve yağ ikamesi amacıyla kullanılabilen Marshall ve Arbuckle (1996) tarafından bildirilmiştir. Kullanılan bu ürünler miks viskozitesini artırıcı etki yapmaktadırlar.

Modifiye PAST (örneğin membran filtrasyonuyla elde edilen ürünler) daha yüksek protein içeriğine ve yeni fonksiyonlara sahiptir. Modifiye olmadığı sürece süt yağsız kuru maddesinden daha düşük protein ve daha fazla laktoz içerirler. Fazla miktarda kullanılması sonucu peynir altı suyu aroması, tuzlu tat ve kumlu bir yapı verebilir (Arslan 2001).

2.2.3. Tatlandırıcı Maddeler

Yağlılığı dengeleyerek, ürüne tatlılık verir. Dondurma miksinde bulunan en ucuz kuru madde kaynağıdır ve kuru madde miktarı ile birlikte miksin viskozitesini de yükseltir. Dondurmada en yaygın olarak kullanılan tatlandırıcılar; sukroz, dekstroz (mısır şurubu) ve tozu, glikoz şurubu ve tozu, invert şeker, laktoz, furuktoz, melas ve değişik mısır şuruplarıdır. Bal kullanıldığı zaman hem tatlılık hem de karakteristik bir aroma verdiği görülmüştür (Akalin ve Gönc 1995., Tekinşen 1997, Arslan 2001). Yapay olanlardan; sakkarin siklamat, aselsulfam, aspartam, ve şeker alkoller (sorbitol, laktitol, palatinit, maltitol, lisazin) kullanılır (Anon. 1991). Diyetetik ve diabetik dondurmaların yapımında sakkarin, sorbitol (Yöney 1968, Koçak 1982), siklamat ve aspartam (Tuncel ve Araman 1989, Özkan 1998) kullanılır (Arbuckle 1986). Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliğimiz "Tatlandırıcılar" bölümünde kullanım miktarının gıda çeşidine göre değişeceğini, bununla birlikte sodyum ve potasyum sakkarinin maksimum 150 mg/kg, aspartamın da maksimum 600 mg/kg olarak diyet gıdalarda kullanılabilenini belirtmiştir (Anon. 1990). Mısır şuruplarının düşük molekül ağırlıklı karışımının üyeleri daha fazla tatlılık

gösterirken, molekül ağırlıkları yüksek olan üyeler, daha etkili bir şekilde suyu bağlama yeteneğine sahiptirler. Bir disakkarit olan sakkarozun donma noktasını monasakkaritlere göre daha fazla düşürmesi dışında, bazı düşük DE'li mısır şurupları yanında donma noktasını daha az düşürmesi, dayanma süresi ve kullanım kolaylığı açısından kullanımı daha avantajlıdır (Kır 2006). Dekstrozun tatlandırma gücü, sakkarozun %60-80'i kadardır ve teorik olarak, daha fazla tatlandırıcı kullanmaksızın ürünün kuru madde içeriğini arttırmak amacıyla bu orandan daha fazla dekstroz kullanılması gerekebilir. Donma noktası üzerine olan etkilerine rağmen, pratikte kuru madde sınırı, dondurmanın dondurucudan çıkarıldığındaki ve depolama sıcaklığındaki setliğine göre belirlenir. Dekstrozun kullanılmasıyla oldukça yumuşak bir ürün elde edilir. Bazı oranlarda, muhtemelen %10–20 oranlarında sakkarozla kombinasyon oluşturması dondurmalarda mümkündür. Gıda Maddeleri Tüzüğü ve dondurma standardına göre minimum şeker oranının %18 olması gerekir (Anon. 1992).

2.2.4. Stabilizör ve Emülgatörler

Stabilizörler; ortamdaki serbest suyu absorbe etmek suretiyle azaltarak kitledeki buz kristallerinin küçültülmesine ve dolayısıyla dondurmanın homojen bir bünye ve yapı almasına ve ayrıca sertleşme ve satış sonrası ve depolama süresince bu durumu muhafaza edip; iri buz ve laktoz kristallerinin oluşumunu engellerler (Yöney 1968, Gönç ve Enfiyeci 1987). Stabilizerler mikse çok az oranda katılsa bile çok büyük oranda su tutarlar ve dondurmanın fiziksel kalitesinde ve yapısında çok etkili olurlar (Yöney 1968, Saldamlı 1985, Doğan ve ark. 1996, Tekinşen 1997). Stabilizatörlerin miksin yapısında pıhtılaşmayı engelleyici etkileri de vardır (Gönç ve Enfiyeci 1987).

Süt proteinleri de tabii stabilizatörlerdir. Bilhassa serum proteinleri önemlidir. Mikse uygulanan ısı ile denatüre olan serum proteinlerinin stabilizer etkileri artar. Böyle olmasına rağmen mikse ayrıca stabilizer katılması gerekmektedir (Koçak 1982, Gönç ve Enfiyeci 1987). Dondurmanın reolojik özellikleri üzerinde son yıllarda yapılan çalışmalarda dondurma tiplerinin Newton dışı tipte akışkanlar olduğu tespit edilmiş ve daha çok kıvamı etkileyen stabilizatörler üzerinde durulmuştur. Uzomah ve Ahiligwo (1999) yaptıkları çalışmada bazı suda çözünür gıda zamklarını dondurma üretiminde kullanmışlar ve zamkların farklı

konsantrasyonlarda kullanımının dondurmaların reolojik özelliklerini etkilediğini saptamışlardır. Bolliger ve ark. (2000) farklı oranlarda guar zamkı eklenen dondurma karışımlarının farklı su içeriklerindeki visko-elastik özelliklerindeki değişikliği saptamışlar ve görünür viskozite- konsantrasyon arasındaki ilişkide eğimin değiştiği kırılma noktası tespitinde bulunmuşlardır.

Emülgatörler; miks yapısındaki yağ ve serum fazları arasındaki yüzey gerilimini azaltarak emülsiyon oluştururlar (Arbuckle 1986, Goff 1988, Goff ve Jordoan 1989, Tekinşen 1997) ve buna bağlı olarak dondurmanın ve bir çok gıda maddesinin ince dispers bir yapıya kavuşmalarını sağlayan maddelerdir (Saldamlı 1985, Akalın ve Gönç 1995., Çakmakçı ve Çelik 1995). Dondurmada hava kabarcıkları ile sıvı arasında da yüzey gerilimini azaltırlar (Tekinşen 1997). Miksin homojenizasyonu sırasında proteinlerin, yağ globüllerinin yüzeyine tutunması sonucunda stabil bir halde olması sağlanır. Burada emülsiyonun oluşum ve stabilitesinde emülgatörlerin etkisi vardır (Gönç ve Enfiyeci 1987, Goff ve Jordan 1989, Goff ve ark.1989, Çakmakçı ve Çelik 1995). Emülgatörlerin dondurmada kuruluk sağlaması, dondurma işlemi sırasında meydana gelen ve küçük yağ molekülleri ile emülsifier maddeleri içeren komplekslerin emülsiyon gücü katıldığı miksin yağ ve su fazları arasındaki yüzey geriliminin ölçülmesi ile tespit edilebilir (Goff 1988). Yaygın olarak kullanılan emülgatörler; lesitin, yağ asitlerinin mono ve digliseritleri ve polisorbata 80' i içerir (Arslan 2001). Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliğimizde dondurmalarda emülsifier kullanımına izin verilmemektedir (Anon., 1990).

İyi kalitede bir dondurmanın taşınması gereken özellikler şunlardır: Renk, dondurmanın her yerinde homojen ve çeşide uygun ne çok parlak ne çok mat olmalıdır. Kalitesi yüksek bir dondurmanın oda sıcaklığına bırakıldığında en az 10–15 dk erimeye karşı direnç göstererek erimeden kalmalı, eridiğinde pürüzsüz, pıhtısız, sızıntısız, köpüksüz bir şekilde erimeli, eridiğinde hazırlandığı karışımın görünümünde olmalı ve homojen bir sıvı haline dönüşmesi gerekir. Erime safhası sırasında miksin erime hızı kadar hızla, örneğin merkezinden akması gerekmektedir (Mert 1998, Kır 2006). Dondurmada arzu edilen yapı; sıkı, bir miktar direnç gösteren, kaşık daldırıldığında hemen tepki veren ve ağza alındığında aşırı soğukluk hissi yaratmayan bir nitelikte olmalıdır. Arzu edilen tekstür ise; sıkı, pürüzsüz ve

kadifemsi olmalı, yağlılık hissi kitlenin tamamında duyulmalı ve kitle homojenlik göstermelidir. Küçük buz kristalleri ve küçük hava hücrelerine sahip olmalıdır. Yüksek kaliteli bir dondurma ağza ilk alındığında dondurmanın lezzet bileşenlerinden birinin diğerleri üzerinde baskın olmaması ve kabul edilebilir bir tatlılıkta olması gerekir (Kır 2006).

2.3. Dondurma İle İlgili Yapılmış Önceki Çalışmalar

Demirci ve ark.(1998), Çorlu piyasasında satılan süt esaslı dondurmaların duysal, fiziksel ve kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada temin ettikleri 12 dondurma da ortalama kısmi erime sürelerini 21,5 dk en çok ta 46,83 dk olarak bulmuşlardır. En kısa erime süresini 20 dk en uzun erimeyi de 49 dk olarak belirlemişlerdir. İşletmelerden alınan dondurmaların kısmi erime süreleri arasındaki farklılıklar varyans analizi sonucuna göre önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Bazı örneklerde tespit edilen pH değerinin 6,6'nın üzerinde olmasını dondurma imalatında standartların çok altında süt kullanıldığı, su oranının daha fazla olduğu ve dolayısıyla pH'nın yükselmiş olabileceği yorumunu yapmışlardır.

Sade dondurmalar için kısmi erime süresi en az 20 dk, en çok 52 dk, ortalama 31.57 ± 1.45 olarak bulunmuştur. Tam erime oranı da en az 52 dk, en çok 85 dk ve ortalama 56 ± 3.27 dk olarak bulunmuştur (Öztürk 1969).

Erime oranları üzerinde kullanılan stabilizöründe etkisi bulunmakta ve dondurmanın bileşimine giren stabilizör miktarı arttıkça erime oranları düşmektedir (Sommer 1951).

Süt esaslı dondurmalarda yapılan bir çalışmada ortalama kısmi erime süresi en az 21,3 dk en çok 46,83 dk olarak bulunmuştur. Kısmi erime için ortalama değer 32,02 dk, ortalama tam erime süresi en az 35, 5 dk en çok 106,16 dk olarak tespit edilmiştir. Ortalama değer ise 60,23 dk'dır (Fidan 1997).

Farklı olgunlaştırma süreleri uygulanarak üretilen dondurmalarda yapılan bir çalışmada ortalama kısmi erime süresi en az 24 en çok 27,5 dk olarak bulunmuştur. Ortalama tam erime süresi en az 71,15 en çok 83,25 dk bulunmuştur (Yılmaz 2001).

Yapılan diğer bir çalışmada farklı stabilizörler kullanılarak üretilen dondurma örneklerinde ortalama kısmi erime süresi 54,69 dk olarak bulunmuştur. Yapılan analizlerde tespit edilen ortalama kısmi erime süresi en az 36,63 dk en çok 75,63

dk'dır. Ortalama tam erime süresi en az 53,47 en çok 129,93 dk bulunmuştur (Tuncay 2001).

Samsun il merkezinde tüketime sunulan dondurmaların bazı niteliklerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada bulunan değerler, en az en çok ortalama olarak şu şekilde sıralanmıştır. Örneklerin kuru madde miktarları; %25,05 - %47,80 - %36,20 olarak; yağ miktarları 0-%5,39-%2,33 olarak; toplam şeker miktarı %19,16-%37,27, %29,22 olarak; invert şeker miktarı % 2,05-%5,39-%3,3 olarak; sakkaroz miktarı %14,34-%31,73-%24,64 olarak; protein miktarı %1,23- %6,2- %3,27 olarak saptanmıştır (Gürakan 1992).

TS 4265'e göre dondurmada hacim artışı (overrun) en çok %100 olmalıdır (Anonymous 1992).

Diyabet hastaları için alternatif dondurma üretimi üzerine yapılan bir araştırmada % hacim artışı oranı %26,30 ile en düşük sorbitollü dondurmada tespit edilirken en yüksek %37,52 ile sakkarozlu dondurmada tespit edilmiştir (Özdemir ve ark. 2002).

Piyasada satılan artizan işletmelerde ve sanayi işletmelerinde üretilen süt esaslı dondurmalarda yapılan bir araştırmada dondurmaların hacim artış değerleri %8,34 ile %98 arasında değiştiği bulunmuştur (Fidan 1997).

Miksin farklı olgunlaştırma sürelerinin dondurmanın ürün kalitesine etkisinin belirlenmesi üzerine yapılan bir araştırmada dondurmaların hacim artış değerleri %28,16 ile %28.86 arasında değiştiği bulunmuştur (Yılmaz 2001).

Dondurma mikslерinin elastik özellikleri yağ içeriği azaldıkça azalır. Dondurmadaki yağ miktarı ve yağın destabilizasyon derecesi dondurulmuş ürünlerdeki elastikiyeti etkiler. Protein ve karbonhidrat temelli yağ ikamesi maddeler dondurmanın elastik değerini değiştirmezken viskoz özelliklerini artırırlar (Adapa ve ark. 2000).

Süt yağı tekstür, ağızdaki kremimsiliği geliştirmek ve yağlılığın tam olarak algılanması için diğer ingredientlerle etkileşime girer (Giese 1996; Akoh 1998).

Yağ tipi ve miktarı üretilmiş olan dondurmanın reolojik özelliklerini etkileyerek dondurmanın karakteristiklerine etki eder. Genellikle dondurma %10 ile %16 yağ içerir. Fakat son yıllarda bazı dondurma üreticileri yağ miktarını düşürerek

yerine karbonhidrat ya da proteinli yağ kuru maddelerini kullanmışlardır (LaBarge 1988; Giese 1996).

Dondurmanın dondurulma, çırpılma eylemi (whipping action) ve buz kristal oluşumu sırasında miks içindeki yağ emülsiyonu destabilize olur. Destabilize olmuş yağ yapıştırıcı madde gibi davranarak hava habbecikleri etrafında proteinlerin tutunmasına destek olur. Süt proteinleri ve kısmi olarak birleşmiş yağ kombinasyonu dondurmaya kuvvet ve yapı sağlar (Goff ve Jordan 1989; Hegenbart 1996; Marshall ve Arbuckle, 1996).

Düşük yağlı (<%10) ürünlerde daha yüksek oranda süt yağsız kuru maddesi, stabilizör ve emülgatör kullanılmaktadır. Ayrıca homojenizasyon basıncı da daha yüksek değerde olmalıdır. Yüksek basınçta daha fazla yağ globülü oluşmakta ve böylece hava hücrelerinin etrafı daha fazla globül ile sarılmaktadır. Küçük çaplı globüller daha yüksek toplam yüzey alanı gösterdiklerinden daha fazla protein ve emülgatör ihtiyacı gösterirler. Dondurmada yağ içeriği azaldığında yapı daha zayıf olmaktadır. Bu nedenle destek amacıyla farklı nitelikteki materyallere ihtiyaç vardır (Haylock ve ark. 1995).

Stampanoni ve ark. (1996) dondurmaya ilave edilen yağın, ağız tamamen kaplayan tereyağımsı ve kremimsilik belirtilerini arttırdığını bulmuşlardır.

Guinard ve ark. (1996) duyuusal bir panelist tarafından belirlenmiş bir sonuca göre yüksek yağ içerikli dondurmaların daha iyi aroma ve tekstür oranlarına sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Specter ve Setser (1994) topioca ve patates dekstrinli dondurmada süt yağı ikamesinin süt yağına nispeten kaba yapıyı arttırdığı ve kremimsiliği azalttığını açıklamışlardır.

Schmidt ve ark.(1993) yağı düşürülmüş dondurmalarda karbonhidrat temelli yağ ikamelerinin mikslerde daha yüksek viskozite ile sonuçlandığını bulmuşlardır.

Yaygın bir şekilde ağ oluşturan jel yapılarını geliştiren ingredientler yapısal ünitelerinin bağımsız olarak hareket edememesinden dolayı etkili bir şekilde suyu bağlamalarına rağmen kremimsiliği ilerletemezler (Clark 1994). Böylece farklı yağ ikamelerini içeren dondurulmuş ürünlerin viskoelastik davranışlarının ölçümü dondurma ya da donmuş olarak depolama işlemi esnasında mevcut ingredientler

arasındaki farklılıkların sonucu olarak meydana gelen yapısal değişikliklerle açıklanabilir.

Süt yağı mekanik olarak buz kristali büyümesini engelleyerek dondurmanın tekstürünü etkileyen önemli bir bileşendir (Marshall ve Arbuckle 1996). Dondurma miksinin işlenmesi esnasında gerekli bir prosedür olduğu düşünülen yağın homojenizasyonu stabil bir emülsiyon oluşturmada görevlidir (Berger 1997). Aynı şartlar altında homojenizasyonun tekrarlanması hacimsel dağılmayı darlaştırarak yağ globülü büyüklüğünü düşürür (Leviton ve Pallansch 1959).

İlave işlemlerle dondurma miksinin fiziksel özellikleri uygun şekilde kontrol edilerek dondurmanın fiziksel görünümü ve tekstürü arzu edilen bir şekilde değiştirilebilir (Goff 1997). Daha ağır kitleli bir ürün arzu edilmesi durumunda çift homojenizasyonun önerildiği ekşi krema gibi diğer süt ürünlerinde homojenizasyonun tekrarlanması fayda sağlamaktadır (Kosikowski ve Mistry 1997).

Arzu edilen duyuusal ve tekstürel kaliteye katkı sağlaması için dondurma miksleri peynir altı suyu proteini konsantresini (PASPK) içerebilir (Tirumalesha ve Jayaprakasha 1998; Hofi ve ark. 1993; Parsons ve ark. 1985).

Suyu bağlama, emülsifiye etme ve köpürme gibi fonksiyonel karakteristikler dondurmada önemlidir. Dondurulmuş tatlılarda kaba yapı gelişmesini geciktirmede suyu bağlama, PASPK'nin faydalanabilir bir özelliğidir (Morr 1989).

PASPK'nin su bağlama kapasitesi protein konsantrasyonu, mineral içeriği ve imalatı sırasında uygulanan ısıtma derecesinden etkilenir (Sienkiewicz ve Riedel, 1990). PASPK'den aynı zamanda emülsifiye edici özellikleri içinde faydalanılabilir. Yağ emülsiyonunun stabilitesi için homojenizasyon sırasında proteinler yağ su ara yüzeyinde birbiriyle etkileşirler ve dondurma işlemi sırasında proteinler yağın destabilizasyonunun kontrolünü sağlarlar (Goff 1997; Goff ve ark. 1989; Mangino 1992). Yağ su ara yüzeyinde peynir altı suyu proteinlerinin miktarının artırılması yüzey gerilimini düşürüp ve miks viskozitesini önemsiz derecede arttırarak dondurmanın kuru olmasını sağlar ve dondurucuda kısmi birleşmeyi arttır (Goff ve ark 1989).

Peynir altı suyu proteinlerinin çok fazla köpük oluşturuıcı özellikleri dondurmada buz kristali büyüklüğünü düşüren hava hücrelerinin düzgün dağılmasını sağlar (Zayas 1997; Flores ve Goff 1999).

Yüksek viskoziteli sistemler köpürme kapasitesini zorlaştırırlar fakat köpük stabilitesi oluşmasını kolaylaştırırlar (Stanley ve ark. 1996).

Suyu emme kapasitelerinden dolayı viskoz bir davranış sergileyen karbonhidrat temelli yağ ikamelerini içeren dondurma miksleri sistemin viskozitesini arttırlar (Cottrell ve ark. 1979; Schmidt ve ark. 1993).

Dondurma miksini pH değeri yağsız kuru madde içeriği ile ilgilidir. Miksin yağsız kuru madde içeriği arttıkça normal asitlik yükselir ve pH düşer (Arbuckle 1986).

Süt yağı viskoziteye büyük bir katkı sağladığı için homojenizasyonun tekrarlanması yağ globülü büyüklüğünü ayrıca düşürür ve dağılımını daraltır (Leviton ve Pallansch 1959). Bu işlem viskozitedeki azalışla birlikte meydana gelmektedir (Keeney ve Kroger 1974).

Ürüne yumuşaklık sağlayan yağ dondurma miksine katıldığında dondurmanın buz fazının hacmini düşürür (Hartel 1996).

Dondurma miksini kuru madde oranı doğrudan buz kristali hacminin dağılımıyla ilgilidir (Flores ve Goff 1999). Düşük kuru maddeli dondurmalar büyük buz kristali içerirler (Donhowe ve ark. 1991). Diğer araştırmacılar tarafından stabilizerlerinde dondurma miksini viskozitesini arttırdığı gösterilmiştir (Flores ve Goff 1999; Miller-Livney ve Hartel 1997).

Baer ve ark.(2001) de yaptıkları çalışmada PASPK' nin %1 oranında kullanımının stabilizer kullanılan ve kullanılmayan dondurma mikslerinin akış zamanı üzerinde çok az etkisinin olduğu sonucuna varmışlardır. Aynı çalışmada ikili homojenizasyon basıncı uygulanmış dondurma mikslerinde akış zamanının tek homojenizasyon uygulanmış dondurma mikslerine göre azaldığını gözlemlemişlerdir.

Dondurma miksini işleme prosesi; özellikle pastörizasyon, homojenizasyon ve olgunlaştırma, viskoziteyi etkiler (Marshall ve Arbuckle 1996).

Marshall ve Arbuckle (1996), düşük yağlı dondurmaların aroma, tekstür ve görünüm gibi fiziksel ve duyuşal özelliklerinin standart dondurma ile eşdeğer olması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu nedenle güçlü katkı maddelerinin izin verilen ölçüde kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu maddelerden maltodekstrin ve peynir altı suyu tozunun yağı azaltılmış ürünlerde hacim arttırıcı madde ve yağ ikamesi

amacıyla kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Kullanılan bu ürünler miks viskozitesini artırıcı etki yapmaktadır.

Schmidt ve ark. (1993), karbonhidrat ve protein bazlı yağ ikamelerini kullanarak ürettikleri dondurmaların yaygın yöntemle yapılan dondurma ile reolojik, donma ve erime özellikleri bakımından karşılaştırmışlardır ve karbonhidrat bazlı dondurmalarda protein bazlı yağ ikamesi kullanılan dondurma ile kontrol örneğine göre daha az hava girişi meydana geldiğini belirlemişlerdir

Schmidt ve ark. (1993), %4,8 yağ içeren mikse %2–5 oranında karbonhidrat ve protein kaynaklı ikame maddeleri ilave edip ürettikleri dondurulmuş tatlıların reolojik ve fiziksel özelliklerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda karbonhidrat kaynaklı ikame maddesi ilave edilen tatlıların viskozite değerinin kontrol örneğinden daha yüksek olduğu, protein kaynaklı ikame maddesi ilave edilen tatlıların reolojik ve erime özelliklerinin kontrol örneğiyle benzer olduğunu belirtilmiştir.

Roland ve ark. (1999), yağsız dondurmaya yağ ikamesi ilavesinin üründeki buz kristallerini azalttığını ve bu dondurmaları % 0,1 yağ içeren dondurmaya karşılaştırdıklarında dondurmanın görünüş ve yapısını iyileştirdiğini, malto dekstrin içeren dondurmanın en iyi kremimsi aromaya ve yapısal karakteristiğe sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Simplese® Dairy- Lo® gibi peynir suyu proteini bazlı yağ ikamelerinin dondurma üretiminde kullanımının kristalleşmeyi önlediği, emülsifikasyonu ve viskoziteyi arttırdığı bildirilmektedir (Prindiville ve ark. 2000).

Dondurmanın yağ içeriği azaldığında yapının daha zayıf olduğu, bu nedenle daha yüksek oranda süt yağsız kuru maddesi, stabilizör ve emülgatöre ihtiyaç duyulduğu bildirilmektedir (Haylock ve ark. 1995).

Dondurma karışımında %3–16 oranında kullanılan yağlardan düşük ısıda eriyenler (tereyağı gibi) dondurmanın oldukça kısa sürede erimesine neden olurlar (Dağışan 1991).

Dondurmalarda yapılan bazı denemelerde PAST kullanıldığında iyi bir sonuç alınmıştır. Fakat yağsız süttozu yerine demineralize edilmiş peynir altı suyundan %100 oranında kullanıldığı zaman organoleptik özelliklerinde bozulmalar olmuştur. Yapılan araştırmalara göre demineralize olmuş peynir altı suyunun yağsız süttozu ile

birlikte kullanılmasının büyük bir sakınca yaratmadığı ve %2,5 oranında kullanıldığında kumlu bir yapıyla karşılaşmadığı ortaya konulmuştur (Uraz 1987).

Patel ve Mathur (1984)'a göre dondurma yapımında peynir altı suyu kuru maddesi ya da %5,5–11 laktozu hidrolize edilmiş peynir altı suyu kullanıldığı zaman, laktozu %5,5 oranında hidrolize edilmiş peynir altı suyu ile yapılan dondurmanın viskozitesi, laktozu %11 oranında hidrolize edilmiş PAS ile yapılan dondurmanın da yüzey tansiyonu, dondurmada kontrol edilen değerden düşük bulunmuştur. Laktozu hidrolize edilmiş PAS miktarındaki artış, dondurma miksinin karıştırılma süresini kısaltmaktadır. Laktozu %11 oranında hidrolize edilmiş PAS ile yapılan dondurmanın erimeye karşı gösterdiği direnç, dondurmada ki değerlerle aynı bulunmuştur. Fakat laktozu %5,5 oranında hidrolize edilmiş PAS katılmış dondurmanın erimeye karşı gösterdiği direnç, daha az bulunmuştur.

Guy (1980)'a göre laktozu hidrolize edilmiş PAS kuru maddesi katılarak üretilen dondurmaların erime süresi, diğer dondurmaların erime süresine benzer bulunmuştur.

Dluzewsky ve ark. (1981), %4,6–8 yağ, %9–15 yağsız süt kuru maddesi, %0,3–0,4–0,5 sodyum aljinat ve %12 sakkaroz içeren 2 kg'lık mikslardan üretilen dondurmalarda yağ, yağsız kuru madde ve stabilizatörlerin dondurma hacmine etkileri üzerine yaptıkları çalışmada hacim artışının miksteki yağ miktarının artmasıyla arttığını, yağsız süt kuru maddesinin artmasıyla azaldığını, en yüksek hacim artışının yağsız kuru madde/yağ oranı 2,25–3 arasında olduğunda elde edildiğini, oran 3,75'e yükseltildiğinde hacim artışının daha az olduğunu ve oran 1:1 olduğunda ise hacim artışının önemli düzeylerde azaldığını belirlemişlerdir. Araştırmada ayrıca, %9–12 yağsız süt kuru maddesi + %0,4 aljinat ve %15 yağsız süt kuru maddesi + %0,5 aljinat kompozisyonunun en iyi hacim artışı verdiği saptanmıştır.

Gönç ve ark. (1988), dondurma üretiminde süt yağı yerine bitkisel yağ kullanımı konusunda yaptıkları çalışmada; krema yerine kullanılan margarin miktarının artmasıyla dondurma örneklerinin duysal niteliklerinin bozulduğunu, bu durumun özellikle %60 ve daha yukarı oranlarda margarin kullanımıyla belirgin hale geldiğini, dondurma örneklerindeki kuru madde ve kül miktarının artan margarin miktarıyla orantılı olarak artmasıyla mikslerin özgül ağırlığında önemli bir değişiklik

olmazken, viskozitenin margarin artışına paralel olarak arttığını ve dondurma örneklerinin erime dayanımlarının ise krema yerine kullanılan margarin miktarının artmasıyla yükseldiğini belirlemişlerdir.

Düşük maliyette yumuşak dondurmalarının hazırlanmasında süt yağı yerine %40–50 ve 60 oranında vanaspathi, (bitkisel bir yağ türü) aroma verici olarak vanilya ve çikolata kullanımı üzerinde incelemeler yapan Umesh ve ark. (1989), süt yağı yerine kullanılan vanaspathi'nin %40'dan %60'a yükselmesiyle dondurmaların erime direncinde bir artma ve hacim artışında bir azalma olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmada, dondurma üretiminde süt yağı yerine %60'dan fazla miktarda vanaspathi kullanımıyla kalitede bir düşme olmaksızın maliyette %15,69 'lik ucuzluk sağlanabileceği saptanmıştır.

Deve sütünden dondurma üretimi üzerinde çalışma yapan Abu-Lehia ve ark. (1989), miksin yağın %4,8,12 ve yağsız süt kuru maddesini de %9,11,13'e ayarlamışlardır. Araştırmacılar, miksin viskozitesinin ve dondurmanın hacminin yağ ve yağsız kuru maddenin artışıyla önemli derecede arttığını, dondurmaların iki saat içinde erimesinin yağın tek başına kademeli olarak azaldığını, dondurmaların erimesinin hacim oranı ile negatif korelasyon halinde olduğunu ve mikslere %12 yağ, %11 yağsız süt kuru maddesi ve %37 toplam kuru madde içerecek şekilde formüle edildiğini en iyi renk, tad ve tekstür elde edildiğini saptamışlardır.

Cheema ve Arora (1991), %10 bitkisel yağ, %12 yağsız süt kuru maddesi ve %15 sakkaroz ile %0.3–0.4 sodyum aljinat ve %0.8–0.1–0.12 tween 80 ilavesiyle imal ettikleri dondurmaları, %10 hayvansal yağ, %12 yağsız süt kuru maddesi, %15 sakkaroz ile %0.3 sodyum aljinat ve %0.05 tween 80 kullanarak hazırladıkları kontrol örneklerini aynı yöntemlerle işleyerek elde ettikleri dondurmalar ile kıyaslamışlardır. Bitkisel yağ içeren her çeşit dondurma veya miks, yüzey gerilimi, nisbi viskozite erime oranı ve pH yönünden kontrol dondurmalarına benzer bulunmuştur. Araştırmacılar %0,3 sodyum aljinat ve % 0,1 tween 80 içeren bitkisel yağlı dondurmaların tümünün duyuusal niteliklerinin kontrol dondurmalarının duyuusal özellikleri ile benzer olduğunu belirlemişlerdir.

Lee ve White (1991), vanilyalı dondurma üretiminde yağsız süt kuru maddesi yerine sırasıyla %25–50 ve 75 oranında ultrafiltrasyon ürünleri veya %25–50–75 ve 100 oranında peynir suyu protein konsantreleri kullanarak elde ettikleri mikslere %12

yağ, %9,7 yağsız süt kuru maddesi ve %0,3 stabilizatör- emülgatör içerecek şekilde standardize etmişler ve standart yöntemle dondurmaya işlemişlerdir. Daha sonara üretilen dondurmaları depolamanın 1., 30. ve 90. günün sonunda kimyasal bileşim, mikrobiyolojik kalite ve duyuşal özellikler yönünden incelemişlerdir. Araştırmacılar, dondurmanın pH ve viskozitesinin ultrafiltrasyon ürünlerinin kullanım oranının artışıyla birlikte arttığını, peynir suyu konsantresinin artmasıyla ise azaldığını ve peynir suyu proteini konsantresinin %75–100 arasında kullanıldığında viskoziteyi ultrafiltrasyon ürünlerinden daha fazla azalttığını belirlemişlerdir. Araştırmada ayrıca, ultrafiltrasyon ürünleri kullanıldığında dondurmanın protein ve laktoz miktarının artış gösterdiği, tat, yapı ve tekstür gibi duyuşal niteliklerin peynir suyu protein konsantresi kullanılanlardan daha üstün olduğu saptanmıştır.

Vanilya gibi aroma maddeleri büyük ölçüde yağda çözülür ve yağ vasıtası ile ağızda taşınırlar. Dondurmada yeteri kadar yağ bulunmuyorsa aroma istenilen derecede algılanmaz. Yani vanilya, yağ aroma arasındaki sinerjik etkiyi azaltmaktadır Aynı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmada vanilyalı yağsız dondurmaya %4,8 oranında peyniraltı suyu tozu, kontrol örneğine (düşük yağlı dondurma) %4,8 süt yağı ve ikinci kontrol örneğine %4,8 süt yağsız kuru maddesi ilave edilmiştir. Süt yağı içeren kontrol örneğinin kıvam ve aroma bakımından diğer örneklerden daha düşük değerler aldığı gözlenmiştir yani daha az beğenilmiştir. Peyniraltı suyu tozu (Simplese®) içeren dondurma örneğinin tekstür ve ağızda bıraktığı tat bakımından aldığı değerler oldukça iyi bulunmuştur (Ohmes ve ark. 1998).

Temiz (1994), %16, 20 ve 24 şeker, %8, 10 ve 12 yağsız süt kuru maddesi ve % 8, 10 süt yağı içeren miksleri dondurmaya işlemiş, elde ettiği dondurmalarda şu sonuçları bulmuştur; Dondurmanın, duyuşal niteliklerinden renk ve görünüş, yapı ve kıvam ile tat ve koku özelliklerine ait puanlarda, miksin bileşimine ilave edilen maddelerin istatistiksel açıdan önemli olmadığını saptamıştır. Mikse ilave edilen yağsız süt tozu, krema ve sakaroz miktarı arttıkça dondurma örneklerinin kuru madde miktarının arttığını, yağ zenginleştirici madde olarak kullanılan krema ilavesinin artmasıyla da yağ miktarının arttığını tespit etmiştir. Dondurma miksinde ilave edilen yağsız süt tozu ve kremanın artışı dondurma örneklerindeki invert şeker miktarını arttırmıştır. Dondurma örneklerinde mikslerdeki sakkaroz ve yağsız kuru

madde düzeyi arttıkça hacim artışının azaldığını belirtmiştir. Dondurmaların erime oranının miksin sakkaroz düzeyi yükseldikçe arttığını, yağsız süt kuru madde düzeyi yükseldikçe azaldığını belirlemiştir.

Dağaşan (1991), farklı oranlarda peynir altı suyu tozu kullanarak ürettiği dondurmaların fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri ile dondurmaların maliyetini incelemiştir. Çalışma sonunda dondurmaların viskoziteleri ile protein stabiliteeri arasında fark olmadığı, peynir altı suyu tozu miktarı arttıkça laktoz miktarı ve hacim artışında yükselme, erime oranında düşme olduğunu saptamıştır. Duyusal değeriendirmede panelistler tarafından kontrol örneği ile değerişik oranlarda peynir altı suyu tozu kullanılarak üretilen dondurmalar arasında bir farklılık tespit edilmediğini belirtmiştir. Ayrıca peynir altı suyu kullanılarak dondurmanın maliyetini % 15,66 oranında azaltılabileceğini belirtmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Kullanılan hammadde

Denemelerde kullanılan hammaddelerden süt, tereyağı, krema, sadeyağ, yağsız süt tozu, peynir altı suyu proteini konsantresi (PASPK) ve şeker Enka Süt ve Gıda Mamulleri Sanayi ve Ticaret AŞ (Konya)'den temin edilmiştir. Katkı maddeleri olarak kullanılan Karboksi Metil Selüloz (CMC); (Yılmaz Kimya Ltd. Şirketi, İstanbul), keçiyoynuzu tohumu zankı, salep; (İncom Ltd. Şirketi Mersin), emülgatör olarak kullanılan mono ve digliserid (Rikevita Şirketi'nden, Malezya) temin edilmiştir.

Süt yağı kaynaklı yağ ve bitkisel yağın kullanıldığı dondurma örneklerinin formülasyonları TS-4265 dondurma standardında tanımı yapılan yağlı dondurma bileşimindeki yüzde oranlar, (toplam kuru madde en az %36, süt yağı en az %8, ve yağsız süt kuru maddesi en az %28) göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Şahit ve PASPK'si kullanılan dondurma örneklerinde ilave bir yağ kullanılmadığından söz konusu dondurma mikslерinin formülasyonundaki yüzde bileşenleri dondurma standardında tanımlanan yarım yağlı dondurmaya göre hazırlanmıştır. CMC, keçiyoynuzu tohumu zankı ve salep sırasıyla % 0.15, 0.15 ve 0.10; mono ve digliserid ise %0.15 oranında kullanılmıştır. Şeker ise sakkaroz formunda olup ortalama %17.57 oranında kullanılmıştır.

Şahit olarak isimlendirilen dondurma miksine sütün ihtiva ettiği yağ dışında hiç yağ ilave edilmeden toplam kuru madde yağsız kuru madde üzerinden belirlenmiştir. Süt yağı kaynaklı bir yağ ya da bitkisel margarin kullanılmayan diğer miks de ise aynı şekilde süt yağının ihtiva ettiği yağ dışında bir yağ ilavesi yapılmayıp yağ ikamesi ve kuru maddeyi standardize etmek amacıyla PASPK kullanılıp, bu miksin de toplam kuru maddesi yağsız kuru madde üzerinden hesaplanmıştır.

3.1.2. Dondurma Üretimi

Çalışma 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş olup miks hazırlama işlemi Enka Süt'ün laboratuvar ve pilot tesisinde gerçekleştirilmiştir. Dondurma üretiminde kullanılacak malzemelerde gerekli analizler yapıldıktan sonra her bir ingrediyen

formülasyonda kullanılacak miktara göre tartılmıştır. Miks hazırlanırken ilk olarak pastörize süt 40 °C'ye kadar ısıtıldıktan sonra diğer katkı maddeleri (yağsız süt tozu veya PASPK, emülgatör, stabilizatör ve yağ) ilave edilip karışım mikserden geçirilmiştir. Miksin sıcaklığı homojenizasyon sıcaklığına gelene kadar (70°C) karıştırılmıştır. Miks homojenizatörden geçirilmeden önce viskozite ölçümü için numune alınmıştır. Daha sonra miks homojenizatörde iki basamaklı olarak 200 Bar ve 50 Bar basınç uygulanarak homojenize edilmiştir. Homojenizasyonun ardından 85 °C de pastörize edilen miks 20 dk su banyosunda bekletilmiştir. Pastörizasyon işleminin ardından mikslere soğuk su ve buz konulmuş kaplarda 20°C'ye gelene kadar karıştırılarak soğutulmuş ve o sıcaklıkta pH'ları ölçülmüştür. Daha sonra mikslere olgunlaşması amacıyla 8 °C de 24 saat dinlendirme işlemi uygulanmıştır. Dinlendirilmiş mikslere dikey dondurucuda dondurularak geçirilip dondurma haline geldikten sonra, yapılacak analizler için uygun kaplara alınıp -20 °C' de 2 gün sertleştirilmiştir.

3.2. Metodlar

3.2.1. Mikse Uygulanan Analiz Metotları

3.2.1.1. Kuru madde analizi

Kullanılan hammaddelerin kuru madde değerleri gravimetrik yöntemle belirlenerek hesaplanmıştır (Anonymous 1992).

3.2.1.2. Yağ analizi

Süt, tereyağı, sadeyağ, krema, bitkisel yağın yağ değerleri gerber metodu ile belirlenmiştir (Anonymous 1977).

3.2.1.3. Yağsız kuru madde değerleri

Toplam kuru madde değerinden yağ değeri çıkartılarak hesaplanmıştır.

3.2.1.4. pH ölçümü

Süt, tereyağı, krema ve dondurma mikslерinin pH'sı WTW 315 i SET sentix 41 elektrot (Weilheim, Germany) pH metre kullanılarak ölçülmüştür.

3.2.1.5. Viskozite ölçümü

Mikslерin viskozite ölçümleri homojenizasyon öncesi, homojenizasyon sonrası ve olgunlaştırıldıktan sonra olmak üzere üç farklı aşamada gerçekleştirildi. Mikslерin viskozite değerleri Model No 4535 (Lab Line Instruments, Inc., Melrose Park, ILL., U.K.) viskozitesi kullanılarak 20°C ölçüldü. 100 ml'lik beherlere alınan

her bir miks sıvısının içine 6 nolu spindl'in yiv kısmı tamamen girecek şekilde daldırıldı ve 5 farklı dönme hızında (5, 10, 20, 50, 100 devir/dak.) okuma yapıldı. Bütün okuma değerleri herbir örnek için 10 saniye geçtikten sonra yapıldı.

3.2.1.6. Elektrik iletkenliği ölçümü

Elektrik iletkenliği değerleri (Tetrocon 325 problu 315i set WTW, Weilhem, Almanya) EC meter kullanılarak ölçülmüştür. Olgunlaşmış miksten 100 ml alınarak 20,40,60 ve 80 °C lerde elektrik iletkenliği ölçülmüştür.

3.2.1.7. Serbest yağ asidi analizi

Dondurma mikslерinin toplam serbest yağ asidi içeriği (Renner 1986)'ya göre yapılmıştır. Titri metrik bir yöntem olan bu yöntemde aşağıdaki formülde değerler yerine konularak hesaplama yapılmıştır.

Asit değeri (mgKOH/gr yağ)= $[V(ml) \times N \times 56.11] / m$

V= Titrasyonda harcanan KOH miktarı (ml)

N=Titrasyonda kullanılan KOH'in normalitesi (0,1N)

M=Örnek miktarı (gr)

3.2.2. Dondurmaya Uygulanan Analiz Metotları

3.2.2.1. Hacim esasına göre hacim artışının belirlenmesi

TS-4265 Dondurma Standardında belirtilen metot esas alınarak dondurma numuneleri hazırlanmıştır ve Egan ve ark. (1987)'na göre yapılmıştır. Hacim yüzdesinin hesaplanmasında şu formül kullanılmıştır:

Hacim artışı % = $(\text{Dondurma Hacmi} - \text{Miksin Hacmi} / \text{Miksin hacmi}) \times 100$

3.2.2.2. Erime oranı ve ilk damlama süresi tayini

Abd El- Rahman ve ark. (1997), Prindivella ve ark.(1999)'dan modifiye edilmiştir. Yaklaşık 30 gr dondurma örneği 21°C sıcaklıktaki buzdolabının buzluğundan 6 °C sıcaklıktaki dolabın rafında 15 dk tutuldu. Ardından 25°C±0.5daki etüve koyulup erimeye bırakılmıştır. 0,49 mm gözenekli metal tel elek üzerine konan örneklerin 60 dk boyunca her 10 dk da bir eriyen miktarları tartılmıştır. Ayrıca dondurmaların eriyip ilk damlalarının düştüğü süre belirlenmiştir.

3.2.2.3. Duyusal analiz

Dondurmaların duyusal analizleri için hazırlanan dondurma puanlama çizelgesi (Amerikan Süt Bilimcileri Kurulu (ASBK) tarafından geliştirmiş çizelge modifikasyonunu)Çizelge 3.1 gösterilmektedir. Bu çizelge Bodyfelt ve ark. (1988) tarafından modifiye edilmiştir. Bu genel değerlendirme formatının lezzet, yapı-tekstür ve renk-görünüş sistemleri kullanılarak 7 panelist örnekleri lezzet sistemine en fazla 10 puan, yapı-tekstür ile renk-görünüşe en fazla 5 puan vererek değerlendirmişlerdir. Duyusal analiz öncesinde panelistlere dondurmanın kalite kriterleri ile ilgili bir takım ön bilgi verilerek panelistler bilgilendirilmişlerdir.

3.3. İstatistik Değerlendirmeler

Dondurma örneklerine ilişkin analiz sonuçları Tesadüf Parselleri Deneme Tertibinde Faktöriyel Düzen'de varyans analizine tabi tutulmuştur. Bu analiz için Minitab paket programı kullanılmıştır. Farklı grupların saptanması amacıyla da Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987). Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi için COSTAT paket programı kullanılmıştır (Costat 1990).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Dondurma Miksine Ait Bulgular ve Tartışma

4.1.1. Kuru Madde Değerlerine Ait Bulgular ve Tartışma

Dondurmalarda arzulanan yapı ve kıvamın oluşmasında rol oynayan kuru madde miktarı aynı zamanda dondurmanın besleyici kısmını da oluşturmaktadır. Araştırmada dondurmaların kuru madde değerleri %32.32 ile %38.39 arasında değişmiş olup kuru madde sonuçlarına ait aritmetik ortalamalar Çizelge 4.1’de sunulmuştur. Altı dondurma örneğinde tespit edilen ortalama kuru madde sonuçlarına varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analizi tablosu Çizelge 4.2’de gösterilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre örnekler arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p < 0.001$). İstatistikî olarak önemli bulunan sonuçlara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Buna ait değerler standart sapmalarıyla birlikte Çizelge 4.1’ de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı Yağ Kaynakları Kullanılarak Hazırlanan Dondurma Miksi Örneklerinin Bazı Özelliklerine Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

Dondurma	Kuru Madde ^{***} (%)	Yağ (%) ^{***}	pH ^{ns}
D ₁	32.37±0.07 b	3.25±0.07 b	6.43±0.01
D ₂	38.00±0.29 a	8.8 ±0.14 a	6.44±0.01
D ₃	38.21±0.12 a	8.8 ±0.14 a	6.45±0.01
D ₄	37.59±0.29 a	8.7 ±0.42 a	6.42±0.0
D ₅	37.70±0.97 a	8.05±0.21 a	6.41±0.02
D ₆	32.52±0.09 b	3.2 ±0.14 b	6.41±0.03
Min.	32.32	3.1	6.39
Max.	38.39	9.0	6.45
D ₁ ; Şahit dondurma, D ₂ ; Tereyağlı dondurma, D ₃ ; Sadeyağlı dondurma, D ₄ ; Kremalı dondurma, D ₅ ; Bitkisel yağlı dondurma, D ₆ ; Peyniraltı suyu protein konsantreli dondurma Aynı sütun içerisinde aynı harflerle işaretlenmiş değerler istatistikî olarak birbirinden farklı değildir.			

Şahit ve PASPK’si olarak isimlendirilen dondurma örneklerinin formülasyonları düşük yağ içerdiklerinden kuru madde değerleri Duncan çoklu karşılaştırma testinde istatistiksel olarak farklı çıkmamıştır. Kuru madde değerlerine ait sonuçların grafik gösterimi Şekil 4.1 de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı Yağ Kaynakları Kullanılarak Hazırlanmış Dondurmaların Bazı Özelliklerine ait Varyans Analizi Sonuçları

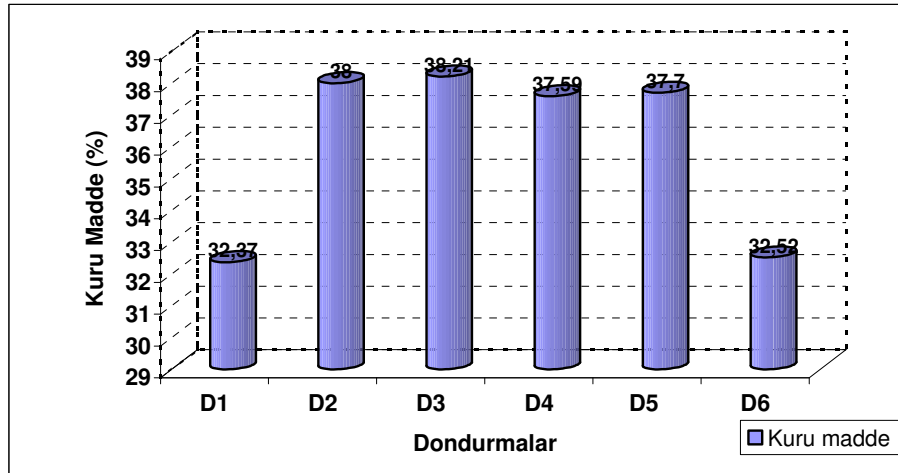
VK	SD	<u>T.Erime Oranı</u>		<u>İlk Damlama S.</u>		Hacim Artışı		<u>Ph</u>		<u>Kuru M.</u>			<u>Yağ</u>	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	
Dondurma	5	53.90	11.83**	71.6	8.59*	41.23	58.07***	5.2E-04	1.64	15.84	83.77***	15.49	320.57***	
Hata	6	4.56		8.33		0.71		3.17		0.19		0.05		

*p<0,05 seviyesinde önemli, **p<0,01 seviyesinde önemli, ***p<0.001 seviyesinde önemli, ns

Çizelge 4.3. Farklı Yağ Kaynakları Kullanılarak Hazırlanmış Dondurmaların Sıcaklığa Bağlı Olarak Serbest yağ Asidi ve Elektrik İletkenliği Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

VK	SD	<u>Serbest Yağ Asidi</u>		<u>Elektrik İletkenliği</u>	
		KO	F	KO	F
Sıcaklık(A)	3	0,85	407,2***	1,25	52,44***
Dondurmağ(B)	5	0,23	109,36***	1,05	44,24***
AXB	15	0,01	3,92**	0,05	2,11*
Hata	24		0,001		0.02

*p<0,05 seviyesinde önemli, **p<0,01 seviyesinde önemli, ***p<0.001 seviyesinde önemli, ns



Şekil 4.1. Farklı Yağ Kaynakları Kullanılarak Hazırlanan Dondurma Miksi Örneklerinin Ortalama Kuru Madde Değerlerine Ait Grafik

Öztürk (1969) sade dondurmalarda toplam kuru madde oranının %22.84-%33.70 arasında değiştiğini ortalama %31.625 olduğunu bildirmiştir. Sezgin ve ark. (1996) Ankara piyasasından topladıkları 42 adet örnek üzerinde yaptıkları çalışmada toplam kuru maddenin sade dondurmada %28.65-%37.91 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Uraz (1979) 50 adet sade dondurma üzerinde yaptığı çalışmada toplam kurumadde değerlerinin %24.95-%39.37 arasında değiştiğini bildirmiştir. Gürakan (1992), Samsun piyasasından temin ettiği 62 dondurma örneği üzerinde yaptığı çalışmada kurumadde değerlerinin %25.05 ile %47.86 arasında olduğunu bildirmiştir. Tarafımızdan tespit edilen en düşük kuru madde değeri 32.32 ve en yüksek 38.39 değerler Uraz (1979), Sezgin ve ark ve Gürakan (1992)'nin bulduğu değerler arasındadır. Öztürk (1969)'un sonuçlarına göre kurumadde bulgularımız yüksektir. Araştırmalarda dondurmaların kuru maddedeğerleri arasındaki farklılıklar dondurmaların belli bir standarda göre hazırlanmamasından kaynaklanmaktadır. Çalışmamızda kuru madde değerleri açısından istatistikî olarak aralarında farklılık bulunmayan dondurmalarla a ile işaretlendirilenlerin kuru madde değerleri yağlı dondurma standardına b ile işaretlendirilenler ise yarım yağlı dondurma standardına girmektedir (TS 4265).

4.1.2. Yağ Değerlerine Ait Bulgular ve Tartışma

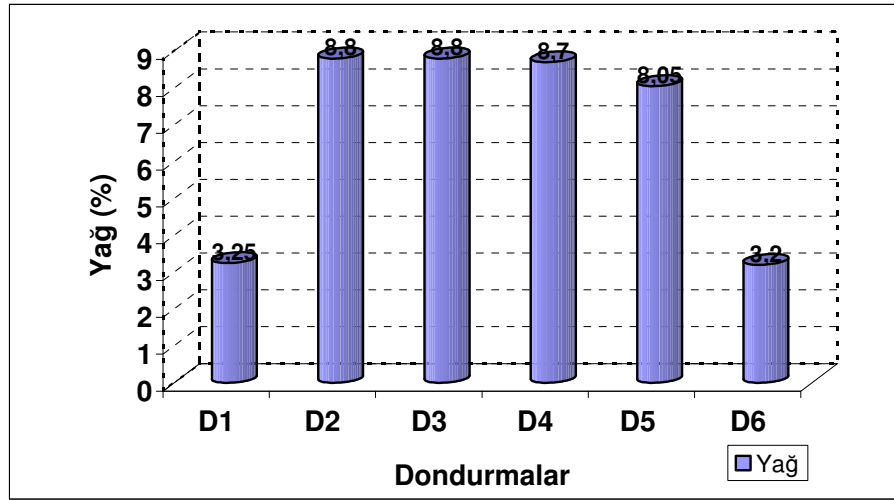
Dondurma örneklerinin yağ değerleri %3.1 ile % 9 arasında değişme göstermiş olup dondurma misklerinin yağ değerlerine ait aritmetik ortalama sonuçları

toplu olarak Çizelge 4.1’de verilmiştir. Sonuçlara varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2’de sunulmuştur. Varyans analizi sonuçlarına göre yağ değerleri arasındaki fark $p < 0.001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan sonuçlara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış olup yağ değerlerinin buna ait verileri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testinde istatistikî olarak farklı bulunmayan 1 ve 6 numaralı örneklerden şahit örneğinin(1) kontrol örneği olması ve PASPK’si kullanılan örneğinin(6) hem yağ ikamesi hem de yağsız kuru madde dengeleyicisi olarak süt tozu yerine PASPK’sini içermesinden dolayı söz konusu dondurma örneklerinin yağ değerleri düşük çıkmıştır.

Öztürk(1969), çalışmasında dondurmalarındaki yağ miktarlarının %2.21 ile %7.9 arasında değiştiğini belirtmiştir. Gürakan (1992), 62 dondurma örneğindeki yağ miktarını en az %0.0 en çok 5.8 olarak belirlemiştir. Yağ düzeyinin bu derece düşük olması dondurmalara yağ zenginleştirici maddelerin ilave edilmemesinden ileri gelmektedir. Dondurmalarda bulunması gerekli yağ miktarları standartta belirtilmiştir. Buna göre en az %12 yağ yağ içeren dondurmalar tam yağlı, en az %8 yağ içerenler yağlı ve en az % 3 yağ içeren dondurmalar yarım yağlı dondurmalar sınıfına girmektedir. Dondurmalarımızdaki yağın asıl kaynağı miksin hazırlanmasında kullanılan süt yağı ve ilave kullanılan yağlardan oluşmaktadır. Çalışmamızdaki dondurmaların yağ değerleri TS-4265 dondurma standardında bahsedilen yağlı dondurma ve yarım yağlı dondurma bileşim oranlarına göre standardize edildiğinden yağ değerleri ile ilgili bulgularımız hazırlanan formülasyona uygun çıkmıştır. Dondurmaların yağ değerleri sonuçları grafik olarak Şekil 4.2 ‘de gösterilmiştir.

4.1.3. pH Değerlerine Ait Bulgular ve Tartışma

Süt ve süt ürünlerinde aktüel asitlik olarak bilinen pH değerini, serbest ve aktif hidrojen iyonları ile dengede bulunan toplam kuru maddeler meydana getirirler. Bu tip maddeler serbest bazik bileşikler, serbest nötral tamponlayıcı maddeler, proteine bağlı asit ve bazik gruplar ile serbest organik asitler olarak belirtilmiştir (Fox 1986).



Şekil 4.2. Farklı Yağ Kaynakları Kullanılarak Hazırlanan Dondurma Miksi Örneklerinin Ortalama Yağ Değerlerine Ait Grafik

Çalışmada dondurmalarda farklı yağ kaynakları kullanımının miksin pH değerleri üzerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Buna ait sonuçlar aritmetik ortalamalarla birlikte Çizelge 4.1’de sunulmuştur. Sonuçlara varyans analizi uygulanmıştır ve farklı yağ kullanımının dondurma miksi üzerinde istatistikî açıdan bir önem arzemediği bulunmuştur ($p>0.05$). Çizelge 4.2’de dondurma miksi örneklerine ait pH değerlerinin varyans analizi verilmiştir. Dondurma mikslерinin pH değerleri sonuçlarının grafik gösterimi ise Şekil 4.3 de verilmiştir.

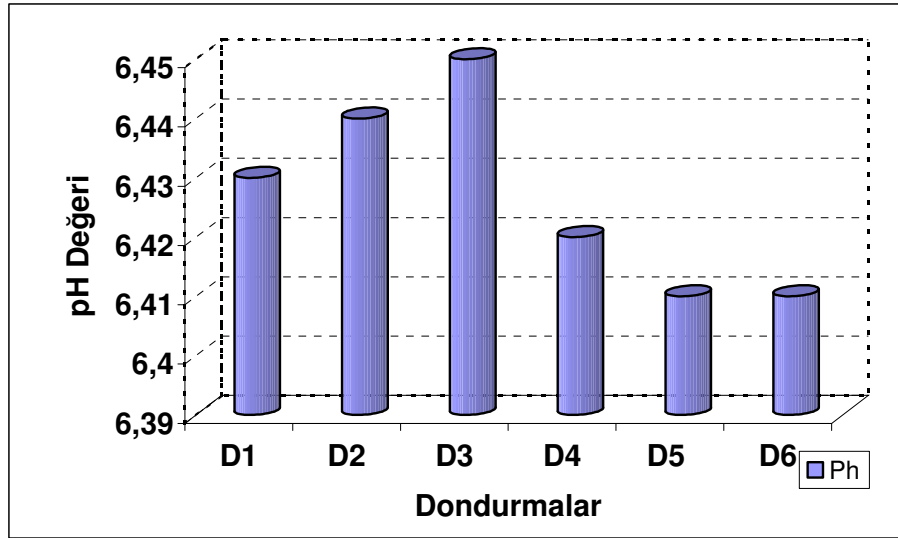
Koçan (1999), farklı oranlarda emülgatör kullanarak ürettiği vanilyalı dondurmaların pH değerlerinin ortalama 6.55 olduğu ev dondurmaların pH değerleri arasında farklılıkların önemli olmadığını belirtmiştir ($p>0.05$).

Gökçebağ (2004), farklı stabilizer ve kuru madde kullanarak ürettiği dondurma mikslерinde kuru madde değişimleri ile pH değerleri arasında bir korelasyon olmadığını ancak farklı stabilizör tipinin pH değerlerinin değişmesine neden olduğunu gözlemlemiştir ($p<0.01$). Aynı çalışmada pH değerleri 6.38 ile 6.59 arasında değişmiştir.

Aykan (2001)’ın düşük kalorili dondurma üretimi üzerine yaptığı çalışmada %4.55 yağlı ve sakkaroz içeren, %1.57 ve %0,2 yağlı ve sakkaroz içermeyen dondurmaların pH değerlerini sırasıyla 6.53, 6.44, 6.42 olarak bulmuş olup örnekler arasındaki farkı istatistiksel olarak önemli bulmuştur ($p<0.05$). Araştırmacı ayrıca

dondurma üretiminde kullanılan süt tozu miktarı arttıkça pH değerinin azaldığını belirtmiştir.

Dağaşan (1991), dondurma üretiminde yağsız kuru maddenin bir kısmını yerine geçecek farklı oranlarda %0–15–20–25 peynir altı suyu tozu kullanmıştır. Dondurma miksinin pH değerlerini sırasıyla 5.87, 5.93, 5.78 ve 5.59 olarak bulmuştur.



Şekil 4.3. Farklı Yağ Kaynakları Kullanılarak Hazırlanan Dondurma Miksi Örneklerinin Ortalama pH Değerlerine Ait Grafik

Çalışmamızda dondurma miksi değerlerine ait ölçülen pH değerleri Gökçebağ (2004)'ün bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Miks de ölçtüğümüz pH değerleri Akyan(2001)'in dondurmada ölçtüğü pH değerleriyle de benzerlik göstermektedir.

4.1.4. Serbest Yağ Asidi Değerlerine Ait Bulgular ve Tartışma

Farklı yağ kaynakları kullanılarak hazırlanan dondurma miks örneklerinin farklı sıcaklıklarda serbest yağ asidi değerleri ölçülmüştür. Elde edilen sonuçların aritmetik ortalamaları Çizelge 4.4'de sunulmuştur. Bu sonuçlara göre artan sıcaklık değerleriyle birlikte serbest yağ asidi miktarında artma gözlemlenmiştir. Dondurmalar içinde en yüksek serbest yağ asidi değerleri tereyağlı dondurma miks örneğinde ölçülmüştür. Sonuçlara istatistikî kontroller için varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3'de sunulmuştur. Varyans analizi sonuçlarına göre 20, 40, 60 ve 80 °C'lerdeki serbest yağ asidi değerleri $p < 0.001$

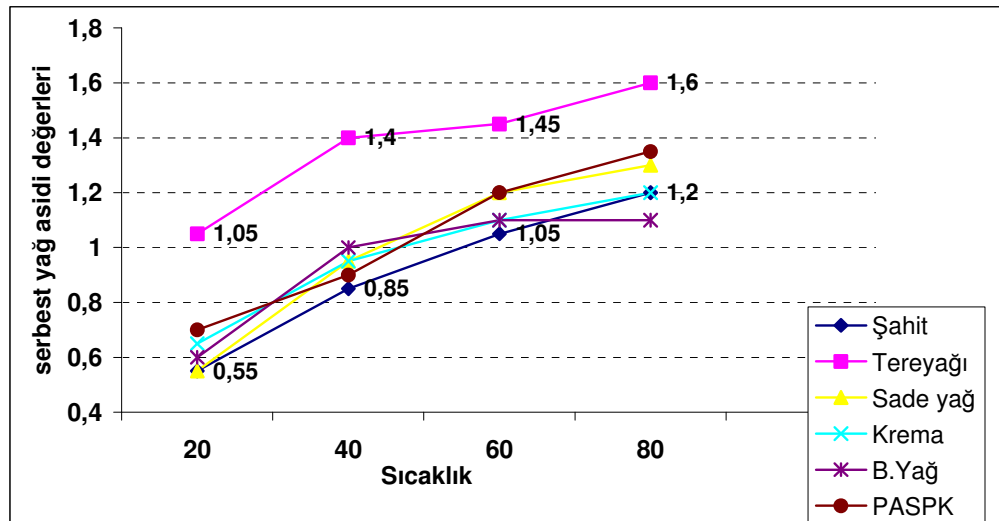
düzeyinde önemli bulunmuştur. Varyans analizinde önemli bulunan sonuçlara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Buna ait sonuçlar Çizelge 4.4'de sunulmuştur.

Çizelge 4.4. Farklı Yağ Kaynakları Kullanılarak Hazırlanmış Dondurma Miksi Örneklerinin Farklı Sıcaklıklardaki Ortalama Serbest Yağ Asidi Değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları

Dondurmalar	Serbest yağ asidi			
	20 °C***	40 °C***	60 °C***	80 °C***
D ₁	0.55±0.07 a	0.85±0.07 a	1.05±0.07 a	1.2±0 a
D ₂	1.05±0.07 b	1.40±0 b	1.45±0.07 b	1.6±0 b
D ₃	0.55±0.07 b	0.95±0.07 b	1.2±0 b	1.3±0 bc
D ₄	0.65±0.07 b	0.95±0.07 b	1.1±0 b	1.2±0 cd
D ₅	0.60±0 b	1.0±0 b	1.±0 b	1.1±0 cd
D ₆	0.70±0 b	0.9±0 b	1.2±0 b	1.35±0.07 d

D₁; Şahit dondurma, D₂; Tereyağı dondurma, D₃; Sadeyağı dondurma, D₄; Kremalı dondurma, D₅; Bitkisel yağlı dondurma, D₆; Peyniraltı suyu protein konsantreli dondurma
Aynı sütün içerisinde aynı harflerle işaretlenmiş değerler istatistikî olarak birbirinden farklı değildir.

Varyans analizi sonuçlarına göre serbest yağ asidi değerlerinin sıcaklık x dondurma miksi interaksiyonu istatistikî olarak $p<0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Sıcaklık x süre interaksiyon grafiği Şekil 4.4'de verilmiştir.



Şekil 4.4. Farklı Yağ Kaynakları Kullanılarak Hazırlanmış Dondurma Miksi Örneklerinin Farklı Sıcaklıklardaki Ortalama Serbest Yağ Asidi Değerlerine Ait Grafik

4.1.5. Elektrik İletkenliği Değerlerine Ait Bulgular ve Tartışma

Son yıllarda özellikle pompalanabilir gıdaların işlenmesinde alternatif bir ısıtma tekniği olarak kullanılan Ohmik ısıtmada gıda maddesinin içinden elektrik akımı geçirilmektedir. Böylece ısı gıdanın içerisinde homojen olarak oluşur. Miktarı ise geçen elektrik akımına ve gıdanın elektriksel iletkenliğine bağlıdır (İçier 2003). Dondurma karışımlarının Ohmik ısıtılmasının alternatif olarak düşünüldüğünde, Ohmik ısıtma ünitelerinin tasarımı ve sıcaklık kontrolünün etkin yapılabilmesi için dondurma karışımlarının elektriksel iletkenlik özelliklerinin tespiti çok büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla araştırmamızda farklı kompozisyonlara sahip mikslerin farklı sıcaklıklarda elektriksel iletkenlikleri saptanmaya çalışılmıştır.

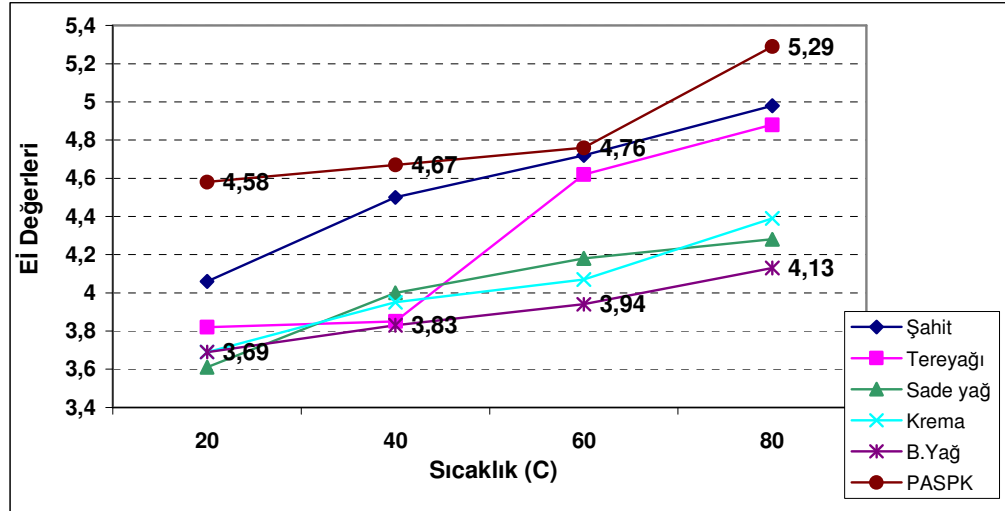
Farklı yağ kaynakları kullanılarak hazırlanmış dondurma mikslерinin elektriksel iletkenlikleri 20, 40, 60 ve 80 °C sıcaklıklarda belirlenmiştir. Elde edilen sonuçların aritmetik ortalamaları Çizelge 4.5’de sunulmuştur. Elektriksel iletkenlik değerlerinin bütün örneklerde sıcaklık arttıkça arttığı gözlenmiştir. Ortalama değerlere varyans analizi uygulanmıştır Varyans analizi sonuçlarına göre önemli çıkan sonuçlara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Buna ait sonuçlar Çizelge 4.5’de birlikte verilmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı Yağ Kaynakları Kullanılarak Hazırlanmış Dondurma Miksi Örneklerinin Farklı Sıcaklıklarda Elektriksel İletkenlik Değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

Dondurma	Elektrik İletkenliği			
	20°C ^{***}	40°C ^{ns}	60°C ^{***}	80°C ^{***}
D ₁	4.06±0.03 a	4.50±0.02	4.72±0.03 a	4.98±0.06 a
D ₂	3.82±0.06 b	4.35±0.01	4.62±0.01 b	4.88±0.03 b
D ₃	3.60±0.04 c	4.00±0.05	4.18±0.04 b	4.28±0.06 b
D ₄	3.69±0.04 cd	3.95±0.01	4.07±0.04 c	4.39±0.01 c
D ₅	3.69±0.06 cd	3.83±0.04	3.94±0.02 d	4.13±0.02 c
D ₆	4.58±0.01 d	4.67±0.02	4.91±0.03 e	5.29±0.02 d
Min.	3.58	3.34	3.92	4.11
Max.	4.59	4.68	4.93	5.3

D₁; Şahit dondurma, D₂; Tereyağlı dondurma, D₃; Sadeyağlı dondurma, D₄; Kremalı dondurma, D₅; Bitkisel yağlı dondurma, D₆; Peyniraltı suyu protein konsantreli dondurma
Aynı sütun içerisinde aynı harflerle işaretlenmiş değerler istatistikî olarak birbirinden farklı değildir

Buna göre 20, 60 ve 80 °C'ler de çıkan sonuçlar istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.001$). 40 °C deki elektriksel iletkenlik değerleri istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Elektriksel iletkenliğin sıcaklık x dondurma miksi interaksyonunun varyans analizleri Çizelge 4.3'de sunulmuştur ve sonuçlar $p < 0.05$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Sıcaklık x dondurma miksi interaksyonunun grafik olarak gösterimi Şekil 4.5'de verilmiştir.



Şekil 4.5. Farklı Yağ Kaynakları Kullanılarak Hazırlanmış Dondurma Miksi Örneklerinin Farklı Sıcaklıklardaki Ortalama Elektrik İletkenliği Değerleri

Şekil 4.5 incelendiğinde en fazla elektriksel iletkenliğin 80 °C'de görüldüğü ve en yüksek değeri peynir altı suyu proteini konsantresi kullanılan dondurma miksinin verdiği görülmektedir. Genel olarak sıcaklık arttıkça elektriksel iletkenlik bütün dondurma örneklerinde artmıştır. İçier (2003), sıvı gıdaların Ohmik ısıtılmasında elektriksel iletkenliğin sıcaklıkla birlikte arttığını saptamıştır. Elektriksel iletkenlik sıvı gıdalarda kompozisyona ve özellikle sıcaklığa bağlı bir özelliktir. Elektriksel iletkenlik arttıkça örnek içerisindeki ısı enerjisi oluşumu artar. Bu araştırmada aynı sıcaklıkta örnekler arasında yağ oranları düşük olan PASPK 'li dondurma ile şahit örneğinin elektriksel iletkenliğinin özellikle 20 ve 40 °C derecelerde diğerlerine nazaran yüksek olduğu görülmüştür. Yağların elektriksel iletkenliği düşük olan bir bileşendir. Bu nedenle yağ oranı düşük olan örneklerin elektriksel iletkenlikleri yüksek çıkmıştır. Yağ değerleri açısından aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz çıktığı diğer dondurma miksi örneklerinden tereyağlı

miksin elektriksel iletkenliği özellikle 40 °C ‘den sonra yükselmiştir. Bu farklılığın sıcaklığın artışına bağlı olarak tereyağının erimesinden kaynaklandığı düşünülebilir.

İçier ve ark. (2005) Maraş usulü dondurma karışımının elektriksel ve reolojik özellikleri üzerine yaptığı bir çalışmada %9.8 yağ içerikli kaymaklı dondurma ile %3.3 yağlı Maraş dondurmayı elektriksel iletkenlik açısından karşılaştırmış ve Maraş dondurma karışımının iletkenliğinin kaymaklı dondurma karışımından daha düşük çıktığını saptamıştır. İçier (2005)’in yaptığı çalışmada 20 °C’de %34 kuru maddeli ve yağlı Maraş dondurma karışımının elektriksel iletkenliğini 0.35, %36.7 kuru maddeli kaymaklı dondurma karışımının elektriksel iletkenliğini 0.28 olarak tespit etmiştir. Artan sıcaklıkla birlikte her iki dondurma karışımı örneklerinde elektriksel iletkenliğin arttığını belirtmiştir. Bizim bulgularımız bu sonuçlara göre yüksek olmakla birlikte sıcaklıkla birlikte bütün örneklerin elektriksel iletkenliklerinde artış belirlenmiştir.

4.1.6. Viskozite Değerlerine Ait Bulgular ve Tartışma

Viskozite yada akmaya karşı gösterilen direnç dondurma miksinin en önemli özelliklerinden birini oluşturmaktadır. Dövülebilme yeteneği ile dondurmaya verilen havanın tutulması açısından karışımın belirli bir viskozite değerine sahip olması gerekir (Güven ve Akın 1997).

Çizelge 4.6. Farklı Yağ Kaynakları Kullanılarak Hazırlanmış Dondurma Miksi Örneklerinin Farklı Durumlardaki Ortalama Viskozite Değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları

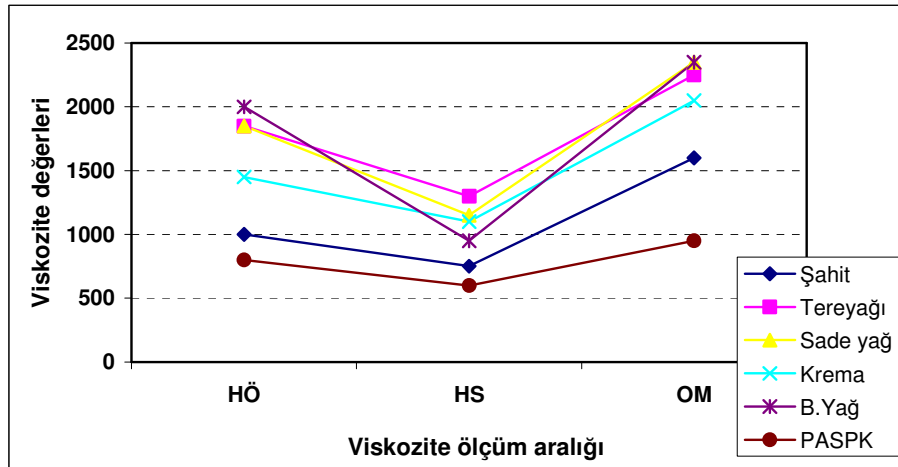
Dondurma	Viskozite		
	H.Ö	H.S	O.M
D ₁	1000±0 c	750 ±70.71 bc	1600±282.84 b
D ₂	1850±70.71 a	1300±141.42 a	2250±70.71 a
D ₃	1850±70.71 a	1150±70.71 a	2350±70.71 a
D ₄	1450±70.71 b	1100±141.42ab	2050±70.71 ab
D ₅	1850±70.71 a	950 ±70.71abc	2050±70.71 ab
D ₆	800 ±0 c	600 ±0 c	950 ±70.71 c
Min .	800	600	900
Max.	1900	1400	2400

D₁; Şahit dondurma, D₂; Tereyağlı dondurma, D₃; Sadeyağlı dondurma, D₄; Kremalı dondurma, D₅; Bitkisel yağlı dondurma, D₆; Peyniraltı suyu protein konsantrelili dondurma
Aynı sütun içerisinde aynı harflerle işaretlenmiş değerler istatistikî olarak birbirinden farklı değildir

Çalışmamızda hazırlanan dondurma mikslерinin viskozite değеrleri homojenizasyon öncesi (HÖ), homojenizasyon sonrası (HS) ve miksin 24 saat olgunlaştırılmasından sonra ölçülmüştür. Bulgulara ait değеrlerin aritmetik ortalamalar Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6'da verilen HÖ, HS ve olgunlaşmış mikslерin (OM) viskozite değеrlerine varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre dondurma mikslерinin viskozite değеrleri istatistiksel açıdan önemli çıkmıştır ($p<0.001$). Homojenizasyon öncesi ve olgunlaşmış mikslерin viskozitelerinin istatistikî değеrleri varyans analizi sonuçlarına göre $p<0.001$ düzeyinde önemli, homojenizasyon sonrası mikslерin viskoziteleri ise $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.6' da dondurmaların farklı durumlardaki viskozitelerinin aritmetik ortalamaları ile birlikte Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre viskozitenin homojenizasyon x dondurma miksi interaksyonu $p<0.001$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Buna ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3'de sunulmuştur. Homojenizasyon x dondurma miksi interaksyonunun grafik olarak gösterimi Şekil 4.6' da verilmiştir.



Şekil 4.6. Farklı Yağ Kaynakları Kullanılarak Hazırlanan Dondurma Miksi Örneklerinin Ortalama Viskozite Değeri

Şekil 4.6 incelendiğinde bütün dondurma mikslерinde HÖ, HS ve olgunlaşma gerçekteştikten sonraki viskozite ölçümlerinde aynı azalış ve artış gerçekteştiği görülmektedir. Homojenizasyon öncesi mikslерin viskozitelerinin homojenizasyon sonrasına göre yüksek olmasının sebebinin, miksin homojenize olmamış büyük

partikülleri içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Homojenizasyon işlemiyle yağ globülleri parçalanarak önceki duruma göre viskozitede bir azalış oluşturmaktadırlar. Süt yağı viskoziteye büyük bir katkı sağladığı için homojenizasyonun tekrarlanması yağ globülü büyüklüğünü ayrıca düşürür ve dağılımını daraltır (Leviton ve Pallansch 1959). Bu işlem viskozitedeki azalışla birlikte meydana gelmektedir (Keeney ve Kroger 1974).

Homojenize edilen miks belirli bir süre bekletildiğinde ise stabilizörlerin su çekme aktiviteleri hızlanıp miksin daha viskoz yapıya sahip olmasına neden olurlar. Dondurma mikslarını kendi aralarında değerlendirirsek en düşük viskozite değerlerini şahit ve PASPK'li dondurma miksinde görmekteyiz. Bu neticenin söz konusu miksların yağ içeriğinin az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. PASPK'nin su bağlama kapasitesi protein konsantrasyonu, mineral içeriği ve imalatı sırasında uygulanan ısıtma derecesinden etkilenir (Sienkiewicz ve Riedel 1990). Abd El-Rahmen ve ark. (1997), dondurma miksinin viskozitesinin süt yağından ve emülgatör ilavesinden etkilendiğini belirtmişlerdir. Lee ve White (1991) yaptıkları çalışmada yağsız süt kuru maddesi yerine sırasıyla %25–50–75 ve 100 oranında peynir altı suyu proteini konsantreleri kullanarak elde ettikleri miksların pH ve viskozitelerinin protein konsantrelerinin artmasıyla azaldığını belirtmişlerdir. Adapa ve ark. (2000), protein ve karbonhidrat yağ ikame maddelerinin dondurmaların elastik özelliklerini değiştirmezken viskoz özelliklerini artırdığını ifade etmişlerdir. Dolayısıyla belirlediğimiz sonuçlar Adapa ve ark. (2000)'nin bulgularından farklı çıkmıştır. Abd El-Rahmen ve ark. (1997)'nin bulgularıyla ise uygunluk göstermiştir. Schmidt ve ark.(1993)'nin yaptıkları çalışmada protein kaynaklı ikame maddesi ilave edilen dondurulmuş tatlının reolojik ve erime özelliklerinin kontrol örneğiyle benzer olduğunu belirtmişlerdir. Abu-Lehia ve ark. (1989) miksin viskozitesinin ve dondurmanı hacminin yağ ve yağsız kuru maddenin artışıyla önemli derecede arttığını saptamışlardır. Gönç ve ark. (1988)'nin dondurma üretiminde süt yağı yerine bitkisel yağ kullanımı konusunda yaptıkları çalışmada süt yağı yerine margarin kullanımının arttırılmasıyla viskozitede artma ve dondurmanın erime direncinde artma olduğunu bulgularımızla farklılık göstermiştir. Bunun nedeni kullanılan bitkisel yağın orjininden ve uygulanan işlemlerden kaynaklanmış olabilir. Araştırmamızda bulduğumuz viskozite sonuçları görünen viskozite değerleri olup

diğer dondurma ile ilgili yapılmış çalışmalarda miks yada dondurmaların dinamik viskoziteleri ölçülmüştür. Dolayısıyla sayısal değerlerimizin diğer viskozite değerleriyle karşılaştırması yapılamamıştır.

4.2. Dondurmaya Ait Analiz Bulguları ve Tartışma

4.2.1. İlk Damlama Süresine Ait Bulgular ve Tartışma

İlk damlama süreleri dondurmanın tüketimi sırasındaki dayanıklılığının göstergesidir. Araştırmada hazırlanan dondurmaların ilk damlama sürelerine ait sonuçların aritmetik ortalamaları Çizelge 4.7’de sunulmuştur. Bu sonuçlara göre ilk damlama 17. dk ile şahit örneğinde görülmüştür ve süt yağı kaynaklı; sadeyağlı, tereyağlı ve kremalı dondurmaların ilk damlama süreleri birbirine yakın çıkmıştır. Kuru madde ve yağ oranı yüksek olan dondurmaların ilk damlama sürelerinin geç olduğu ve bunlar arasında sırasıyla pozitif bir korelasyon ($r=0.86;0.86$) olduğu görülmüştür. Sonuçlara varyans analizi uygulanmış olup varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2’de sunulmuştur. Dondurma üretiminde farklı yağ kullanımının ilk damlama süresi üzerindeki etkisi varyans analizine göre önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bulunan sonuçlara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Çizelge 4.7’de dondurma örneklerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları verilmiştir.

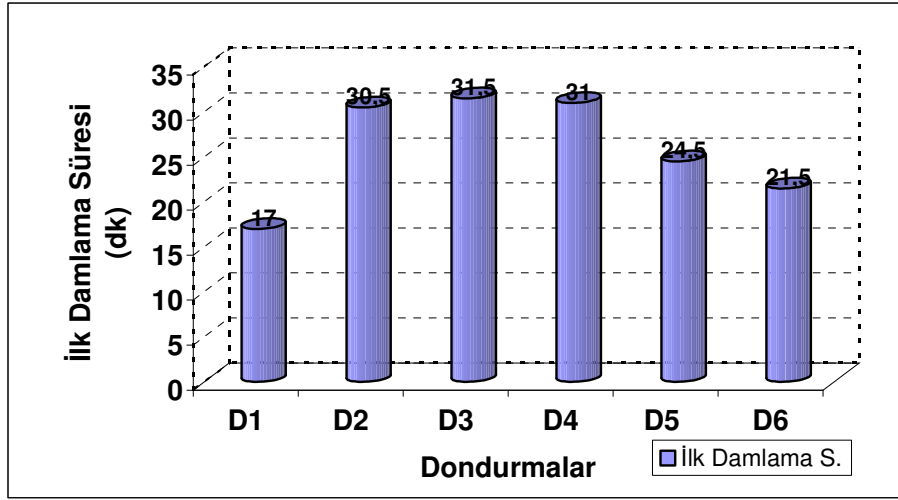
Çizelge 4.7. Farklı Yağ Kaynakları Kullanılarak Hazırlanmış Dondurmalara Ait Bazı Özelliklerin Ortalama Değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

Dondurma	Toplam Erime ^{**} Oranı / 1sa	İlk Damlama [*] Süresi (dk)	Hacim Artışı ^{***}
D ₁	15.09±4.03 ab	17 ±1.41 b	31.78±0.91 b
D ₂	7.05 ±0.04 b	30.5±0.71 a	35.69±0.79 a
D ₃	8.15 ±1.61 b	31.5±2.12 a	36.16±1.17 a
D ₄	7.40 ±0.51 b	31 ±1.41 a	34.60±0.12 ab
D ₅	18.13 ±0.83 a	24.5±6.36 ab	27.27±1.09 c
D ₆	17.23±2.76 a	21.5±0.71 ab	25.43±0.50 c
Min.	7.01	16	25.07
Max.	19.17	33	36.98

D₁; Şahit dondurma, D₂; Tereyağlı dondurma, D₃; Sadeyağlı dondurma, D₄; Kremalı dondurma, D₅; Bitkisel yağlı dondurma, D₆; Peyniraltı suyu protein konsantreli dondurma
Aynı sütun içerisinde aynı harflerle işaretlenmiş değerler istatistikî olarak birbirinden farklı değildir

İlk damlama sürelerine ait elde ettiğimiz bulgular Gökçebağ (2004)’ın farklı kuru madde, stabilizör ve hava kullanarak yaptığı dondurmaların ilk damlama

süresi sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Dondurma örneklerine ait ilk damlama sürelerinin grafik olarak gösterimi Şekil 4.7 de verilmiştir.



Şekil 4.7. Farklı Yağ Kaynakları Kullanılarak Hazırlanmış Dondurmaların İlk Damlama Sürelerine Ait Ortalama Değerler

4.2.2. Erime Miktarı ve Oranına Ait Bulgular ve Tartışma

Dondurmanın erime oranı, miksini bileşimini oluşturan unsurların, özellikle katkı maddesi olarak kullanılan maddelerin miktarı ile yakından ilgilidir. Çalışmamızda farklı yağ kaynakları kullanılarak hazırlanan dondurmaların 20, 40 ve 60 dakikalardaki ve bir saat içindeki toplam erime oranları hesaplanmış ve bunlara ait değerlerin aritmetik ortalamaları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara varyans analizi uygulanmıştır. Bir saat içerisinde toplam eriyen oran açısından sonuçlar istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Varyans analizinde önemli çıkan sonuçlara Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Uygulanmıştır. Buna ait sonuçlarda Çizelge 4.8’sunulmuştur.

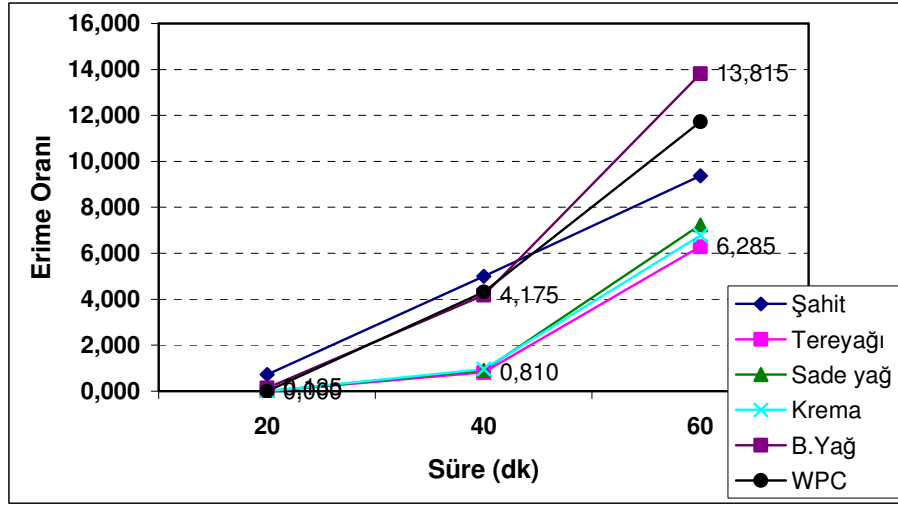
Temiz (1994), krema ve yağsız süt tozu ilave ederek hazırladığı dondurmalarda yağ oranını arttırdıkça dondurmaların erime oranının düştüğünü tespit etmiş ve bu düşme oranını varyans analizinde istatistikî olarak önemli bulmuştur. Bu sonuca göre bitkisel yağ hariç yağ miktarları birbirine yakın olan dondurma örneklerinin, süt yağı kaynaklı yağların kullanıldığı dondurma örnekleri, erime oranları istatistikî açıdan farklı olmayıp şahit ve PASPK’si içeren dondurma örneklerinden yüksek yağ içerdikleri için erime oranlarının düşük çıktığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.8. Farklı Yağ Kaynakları Kullanılarak Hazırlanmış Dondurma Örneklerinin Farklı Zaman Aralıklarında Erime Oranları ile Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

Dondurma	Erime Oranı		
	20.dakika ^{***}	40.dakika ^{***}	60.dakika [*]
	Erime oranı	Erime oranı	Erime oranı
D₁	0.73±0.15 a	5.0 ±1.51 a	9.37 ±2.38a
D₂	0 ±0 b	0.81±0.35 b	6.29 ±0.33ab
D₃	0 ±0 b	0.91±0.63 b	7.24 ±0.98abc
D₄	0 ±0 b	0.96±0.19 b	6.78 ±1.17 bc
D₅	0.14±0.19b	4.18±1.18ab	13.82±2.18 bc
D₆	0 ±0 b	4.32±1.17ab	11.72±3.27 c
Min	0	0.46	6.28
Max	0.83	6.06	14.67
D ₁ ; Şahit dondurma, D ₂ ; Tereyağlı dondurma, D ₃ ; Sadeyağlı dondurma, D ₄ ; Kremalı dondurma, D ₅ ; Bitkisel yağlı dondurma, D ₆ ; Peyniraltı suyu protein konsantreli dondurma Aynı sütun içerisinde aynı harflerle işaretlenmiş değerler istatistikî olarak birbirinden farklı değildir			

Yaklaşık aynı kuru madde ve yağ oranlarını içeren PASPK kullanılan örnek ile şahit örneğinin erime oranlarının istatistikî açıdan farklı olmasının nedeni PASP'nlerinin süt proteini kazeine göre daha az hidrofobik olmasından kaynaklanabilir. Bu konuyla ilgili Britten ve Giroux 1993; Dalgleish 1996a'nın ifadeleri söz konusu durumun nedenini destekler niteliktedir. Dondurmada yağ içeriği azaldığında yapı daha zayıf olmaktadır (Haylock ve ark 1995). Nitekim düşük yağlı dondurma örneklerinde erime oranı fazla olmuştur. Bununla birlikte toplam erime oranı kuru madde ile negatif bir korelasyon ($r=-0.57$) içinde olup kuru maddesi yüksek olan dondurma örneklerinde daha az erime oranı görülmüştür. Erime oranı ile ilgili bulduğumuz sayısal veriler Gökçebağ (2004)'ın çalışmasında ortaya koyduğu sonuçlara benzer çıkmıştır Erime oranlarının süre x dondurma interaksyonuna ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3'de gösterildiği üzere ($p<0.05$) düzeyinde önemli çıkmıştır. Farklı yağ kaynakları kullanılarak hazırlanmış dondurma örneklerinin süreye bağlı olarak eriyen oranları grafik olarak Şekil 4.8'de verilmiştir. İlk 20 dk da örneklerin iki tanesi hariç hiç erime görülmemiştir. Sonraki 20. dk sonunda örneklerin kuru madde, yağ içerikleri de göz önünde bulundurularak süt

yağı kaynaklı yağların kullanıldığı dondurmalarındaki erime oranı diğer üç örnekteki kadar hızlı bir artış göstermemiştir.



Şekil 4.8. Farklı Yağ Kaynakları Kullanılarak Hazırlanmış Dondurma Örneklerinde Süreye Bağlı Olarak Meydana Gelen Ortalama Erime Oranı Değerleri

4.2.3. Hacim Artışına Ait Bulgular ve Tartışma

Dondurma miksine ilave edilen katkı maddeleri ve dondurucunun özelliğine bağlı olarak dondurmalar bünyelerinde belirli miktar hava tutarak hacim artışı gösterirler. Miksteki hacim artışı dondurmanın kıvamını, dayanıklılığını, randımanını ve besin değerini etkiler.

Farklı yağ kaynakları kullanılarak hazırlanmış dondurma örneklerinin hacim genişlemesi değerlerine ait bulguların aritmetik ortalama sonuçları Çizelge 4.7’de sunulmuştur. Elde edilen bu bulgulara varyans analizi uygulanmış olup dondurmaların hacim artış değerleri istatistiksel açıdan $p < 0.001$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Buna ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. İstatistiksel olarak önemli bulunan sonuçlara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Çizelge 4.7’de dondurma örneklerine ait hacim artış değerlerinin ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları sunulmuştur. Hacim artışlarına grafiksel olarak bakıldığında en düşük hacim artışı PASPK’si kullanılan dondurma örneğinde görülmüştür Şekil 4.9. Dluzewsky ve ark. (1981), dondurmalarda; yağ, yağsız kuru madde ve stabilizatörlerin dondurma hacmine etkileri üzerine yaptıkları çalışmada hacim artışının miksteki yağ miktarının artmasıyla arttığını, yağsız süt kuru

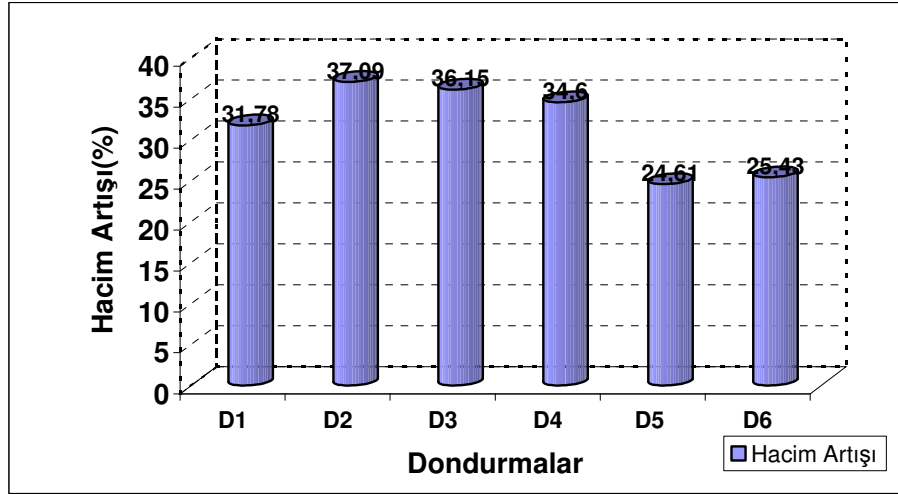
maddesinin artmasıyla azaldığını, en yüksek hacim artışının yağsız kuru madde/yağ oranı 2,25–3 arasında olduğunda elde edildiğini tespit etmişlerdir. Bu bulgular ışığında en düşük yağ içerikli örneklerde hacim artışının az olduğu göze çarpmaktadır. İstatistikî olarak kuru madde ve yağ değerleri açısından farklılık göstermeyen şahit ve PASPK'si kullanılan dondurma örneklerinin hacim artışı değerlerinin istatistiksel olarak farklı olması miks formülasyonlarında farklı kimyasal yapıya sahip bileşenleri bulundurmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kazeinler hidrofobik yüzeylere adsorbe olmada daha hızlı olduklarından globüler proteinlere göre daha iyi emülsifier ve daha iyi köpürücü özellik gösterdikleri belirtilmiştir (Hunt ve Dalgleish 1994). Dolayısıyla peynir altı suyu proteinlerine göre daha fazla köpürme özelliği gösteren kazein proteinlerini yoğun olarak içeren şahit dondurma örneğinin hacim artışı değeri PASPK 'si kullanılan dondurma örneğine göre daha yüksek çıkması bulgularımızla örtüşmektedir. Bitkisel yağlı dondurmada hacim artışının diğer süt yağı kaynakları kullanılarak yapılan dondurmalara göre daha az olması söz konusu dondurmanın tabii süt stabilizatörlerini daha az sayıda içermesiyle ilişkilendirilebilir.

Garcie ve ark.(1995), düşük yağlı dondurmada hacim artışını %85 olarak tespit etmişlerdir. Dubey ve White (1996) peynir altı suyu konsantratu, maltodekstrin, prinç nişastası, yüksek fruktozlu mısır şurubu ve tatlılaştırıcı kullanarak yapmış oldukları yağsız dondurmalarda kuru madde oranını %37, 41, %37.75 arasına ayarlamışlardır. Bu dondurmalarındaki hacim artışı oranları ise %76.25-%80.25 arasında tespit edilmiştir. Kaçar (2002), ortalama 27.9 kurumaddeli, %2.75 yağlı dondurmaların hacim artışlarını %30.41 olarak belirlemiştir. Uraz (1979), Ankara piyasasında temin edilen 50 adet sade dondurma örneği üzerinde yaptığı araştırmada hacim artışlarını %9–53 arasında bulmuştur. Dolayısıyla hacim artış bulgularımız Uraz (1979)'un bulduğu sonuçlar arasında değerlere benzer çıkmıştır. Garcie ve ark.(1995), Dubey ve White (1996)'nın yaptıkları dondurmaların hacim artış değerleri bizim hazırladığımız dondurmalarının hacim artış değerlerinden oldukça yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni kullanılan ingredienlerin özelliği, dondurmalarındaki bileşim miktarları yada donduru tipinden kaynaklanabilir.

Gereğinden az hava, dolayısıyla hacim artışı dondurmayı sert ve sıkı bir kitle haline sokar, yenme niteliğini ve randımanı düşürür. Fazlası kıvamını ve

dayanıklılığını zayıflatır, besin değerini düşürür. Bu yüzden TS 4265 'de kabarma katsayısının % 100 den fazla olmaması belirtilmiştir.

Hacim artışında mikse giren bileşenlere ve dondurucu makine tipine göre farklılıklar görülebilir. Dikey dondurucularda en fazla %25–50 hacim genişlemesi sağlanabileceği belirtilmiştir (Tekinşen 1993).



Şekil 4.9. Farklı Yağ Kaynakları Kullanılarak Hazırlanmış Dondurma Örneklerinin Ortalama Hacim Artış Değerleri

Çizelge 4.9. Farklı Yağ Kaynakları Kullanılarak Hazırlanmış Dondurmaların Süreye Bağlı Olarak Erime Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları ile Homojenizasyon Zamanına Göre Viskozite Sonuçlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları

VK	SD	<u>Erime Oranı</u>	VK	SD	<u>Viskozite</u>
		KO F			KO F
Süre(A)	2	261.74 161.52***	Homojenizasyon (A)	2	2436944.44 243.69***
Dondurma(B)	5	16.07 9.92***	Dondurma (B)	5	9877777.78 98.78***
AXB	10	5.21 3.22*	Ax B	10	67277.78 6.73***
Hata	18	1.62	Hata	18	10000

* p<0,05 seviyesinde önemli, ** p<0,01 seviyesinde önemli, *** p<0.001 seviyesinde önemli, ns

Çizelge 4.10. Farklı Yağ Kaynakları Kullanılarak Hazırlanmış Dondurmaların Duyusal Özelliklerine ait Varyans Analiz Sonuçları

VK	SD	<u>Lezzet</u>	<u>Yapı-Tekstür</u>	<u>Renk- Görünüş</u>	<u>Toplam Duyusal</u>
		KO F	KO F	KO F	KO F
Dondurma	5	3.42 4.69**	1.54 6.76***	0.65 4.88**	12.66 11.73***
Hata	36	0.73	0.17	0.13	1.08

* p<0,05 seviyesinde önemli, ** p<0,01 seviyesinde önemli, *** p<0.001 seviyesinde önemli

4.2.4. Duyusal Test Bulguları ve Tartışma

Dondurmaların duyusal özellikleri lezzet, yapı-tekstür ve renk-görünüş olmak üzere üç farklı kritere göre değerlendirilmiştir. Farklı yağ kaynakları kullanılarak hazırlanmış dondurmaların duyusal değerlendirme puanlarının aritmetik ortalamaları Çizelge 4.11’de sunulmuştur. Elde edilen sonuçlara varyans analizi uygulanmıştır. Buna ait sonuçlar Çizelge 4.10 ‘da verilmiştir. Varyans analizi sonucu istatistikî açıdan ($p<0.001$) seviyesinde önemli bulunan sonuçlara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Dondurma örneklerinin hacim artışların ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları aritmetik ortalamalar ile birlikte Çizelge 4.11 ‘de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı Yağ Kaynakları Kullanılarak Hazırlanmış Dondurma Örneklerinin Duyusal Değerlendirme Puanları ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

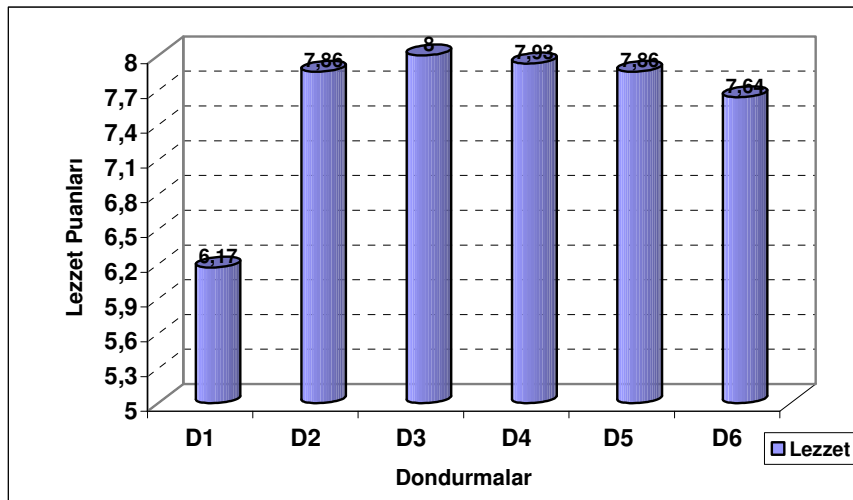
Dondurmalar	Duyusal Analiz Sonuçları			
	Lezzet**	Yapı-Tekstür***	Renk-Görünüş**	Toplam duyusal***
D ₁	6.17±1.08 b	3.43±0.35 b	3.57±0.35 b	13.17±0.89 b
D ₂	7.86±0.69 a	4.36±0.38 a	4.14±0.56 a	16.36±1.18 a
D ₃	8.00±1.19 a	4.00±0.41 ab	4.07±0.19 ab	16.07±1.54 a
D ₄	7.93±0.53 a	4.36±0.38 a	4.36±0.24 a	16.64±0.69 a
D ₅	7.86±0.56 a	4.43±0.45 a	4.21±0.27 ab	16.50±0.58 a
D ₆	7.64±0.85 a	4.50±0.50 a	4.43±0.45 a	16.57±1.06 a
Min	5	3	3	12
Max.	10	5	5	18.5

D₁; Şahit dondurma, D₂; Tereyağlı dondurma, D₃; Sadeyağlı dondurma, D₄; Kremalı dondurma, D₅; Bitkisel yağlı dondurma, D₆; Peyniraltı suyu protein konsantreli dondurma
Aynı sütun içerisinde aynı harflerle işaretlenmiş değerler istatistikî olarak birbirinden farklı değildir

4.2.4.1. Lezzet

Panelistlerin yaptığı duyusal değerlendirme sonuçlarına ait ortalamalar Çizelge 4.11’ sunulmuştur. Bu çizelge incelendiğinde lezzet bakımından en yüksek puanı sadeyağlı dondurma örneğinin aldığı görülmektedir. Bunu sırasıyla kremalı, tereyağlı, bitkisel yağlı, PASPK’li dondurmalar takip etmiştir. Lezzet açısından en düşük puanı şahit örneğinin aldığı görülmektedir. Dondurmaların lezzet puanlarına varyans analizi uygulanmış olup dondurmalar arasındaki fark istatistikî açıdan $p<0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10’da sunulmuştur. İstatistikî açıdan önemli çıkan sonuçlara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır ve buna ait değerler lezzet puanlarına ait aritmetik ortalamalar ile

birlikte Çizelge 4.11 de sunulmuştur. Gönç ve ark (1988), dondurma üretiminde süt yağı yerine bitkisel yağ kullanımı konusunda yaptıkları çalışmada, krema yerine kullanılan margarin miktarının artırılmasıyla dondurmaların duyu niteliklerini bozulduğunu belirlemişlerdir. Stampanoni ve ark. (1996) dondurmaya ilave edilen yağın, ağız tamamen kaplayan tereyağımsı ve kremimsilik belirtilerini arttırdığını ifade etmişlerdir. Panelistlerin bir kısmı diğerlerine nazaran tereyağlı dondurmada ağza çok fazla yağlılık tadı geldiğini ve bu durumdan rahatsız oluklarını belirtmişlerdir. Kremalı dondurmalarda ise süt tadı geldiğini ifade etmişlerdir. Şekil 4.10'da dondurmalara ait lezzet puanları grafiksel olarak gösterilmektedir. TS-4265 Dondurma Standart'ında dondurma örneklerinin tad ve koku bakımından 5 puan üzerinden en az 3 puan almaları gerektiği belirtilmektedir. Buna göre bizim bulgularımız bu değeri karşılamıştır.



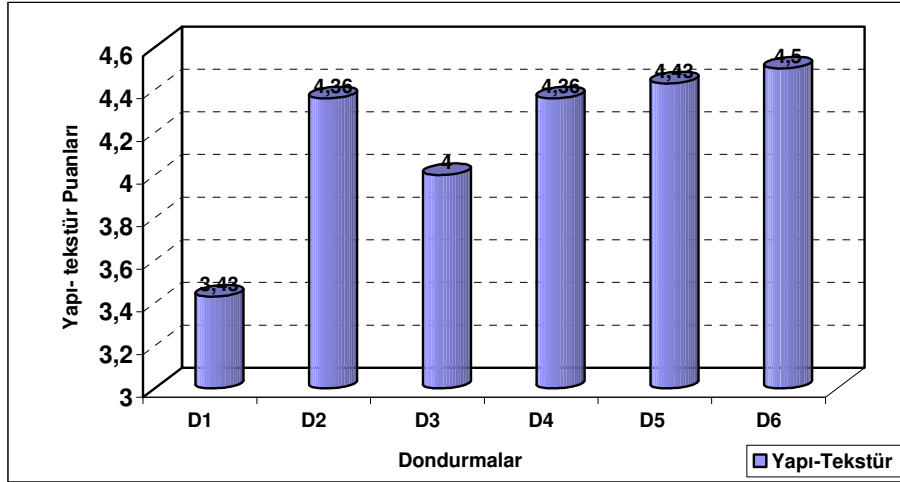
Şekil 4.10. Farklı Yağ Kaynakları Kullanılarak Hazırlanmış Dondurma Örneklerine Ait Ortalama Lezzet Puanları

4.2.4.2. Yapı-Tekstür

Panelistlerin yaptığı duyu değerlendirme sonuçlarına ait ortalamalar Çizelge 4.11'sunulmuştur. Bu çizelge incelendiğinde yapı ve tekstür açısından en yüksek puanı peynir altı suyu proteini konsantresi kullanılan dondurma örneği almıştır. Bunu sırasıyla bitkisel yağlı, tereyağlı, kremalı ve sadeyağlı örneğin aldığı görülmüştür. En düşük yapıp-tekstür puanını şahit örneği almıştır. Dondurmaların yapı-tekstür puanları varyans analizi sonuçlarına göre istatistikî açıdan $p < 0.001$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Dondurmaların ilgili duyu değerlendirilmelerine ait

varyans analizi sonuçları Çizelge 4.10'da sunulmuştur. İstatistikî açıdan önemli olan sonuçlara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır ve buna ait değerler yapı-tekstür değerlendirmesine ait ortalama değerler ile birlikte Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Arzu edilen duyusal ve tekstürel kaliteye katkı sağlaması için dondurma miksleri peynir altı suyu proteini konsantresini (PASPK) içerebilir (Tirumalesha ve Jayaprakasha, 1998; Hofi ve ark., 1993; Parsons ve ark., 1985). Dondurmalarda yapılan bazı denemelerde PAST kullanıldığında iyi bir sonuç alınmıştır. Fakat yağsız süttozu yerine demineralize edilmiş peynir altı suyundan %100 oranında kullanıldığı zaman organoleptik özelliklerinde bozulmalar olmuştur. Yapılan araştırmalara göre demineralize olmuş peynir altı suyunun yağsız süttozu ile birlikte kullanılmasının büyük bir sakınca yaratmadığı ve %2.5 oranında kullanıldığında kumlu bir yapıyla karşılaşmadığı ortaya konulmuştur (Uraz 1987). Şekil 4.11'de dondurmalara ait yapı tekstür puanları grafiksel olarak verilmiştir. Temiz (1994) yaptığı çalışmada dondurma numunelerinin yapı tekstür puanlarının 5 tam puan üzerinden 3.35 ile 4.56 arasında değişen değerler aldığını belirtmiştir. Bu değerlerin bizim puan değerlerimize yakın olduğu görülmektedir. Gürakan (1992), 62 dondurma örneği üzerinde yaptığı çalışmada yapı ve kıvam yönünden örneklerin en az 2.65 en çok 4.60 ve ortalama 3.70 puan aldıklarını tespit etmiştir. Bu durum da bazı örneklerin TS-4265 Dondurma standardında alması gereken en az 3 puan sınırının altında kaldığı ve duyusal yönden söz konusu kriterlere uygun olmadığı belirlenmiştir. Bizim bulgularımızda dondurma örneklerine ait yapı tekstür sonuçları 3.43 ile 4.50 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu değerlerin TS-4265 Dondurma Standardına uyduğu görülmektedir.



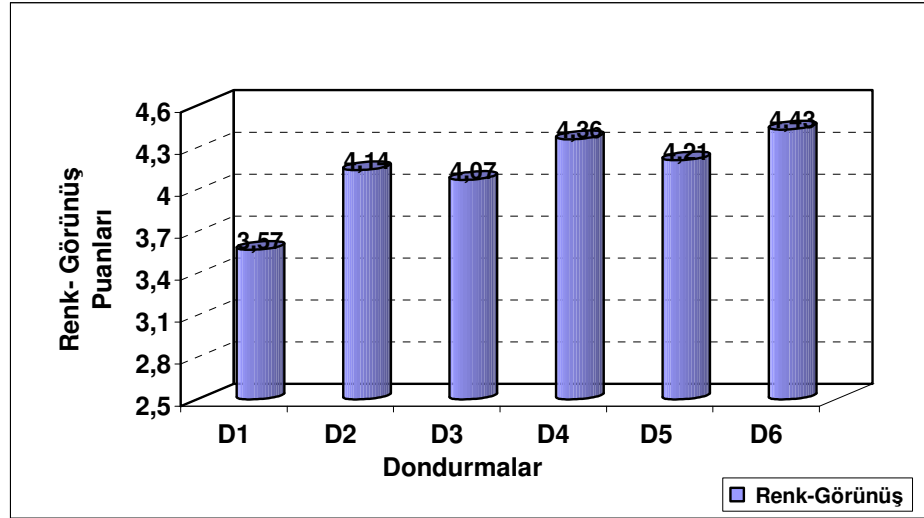
Şekil 4.11. Farklı Yağ Kaynakları Kullanılarak Hazırlanmış Dondurma Örnek Ait Ortalama Yapı-Tekstür Puanları

4.2.4.3. Renk Görünüş

Panelistler tarafından yapılan duyuusal değerlendirme sonuçlarının ait ortalama değerler Çizelge 4.11’de sunulmuştur. Bu çizelge incelendiğinde farklı yağ kaynakları kullanılan dondurmalarından renk ve görünüş açısından en yüksek puanı peynir altı suyu proteini konsantresini içeren dondurma örneğinin aldığı görülmektedir. Bunu sırasıyla kremalı, bitkisel yağlı, tereyağlı ve sadeyağlı dondurma örnekleri takip etmektedir. İstatistiksel olarak dondurmalar arasındaki renk ve görünüş değerleri varyans analizi sonucu $p < 0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Dondurmaların renk ve görünüş puanlarının varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10’da sunulmuştur. İstatistikî açıdan önemli bulunan sonuçlara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış olup buna ait değerler Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Panelistlerin bir kısmı sadeyağlı dondurmanın renginin daha sarı olduğunu ifade etmişlerdir. Temiz (1994), krema ve yağsız süt tozu ilave ederek bileşimi zenginleştirilen mikslardan ürettiği dondurmaların renk görünüş açısından benzer olduklarını, süt tozu veya kremanın dondurmanın renk ve görünüş puanı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını bildirmiştir. Gürakan (1992), Samsun piyasasından temin ettiği 62 dondurma örneğinin renk ve görünüş bakımından en az 2.95, en çok 4.60 ve ortalama 3.81 puan aldığını belirtmiştir. Tarafımızdan hazırlanmış olan dondurma örneklerinin renk ve görünüş ortalama puanları 4.13 olarak belirlenmiştir. Bu değer araştırmacının bulgularından yüksek çıkmıştır. Bu farklılık dondurmaların

formülasyonlarından ve panelistlerin değerlendirme farklılığından kaynaklanabilir. Şekil 4.12 de renk ve görünüş ile ilgili duyuşsal puanlar grafiksel olarak verilmiştir.



Şekil 4.12. Farklı Yağ Kaynakları Kullanılarak Hazırlanmış Dondurma Örneklerine Ait Ortalama Renk-Görünüş Puanları

4.2.4.4. Toplam Duyusal Değerlendirme Bulguları ve Tartışma

Farklı yağ kaynakları kullanılarak hazırlanmış dondurmaların toplam duyuşsal değerlendirme puanlarının ortalama değerleri Çizelge 4.11’de sunulmuştur. Elde edilen değerlere varyans analizi uygulanmış olup sonuçlar $p < 0.001$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Buna ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.10’da verilmiştir. Çizelge 4.11’de görüldüğü gibi toplam duyuşsal özellikler bakımından en yüksek puanı 16.57 ile PASPK’si kullanılan dondurma örneği almıştır. En düşük puanı ise 13.17 ile Şahit örneği almıştır.

Saldamlı ve Temiz (1988), 22 örnek üzerinde gerçekleştirdikleri araştırmalarında, 9 örneğin standart sınırlar içinde kaldığını ancak hiçbir örneğin çok iyi sınıfına (en yüksek 5 puan alamadığını) girmedğini belirtmişlerdir.

Gürakan (1992), Samsun piyasasından temin ettiği 62 dondurma örneğinin toplam duyuşsal puanlarının 8.00 ile 13.60 arasında değiştiğini ve ortalama 11.189 olduğunu bildirmektedir ki bu tarafımızdan tespit edilen duyuşsal puanlara ait ortalama değerlerden bu ortalama değerler düşük çıkmıştır. Bunun sebebi kullanılan örneklerin özelliğinden ve panelistlerden kaynaklanmış olabilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada tereyağını, kremayı, sadeyağı, bitkisel yağı ve yağ ikamesi yerine geçen peynir altı suyu proteini konsantresini içeren dondurmalar hazırlanmıştır. Kullanılan yağın farklılığının dondurmaların fiziko kimyasal ve duyuşsal özelliklerinin nasıl etkilendiğini belirlemeye yönelik olarak bir takım analiz ve değerlendirmeler yapılmıştır. Bu analiz ve değerlendirmeler ışığında dondurma örnekleriyle ilgili elde edilen bulgular şunlardır.

Dondurma mikslerinin kuru madde ve yağ değerleri arasındaki fark $p<0.001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu önemin oluşmasında dondurma mikslerinin farklı bileşen oranlarına sahip olması neden olmuştur.

Dondurma mikslerinin 20, 40, 60 ve 80 °C 'lerde serbest yağ asidi değerleri ölçülmüştür. Bütün sıcaklık değerlerindeki dondurma miksleri arasındaki fark $p<0.001$ seviyesinde önemli bulunmuştur. En fazla serbest yağ asidi değerlerini bütün sıcaklıklarda tereyağı örneği vermiştir.

Dondurma mikslerinin elektriksel iletkenlikleri de 20, 40, 60 ve 80 °C 'lerde ölçülmüştür. İlgili değerlerin sıcaklık artıka arttığı gözlenmiştir. Dondurma mikslerinin elektriksel iletkenliklerinin sıcaklıkla interaksyonu $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek elektriksel iletkenlik değerlerine yağ ikamesi olarak kullanılan peyniraltı suyu proteini konsantresini içeren dondurma miksinde rastlanmıştır. En düşük elektriksel iletkenlik değerleri bitkisel yağ içeren dondurma miksinde görülmüştür.

Dondurma mikslerinin viskoziteleri homojenizasyon öncesi, homojenizasyon sonrası ve miksler 24 saat dinlendirildikten sonra olmak üzere 3 farklı durumda ölçülmüştür. Dinlendirilmiş dondurma mikslerinin viskozite değerleri bütün dondurmalarda en yüksek rakamları vermiştir. Bunun nedeni homojenizasyonun ardından mikslerdeki stabilizör maddelerin su çekme aktivitelerinin artmasıdır. Dondurma miksleri örnekleri arasındaki fark homojenizasyon öncesinde $p<0.001$, homojenizasyon sonrasında $p<0.01$ ve dinlendirilmişlerde $p<0.001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Dondurma mikslerinin viskozitelerindeki bu farklılığın oluşmasında örneklerin toplam kuru madde bileşenlerinin farklı olması büyük rol oynamaktadır.

Dondurma örneklerinin ilk damlama süreleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En kısa sürede damlayan şahit örneği olup, ilk

damlama sürelerinin viskozite ve kuru madde değerleriyle ilişkili olduğu saptanmıştır. Dondurmaların 1 saat içinde toplam eriyen oranları $p<0.01$ seviyesinde önemli olup 20. ve 40. dakikalardaki erime oranları $p<0.001$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Toplam erime oranlarıyla dondurmaların ilk damlama sürelerinin ilişkili olduğu gözlenmiştir.

Dondurmaların hacim artışıyla ilgili sonuçlar $p<0.001$ seviyesinde önemli çıkmıştır. En düşük hacim artışı değerlerini bitkisel yağlı ve PASPK'si kullanılan dondurma örnekleri vermiştir. Dondurma örneklerinde farklı yağ kullanımının lezzet üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur. Şahit örneği hariç diğer tüm dondurmalar aynı seviyede beğenilmiştir. Dondurma örnekleri arasındaki yapı-tekstür, renk –görünüş değerleri arasındaki fark $p<0.001$ ve $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Toplam duyuşal değerlendirme puanları göz önüne alındığında şahit örneği hariç diğer dondurmalar aynı seviyede beğenilmiş olup dondurmalar arasındaki toplam duyuşal değerlendirme sonuçları istatistiksel olarak önemli çıkmıştır ($p<0.01$).

6. KAYNAKLAR

- Abd El-Rahman AM, Madkor SA, İbrahim FS and Kilara A. 1997** PHysical characteristics of frozen desserts made with cream, anhydrous milk fat fractions, Journal of Dairy Science, 80:1926–1935.
- Abu-Lehia, I., Al-Mohizea, I and M. El- Behry, 1989.** Studies On The Production Of Ice Cream From Camel Milk Products. Australian Journal Of Dairy Technology 44 (1), 31–34.
- Adapa, S., Dingeldein, H., Schmidt, K. A. and Herald, T. J. 2000.** Rheological Properties of Ice Cream Mixes and Frozen Ice Creams Containing Fat and Fat Replacers, Dept. Of Animal Sciences and İndustry Kansas State Universty, Manhattan
- Akahn, A.S., Gönç, S., 1995** Dondurma Teknolojisinde Kullanılan Katkı Maddelerinin Özellikleri, İşlevleri ve Yasal Durumu (II). Asitler, Tuzlar, Tatlılaştırıcı Maddeler, Emülsifiye ve Stabilize Ediciler. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt:32, Sayı :2.
- Akoh, C. C. 1998.** Fat replacers. Food Technol. 52 (3):47–52.
- Anonymous, 1977.** Laboratory manuel. The FAO Regional Dairy Development and Training and Centre For Teh Near East..
- Anonymous, 1990.** Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, T.C. Resmi Gazete Sayı: 20541, 7 Haziran
- Anonymous, 1991a.** Sweetening İce Cream. Confectionery Manufacture and Marketing 28 (4) 66–67.
- Anonymous, 1992,** Dondurma-Süt Esaslı, TS 4265, Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA
- Arbuckle, W. S., 1986.** Pages 40, 187, 207–212, 317–322, 365 in Ice Cream. 4th. Ed. AVI Publ. Co., Westport, CT.
- Arslan, D. 2001.** Dondurma Üretimi: Selçuk Üniversitesi Ziraat Fak. Gıda Mühendisliği Bölümü Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Aykan, V., 2001.** Düşük Kalorili Dondurma Üretimi Üzerine Araştırmalar. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Ankara.63s.

- Baer, R.J.,Ruger, P.R., and Kasperson, K. M. 2001.** Effect of Double Homogenization and Whey Concentrate on the Texture of Ice Cream, Dairy Science Department, South Dakota State University
- Berger, K. G. 1997.** Ice Cream. Pages 413–490 in Food Emulsions. 3rd ed. S. E. Friberg and K. Larsson, ed. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Bodyfelt, F.W., Tobias, J. And Trout, G. M. 1988.** The Sensory Evaluation of Dairy Products. Van. Nostrand Reinhold. P. 598. London.
- Bolliger S, Wildmoser H, Goff H. D and Tharp B. W. 2000.** Relationships between ice cream mix viscoelasticity and ice crystal growth in ice cream. *International Dairy Journal*, 10:791–797.
- Britten, M. and H. J. Giroux. 1993.** Interfacial properties of milk protein- stabilized emulsions as influenced by protein concentration. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 41: 1187–1191
- Cayot, P. and Lorient, D. 1997.** Structure- Funtion Relationships of Whey Proteins. In S. Damodaran and A. Paraf (Eds.), *Food Proteins and Their Applications*, pp. 225–255. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Cheema, A. S. and Arora, K.L., 1991.** Manufacture of Filled Ice Cream. *Indian Journal Of Animal Sciences* 61 (3), 316–323.
- Clark, D. 1994.** Fat replacers and fat subsitutes. *Food Technol.* 48(12):86–87
- Costat. 1990.** Costata reference manual (Version 2.1) Coypright Coltort Software. P.O. Box. 1149, Berkery, CA, 94701, USA.
- Cottrel, J.I.L., G. Pass, and G. O. PHillips. 1979.** Assesment of polysaccharides as ice cream stabilizers. *J. Sci. Food Agric.* 30:1085–1088.
- Çakmakçı, S. ve Çelik, İ., 1995.** Gıda Katkı Maddeleri. Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi, Ders Notu. No: 164, Erzurum.
- Dağışan , N., 1991.** Peyniraltı suyu Tozunun Dondurmada Kullanılması Üzerine Araştırmalar. A. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 67s.
- Dalgleish, D. G. 1996a.** Conformations and structures of milk proteins adsorbed to oil- water interfaces. *Food Research International* 29, 541–547.
- Darling, D. F. and Butcher, D. W. 1978.** Milk- fat globule membrane in homogenized cream. *Journal of Dairy Research* 45, 197- 208.

- Demirci M., O. Şimşek, Ö. Öksüz, Ö. Fidan 1998.** Çorlu Piyasasında Satılan Süt Esaslı Dondurmların Duyusal, Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma-1. Trakya Üniv. Gıda Müh. Bölümü. Tekirdağ
- De Wit, J. N. 1998.** Nutritional and Functional Characteristics of Whey Proteins in Food Products. *Journal of Dairy Science* 81: 579–608
- Dluzewski, M., Janica, A. and M. Tkaczyk., 1981.** Effect of Contents Fat, Milk Solids- Non –Fat and Stabilizer On Ice Cream Overrun. *Technologie Rolno Spozywcza* No:14, 7–20
- Doğan, M., Şimşek, O., Kurultay, Ş.,1996.** Süt Endüstrisinde Katkı Maddeleri Olarak Stabilizerler. *Gıda*, 21(4), 251–259.
- Donhowe, D. P. R. W. Hartel, and R.L. Bradley, Jr. 1991.** Determination of ice crystal size distributions in frozen desserts. *J. Dairy Sci.* 74: 3334–3344
- Doxanakis, V. 1997.** Ice Cream on the Greek and International market. *Ice Cream Proceedings of the International Symposium.* ISBN 92 9098 029 3. International Dairy Federation 41, Square Vergote, B- 1030, 10–16, Belgium.
- Dubey, U., White, C. H. 1996.** Effect of emulsifiers on the International Symposium. ISBN 92 9098 029 3. international Dairy Federation 41, Square Vergote, B-1030, 10-16, Belgium.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. Ve Gürbüz, F. 1987.** Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları II) Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay. No: 1021, Ankara, Ankara, 381s.
- Egan, H., R. S.Kirk and R. Sawyer, 1987.** *Pearson’s chemical analysis of Foods.* 8th ed. Longman Scientific and Technical, UK.
- Fidan, Ö.,1997,** Çorlu Piyasasında Satılan Süt Esaslı Dondurmaların Duyusal, Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), Tekirdağ.
- Flores, A. A., and H. D. Goff. 1999.** Ice crystal distributions in dynaically frozen model solutions and ice cream as affected by stabilizers. *J. Dairy Sci.* 82:1399–1407.
- Fox, P. F. 1986.** *Developments in dairy chemistry-1.* Department of dairy and Food chemistry, Universty Collage, Cork, Republic of Ireland. Elsevier Applied Science Publishes, 409, London and New York.

- Garcia, R.S., Marshall, R.T., Heymann, H. 1995.** Low fat ice cream from freeze-concentrated versus heat-concentrated nonfat milk solids, *J. Dairy Sci.*, 78, 2345-2351
- Giese, j. 1996.** Fats, oils, and fat replacers. *Food Technol.* 50(4):78–83.
- Goff, H. D. 1988.** Emulsifiers in ice cream: How do they work. *Modern Dairy* 67 (3) 15,18.
- Goff, H. D. 1997.** Instability and partial coalescence in whippable dairy emulsions. *J. Dairy Sci.* 80:2620–2630
- Goff, H. D., J. E. Kinsella, and W. K. Jordan. 1989.** Influence of various milk protein isolates on ice cream emulsion stability. *J. Dairy Sci.* 2:385–397.
- Goff, H. D. and Jordan , W. K., 1989.** Action of Emulsifiers in Promoting Fat Destabilization During the Manufacture of Ice Cream *Journal of Dairy Science.* 72 (2) 385–397.
- Goff, H. D., and W. K. Jordan. 1989.** Action of emulsifiers in promoting fat destabilization during the manufacture of ice cream. *J. Dairy S.Cİ.* 72:18–29
- Gökçebağ, Ö., 2004.** Endüstriyel Dondurma Üretiminde Farklı Kuru Madde, Stabilizör ve Hava (Overrun) Kullanımının Miks ve Son Ürün Kalitesi Üzerine Etkileri. *TrakyaÜnv. Fen Bilimleri Ens. Yüksek Lisans. Tekirdağ*
- Gönç, S., 1995,** Yoğurtta Fermantasyon , Aroma Maddeleri Oluşumu Ve Soğutmanın Önemi, Yoğurt, III.Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, Milli Produktivite Merkezi Yayınları, No:548, 65-62, ANKARA
- Gönç, S., Enfiyeci, A. S., 1987.** Dondurma Teknolojisinde Kullanılan Emülsifiyer ve Stabilize Edici Maddeler, Fonksiyonları ve Kombinasyonları *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 24 (2) 209-221.
- Gönç, S., Oktar, E. ve A. S. Enfiyeci, 1988.** Dondurmalarda Süt Yağı Yerine Bitkisel Yağ Kullanım Olanakları Üzerine Bir Araştırma. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi,* 25 (1) 10–22.
- Guinard, J. X., C. Zoumas-Morse, L. Mori, D. Panyam, and A. Kilara. 1996.** Effect of sugar and fat on the acceptability of vanilla ice cream. *J. Dairy Sci.* 79:1922–1927

- Guy, E. J., 1980** Partial Replacement O.non. Fat. Milk Solids and Cane Sugar in Ice Cream with Lactose Hydrolysed Sweet Whey Solids. *Journal Food Sci.* 45 (1).129–133.
- Güneş, T., 1989.** Avrupa Topluluğu Karşısında Türkiye’de Süt ve Süt Ürünleri Pazarlaması. Ulusal Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, Milli Produktivite Merkezi Yayınları: 394, Ankara
- Gürakan, İ., 1992,** Samsun İl Merkezinde Tüketime Sunulan Sade Dondurmaların Duyusal, Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Nitelikleri Üzerinde Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Samsun.
- Gürsel, A., Karacabey, A. 1998,** Dondurma Teknolojisine İlişkin Hesaplamalar, Reçeteler ve Kalite Kontrol Testleri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1948, Yardımcı Ders Kitabı:452, ANKARA
- Güven, M., Akın, M.S.,1997.** Farklı Oranlarda Süttozu İlave Edilerek Üretilen Dondurmaların Fiziksel ve Duyusal Özellikleri. *Ç.Ü.Z.F. Dergisi*, 12(4) 11–20.
- Hartel, R. W. 1996.** Ice crystallization during the manufacture of ice cream. *Trends Food Sci.* 7:315–321.
- Haylock, S., Towler, C., and Hwitt, S. A., 1995.** Dairy Components Interaction in Food Product. *Ingredient Interactions Effect of Food Quality*, ISBN: 0-8247-9247- 1 Kraft Food , Inc., 295-320. Illinois
- Hegenbart, S. 1996.** The ice cream evolution. *Food Prod. Design.* 6 (7): 29–44.
- Hofi, M., A. Fayed, Z. El-Awamry, and A. Hofi. 1993.** Substituon of non fat milk solids in ice cream with ultrafiltration whey protein concentrate. *Egyption J. Food Sci.* 21:2, 139–145. CAB Abstracts, 940405053
- Hunt, J. A. and D.G. Dagleish. 1994.** Adsorption behaviour of whey protein isolate and caseinate in soya oil-in-water emulsions. *Food Hydrocolloids* 8, 175–187.
- İçier F. 2003.** Gıdaların ohmik ısıtma yöntemiyle ısıtılmasının deneysel ve kuramsal olarak incelenmesi. Ege Üniv. Fen Bilimleri Enst., Doktora tezi., 245s. İzmir
- İçier F., Tavman, Ş., Ergin. B.2005.** Maraş Usulü Dondurma Karışımının Elektriksel ve Reolojik Özellikleri. Ege Üniv. Mühendislik Fak. Gıda Müh. Böl. İzmir
- İnal, T., 1992.** Süt ve Süt Ürünleri Hijyen ve Teknolojisi. Final Ofset. İstanbul

- Keeney, P. G., and M. Kroger. 1974.** Frozen dairy products. Pages 879–913 in Fundamentals of Dairy Chemistry. 2nd ed. B.H.
- Keller, S. E.; Fellows, J. W.; Nash, T. C.; Shazer, W. H.; 1991.** Formulation of Aspartame- Sweetened Frozen Dairy Dessert Without Bulking Agent. Food Technology. 45.(2) 102, 104, 106.
- Khan, R. 1993.** Low calorie foods and food ingredients. Blackie Akademie& Professional, First Edition. ISBN 07514 00041, 183.
- Koçak, C. 1982.** Dondurma Teknolojisi. İçinde: Süt ve Mamülleri Teknolojisi. SEGEM Sınai Eğitim ve Geliştirme Merkezi Genel Müdürlüğü. Yayın No: 103, 224–238, Ankara- Çankırı
- Koçan, D., 1999.** Vanilyalı Dondurma Üretiminde Questadmul MG 4143 Emülgatörünün Farklı Kullanım Oranlarının Dondurma Niteliklerine Etkisi. Ankara Üniv. Fen Bilimleri Ens., Süt Teknolojisi Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, ANKARA, 69 s.
- Konar, A., 1991.** Süt Teknolojisi. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Ders Kitabı No:63 Çukurova Üniv Basımevi.
- Kosikowski, F. V., and V. V. Mistry. 1997.** Page 9 in Cheese and Fermented Milk Foods: Procedures and Analysis. Vol. II. 3rd ed. F.V. Kosikowski, L. L. C., Westport, CT.
- Kurt, A., 1981.** Süt Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Yayınları No: 573, Erzurum
- Küçüköner, E., ve Doğan, İ. S., 1999.** Gıda Sanayinde Kullanılan Bazı Yağ İkameleri ve Özellikleri. Dünya Gıda 41: 47–50.
- LaBarge, R. G. 1988.** The search for a low-calorie oil. Food Technol.42(1):84–87
- Lee F.Y. and C. H. White, 1991.** Effect of Ultrafiltration Retentates and Whey Protein Concentrates On Ice Cream Quality During Storage. Dairy Science Department. 74, 1170–1180.
- Leviton, A., and M. J. Pallansch. 1959.** Continuous recycling in the homogenization of relatively small samples. *J. Dairy Sci.* **42:20–27**
- Mangino, M. E. 1992.** Properties of whey protein concentrates. Pages 221–270 in Whey and Lactose Processing. J. G. Zadow, ed. Elsevier Science Publ., Ltd., New York

- Marshall, T., and W.S. Arbuckle. 1996.** Ice Cream. 5th ed. Chapman and Hall, 115 Fifth Aveue New York, NY. 10003. p 349.
- Mert H. 1998,** Bazı Stabilizerlerin ve Isıl İşlem Normlarının Dondurmaların Bazı Fiziksel ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkileri, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Müh. Ana Bilim Dalı.syf:59 Konya
- Miller-Livney, T., and R. W. Hartel. 1997.** Ice recrystallization in ice cream: Interactions between sweeteners and stabilizers. J. Dairy Sci. 80:447–456.
- Morr, C. V. 1989.** Beneficial and adverse effects of water-protein interactions in selected dairy products. J. Dairy Sci. 72:575–580.
- Morr, C. V. And E. Y. W. Ha. 1993.** Whey Protein Concentrates and Isolates: Processing and Functional Properties. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 33, 431–476.
- Mulvihill, D. M. and P. F. Fox. 1989.** PHysico- Chemical and Functional Properties of Milk Proteins. In P. F. Fox (Ed.), Developments in Dairy Chemistry 4, pp. 131–172. New York: Elsevier Applied Science.
- Ohmes, RR. L., Marshall, R. T., Heymann. H. 1998.** Sensory and pPhysical properties of ice
- Özdemir, C., Çelik, Ş., Dağdemir, E., Özdemir, S., 2002,** Türkiye 7. Gıda Kongresi Tebliğler Kitabı, 113-119, ANKARA.
- Özkan, G., 1998.** Aspartamın, Bozunma Ürünlerinin ve Bazı Gıda Katkılarının Yüksek Performans Sıvı Kromatografi Yöntemi ile Tayini. Gıda, 23 (1): 49–57.
- Öztürk, A., 1969.** Ankara’da İşlenen Dondurmaların Yapılışları ve Genel Özellikleri Üzerinde Araştırmalar, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:341. Bilimsel araştırmalar ve incelemeler No:214 Ankara Üniv. Basımevi, 95, Ankara
- Parsons, J.G., S. T. Dybing, D.S. Coder, K.S. Spurgeon, and S. W.Seas. 1985.** Acceptability of ice cream made with processed wheys and sodium caseinate. J. Dairy Sci. 68:2880–2885
- Patel, J., N., Mathur, B. N., 1984.** Production of Hydrolysed lactose Whey for Utilization in İce Cream Manufacture İndian. Journal of Dairy Sci. 35 (3), 228–234.
- Prindiville, E. A., Marshall, R. T., and Heymann, H., 2000.** Effect of Milk Fat, Cocoa Butter and Whey Protein Fat Replacers on the Sensory Properties of Lowfat and Chocolate Ice Cream, Journal of Dairy Science, 83 (10): 2216-2223

- Reineccius, G. A. 1995.** Flavor- fat replacer interactions in foods. *Ingredient Interaction effect on Dairy Science*. 82 (10); 2094–2100.
- Renner, E (1986).** Nutritional aspects Part 1- Biochemical composition of pasteurized milk. *Bulletion of the international Dairy Federation*, No. 200 chapter VII.pp 27-29
- Riber- Nielsen, M., 1990.** Natural Colours for ice cream. *Scandinavian Dairy Information* 4 (4)56–58.
- Roland, A. M., PHillips, L. G., and Boor, K. J., 1999.** Effects of Fat Replacers on the Sensory Properties, Color, Melting and Hardness of Ice Cream. *Journal of Dairy Science* 82(10): 2094–2100
- Saldamlı, İ., 1985.** Gıda Katkı Maddeleri ve İngrediyenler. H.Ü. Gıda Mühendisliği Bölümü Yayınları. Ankara.
- Saldamlı, İ. ve A. Temiz, 1988.** Ankara’da Tüketime Sunulan Maraş Dondurmalarının Kaliteleri Üzerine Araştırmalar
- Saldamlı, İ., Uygun, Ü. 1998.** Gıda katkı maddeleri. İçinde: Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü. Hacettepe Üniv. Yayınları ISBN: 975-8339-00-1, 487-552. Ankara.
- Schmidt , K., Lundy, a., Reynolds, J., and YEE, I. N.İ 1993.** Carbonhydrate or Protein Based Fat Mimicker Effect on Ice Milk Properties. *Journal of Food Science*, 58(4):761–763.,779
- Sezgin. E., Atamer, M., Yamaner, N., Odabaşı, S., Bozkurt, Ş. 1996.** Ankara’da satılan pastane dondurmalarının bazı nitelikleri üzerine araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Süt Teknolojisi Bölümü. ANKARA.
- Sienkiewicz, T., and C.-L. Riedel. 1990.** Pages 86-91 in *Whey and Whey Utilization*. 2nd ed. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen-Buer, Germany.
- Sommer, H. H. 1951.** *The Theory and Practice of Ice Cream Making*, 6 Thedn Medison, Wisconsin, U.S.A.
- Specter, S. E., and C.S. Setser.1994.** Sensory and pPhysical properties of a reduced-calorie frozen dessert system made with milk fat and sucrose substitutes. *J. Dairy Sci.* 77:708–717

- Stampanoni Koeflerli, C. R., P. Piccinali, and S. Sigrist. 1996.** The influence of fat, sugar and non-fat milk solids on selected taste, flavor and texture parameters of a vanilla ice cream. *Food Quality Pref.* 7:69–79
- Stanley, D. W., H. D. Goff, and A. K. Smith. 1996.** Texture-structure relationships in foamed dairy emulsions. *Food Res. Int.* 29:1–13.
Yayın Ünitesi. 2. Basım. Konya.
- Tekinşen, C. 1987.** Dondurma Teknolojisi. Tübitak Yayınları No: 632 VHAG Seri No: 22, 44, Ankara
- Tekinşen, C., 1993.** Dondurma Üretim Teknolojisi, Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya.
- Tekinşen, O. C., 1997.** Süt Ürünleri Teknolojisi. Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi
- Temiz, H., 1994.** Krema ve Yağsız Süttozu Katılarak Bileşimi Zenginleştirilmiş İnek Sütlerinden İşlenen Dondurmaların Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Nitelikleri Üzerine Bir Araştırma. O. M. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun, 74s.
- Tirumalesha, A., and H. M. Jayaprakasha. 1998.** Effect of admixture of spray dried whey protein concentrate and butter milk powder on physico-chemical and sensory characteristics of ice cream. *Indian J. Dairy Sci.* 51:13–19
- Tuncay, İ., 2001,** Endüstriyel Dondurma Üretiminde Farklı Stabilizer Kullanımının Dondurmanın Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi, T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi) Tekirdağ.
- Tuncel, T.; Araman, A., 1989.** Stability of aspartame in some diet products marketed in Turkey. *Acta Pharmaceutica Turcica* 31 (2) 61–66. İstanbul.
- Turnbow, G. D., P. H. Tracy. L. A. Raffetto, 1956.** The Ice Cream Industry. Second Edition, John Wiley and Sons Inc., New York, 654 S.
- Umesh, A. R., Atmaram, K. and H. M. Jayaprakasha, 1989.** Utilisation Of Vanaspathi in The Preparation Of Filled Soft Serve Ice Cream. *Cheiron* 18 (3), 118–123.
- Uraz, T. 1979.** Ankara’da tüketime sunulan sade dondurmaların bazı nitelikleri üzerine araştırma. Ankara Üniv. Ziraat. Fakültesi. Yıllığı–1978. Ankara Üniv. Basımevi, 993–1006, Ankara.

- Uraz, T., 1987** Peyniraltı Suyunun Kullanılması. Basılmamış ders notları. Ankara.
- Uzomah, A. and Ahiligwo, R.N. 1999.** Studies on the Rheological Properties and Functional Potentials of achi (*Brachystegea eurycoma*) and ogbono (*Irvingia gabonensis*) seed gums. *Food Chemistry*, 67:217–222
- Yılmaz, İ., 2001,** Dondurma Yapımında Miksin Farklı Olgunlaştırma (Aging) Sürelerinin Dondurmanın Ürün Kalitesine Etkisinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, T. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi). Tekirdağ.
- Yöney, Z., 1968,** Dondurma Teknolojisi. A. Ü. Ziraat Fakültesi Süt ve Mamülleri Kürsüsü Yayınları:360, Ders Kitabı:124, ANKARA.
- Zayas, J. F. 1997.** Pages 104–109, 276–278, 337–340 in *Functionality of Proteins in Food*. Springer-Verlag, Berlin, Germany.