

DONDURMA TEKNOLOJİSİ

Giriş

Dondurma genel olarak süt ve ürünleri, tatlandırıcı maddeler, stabilizer-emülsifiyerler, renk, aroma ve çeşni maddelerinden oluşan karışıma hava verilerek dondurucu (freezer) denilen özel ekipmanlarda işlenmesiyle elde edilen bir ürün olarak tanımlanır. Dondurma bileşimine giren maddelerin henüz dondurulmamış haldeki karışımına dondurma miksi denir. Miks hava ve aroma maddeleri hariç tüm dondurma unsurlarını içermektedir. Dondurmanın yapısını hava kabarcıkları, buz kristalleri, yağ globülleri, şeker, protein ve stabilizerler oluşturur.

Dondurma bileşimine göre 5 gruba ayrılır:

- Süt ürünlerinden yapılanlar (Dairy ice cream)
- Bitkisel yağ içerenler (Mellorine)
- Bir miktar sütle birlikte meyve ve meyve sularından yapılanlar (Sherbet)
- Su, şeker ve meyve konsantresinden yapılanlar (Water ice veya ice)
- Dondurma benzeri olanlar – yağ içeriği azaltılmış (Ice milk)

Tarihi belgeler dondurmanın ilk olarak 3000 yıl kadar önce Çin'de yapıldığını göstermektedir. Ayrıca Büyük İskender'in Asya seferi sırasında dondurulmuş bal, meyve suyu ve süt karışımını tükettiğini, Romalıların derin kuyularda sakladıkları kar ve buzlarla yazın soğuk içecekler yaptıklarını belirten kaynaklara da rastlanmıştır. 13. yüzyılda Marco Polo ünlü doğu seferinden İtalya ya dönüşünde, Asyalılar tarafından yüzyıllardan beri kullanıldığı söylenen buzlu içecek reçetelerinden getirmiştir. Daha sonraki birkaç yüzyıl boyunca bu ürünlerin yapım tekniği; Fransa, Almanya ve İngiltere'ye yayılmıştır. Ticari amaçla ilk dondurma üretimi; 1785 yılında Londra'da Amerika'da ise bu endüstri kolunun kurucusu sayılan Jacop Fussel tarafından 1851'de Baltimor'da gerçekleştirilmiştir. Türkiye'de ise dondurma 1900'lü yılların başında ilk defa İstanbul ve Kahramanmaraş'ta üretilmiştir.

Dondurmanın besin değeri ve enerji içeriği bileşimindeki maddelere bağlı bulunmaktadır. Ağırlık esas alındığında, dondurma süttten 3-4 kat daha fazla yağ ve karbonhidrat ile % 12-16 daha fazla protein içerir. Ayrıca; kullanılan meyve, kuruyemiş, yumurta, çeşitli şeker ve şekerleme ürünleri, stabilizer ve emülgatörler besin değerini artırır. Dondurma üretimi sırasında uygulanan pastörizasyon normu diğer ürünlere uygulanan normlardan daha yüksektir, dondurulma işlemi -9/-10°C gibi düşük sıcaklıklarda gerçekleştirilmekte ve tüketimden önce daha uzun süre depolanmaktadır. Bu da ürünü hijyenik açıdan daha güvenli kılmaktadır.

Diğer süt ürünleriyle karşılaştırıldığında dondurma bileşimi en kolay değiştirilebilen ürünlerden birisidir. Çeşitli tüketici gruplarına hitap edecek şekilde yağ ve şekeri azaltılabilir ancak bu durum ürünün duysal ve fiziksel özelliklerini önemli ölçüde etkilemez. Ürün biyoaktif bileşenlerle zenginleştirilebilir. Probiyotik bakteriler kullanılarak üretilen kültürlü dondurmalar gastrointestinal sistem üzerine olumlu etkiye bulunur. Dondurmanın hazmolabilirliği oldukça yüksektir. Hem uygulanan homojenizasyon işlemi, hem de lezzetli ve hoş gider özelliğinin sindirim salgılarını artırması hazım kabiliyetini de artırmaktadır. Bu iki faktörle birlikte tatlılığı, yumuşak kadifemsi tekstürü ve uyarıcı soğukluğu mide ve boğaz ağrılarında sahip hastalar için hoş gider ve tolere edilebilir mükemmel bir gıdadır. Tüm bu sayılan nitelikleriyle birlikte, kişiler üzerindeki moral artırıcı ve mutluluk verme özelliği nedeniyle dondurma; hastanelerde hasta menülerinde yoğun bir şekilde kullanılmaktadır.

Dondurma Üretiminde Kullanılan Maddeler

-Yağ kaynakları

Sıvı halde ya da konsantre veya kurutulmuş olarak yağlı süt, yağ ve süt yağsız kurumadde (SYKM) için iyi bir kaynaktır. Asitliği düşük ve duysal nitelikleri normal olan olan sütler kullanılmalıdır.

Tatlı krema ve konsantre süt karışımları da iyi bir yağ kaynağıdır. Ancak tatlı krema pahalı olduğundan ve belli dönemlerde sağlanabildiğinden, bol olduğu dönemlerde 75°C'de 15 dakika pastörize edilip -25°C'de dondurularak en fazla 6 ay süreyle saklanabilir. Bu şekilde elde edilen donmuş krema

dondurmada kullanılacağı zaman toplam yağ miktarının % 40'ının tatlı krema ile karıştırılması gerekir. Yaklaşık % 80 süt yağı içeren plastik kremler de yağ kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bazı özel kullanımlar (araştırmalarda) için kurutulmuş krema da miske katılabilmektedir. Diğer bir kaynak da tuzsuz tereyağıdır. Hem ucuzdur, hem de taşıma ve depolama masrafları düşüktür. Tereyağının yapısındaki lesitin (doğal emülsifiyer) üretim sırasında yayıkaltına geçtiğinden ve bu durum da miksin donma niteliklerini etkilediğinden dondurmada toplam yağın ancak % 50'si oranında tereyağı kullanılmalıdır. Dondurma miksinde ayrıca süt yağı ve şeker karışımları da kullanılabilir. Bu amaçla sakaroz (yaklaşık % 10-15) tereyağ, susuz süt yağı veya sadeyağ ile karıştırılabilir. Böyle bir karışımın -18°C'de bir sene süreyle saklanabileceği belirtilmektedir.

Son zamanlarda kalp-damar hastalıklarını engellemedeki önemi nedeniyle omega-3-yağ asitlerini içeren bileşiklerin dondurma miskinde kullanımı denenmektedir. Ayrıca doymamış yağ asitleri içeren kanola, soya, mısır ve ayçiçek yağı gibi bileşikler de dondurmada kullanılmaktadır.

Diğer süt ürünlerinde olduğu gibi yağsız ve az yağlı veya düşük kalorili dondurmaya karşı giderek artan bir talep bulunmaktadır. Bu talebi karşılamak amacıyla üreticiler de dondurmadaki yağ içeriğini azaltmakta (%2) veya aroma ve tekstür açısından yağın fonksiyonlarını yerine getirebilecek olan bazı maddeleri dondurma üretiminde kullanılmaktadırlar. Bu maddeler protein, yağ ve karbonhidrattan oluşmakta; proteinler, nişasta, dekstrin, maltodekstrin, lif, emülsifiyer ve aroma maddelerini içermektedir. Bu maddeler ayrıca yapay tatlandırıcılarla kombine halde kullanılarak kalori içeriği düşük ürün elde edilmekte sadece diyet yapanların değil diyabet hastalarının da hizmetine sunulmaktadır. Yağ yerine kullanılan maddelerin dondurmadaki fonksiyonu; tekstür, tat ve aromada iyileşme, viskozite artışı, sinerezde azalma, köpük stabilitesi sağlama, hacim artışı, erime süresinde gecikme şeklinde özetlenebilir. Söz konusu maddeler Oatrim, Litesse, Sta-lite, Sta-slim, Z-tire gibi ticari isimlerle satılmaktadır.

Dondurmada kullanılan tüm yağ kaynaklarının özellikle krema ve tereyağının bakır ve demirle kontaminasyonundan kaçınılması gerekir. Uygun olmayan koşullarda depolandığında oksidasyon sonucunda; okside/metalik, balıgımsı, yağımsı, nötralizer, eski krema, ransit ve depo tadı gibi tat bozuklukları gelişebilir.

-Süt yağsız kurumadde kaynakları

İyi kalitede yağsız süt ekonomik olduğundan dolayı iyi bir kaynaktır. Yağsız sütün konsantre ve toz formu da kullanılabilir. Yağlı sütün yüksek oksidasyon riski taşıdığından tercih edilmemektedir. Şekersiz ve şekerli (%44 şeker içeren) koyulaştırılmış sütünler; dondurmada dövülebilirliği sıklığı ve erime direncini artırır. Ancak pişmiş tada neden olabilir. Özellikle şekerli koyulaştırılmış sütünler çok viskoz olduğundan hem işlenmesi zordur hem de laktozdan dolayı kumlu yapıya neden olur.

Tatlı yayıkaltı miksin dövülebilirliği üzerine olumlu etkide bulunur ayrıca aromayı da zenginleştirir. Toplam SYKM'nin % 20'si oranında kullanılabilir. Süt gibi yayıkaltının da konsantre ve toz formları kullanılabilir. Yayıkaltı elde edilme ve saklanma koşullarına göre 2-3 ay süreyle depolanabilir. Ancak her ne kadar iyi koşullarda depolansa da bayat aroma gelişimi nedeniyle kısa sürede kullanım tercih edilmelidir.

Sodyum kazeinat, laktozu alınmış süt ürünleri, bazı mineral tuzlar, serum proteini konsantratları ve izolatları ile bunların bazılarının kombinasyonları özel ticari ürünler adı altında dondurmada SYKM kaynağı olarak kullanılmaktadır. Söz konusu ürünler; yapı ve tekstürü geliştirmek, dövülebilirliği ve ısı şoka dayanımı artırmak amacıyla kullanılmaktadır.

Bunlardan sodyum kazeinat % 0.5-1 oranında kullanılır, ancak bayat aromaya neden olabilmektedir. Düşük laktozlu ürünlerin kullanımının temel amacı depolama sırasında kumlu yapı gelişimini önlemektir. Bunun dışında düşük laktozlu ürünler daha yumuşak bir yapı vermektedir ve laktoz intoleransı olan kişiler de bu ürünleri rahatlıkla tüketebilmektedir. Laktoz ortamdan uzaklaştığında protein oranı ve buffer kapasitesi artmaktadır. Proteinin artışı tekstürel özellikleri iyileştirmekte ısı şoka dayanımı sağlamaktadır. Protein oranının artışıyla bağlı suyun miktarı artacak ve kullanılan stabilizer miktarı azalacaktır. Kalsiyum sülfat gibi bazı mineral tuzların ilavesiyle dondurmanın sertliği ve kuruluğu artar erime oranı azalır ve kremamsı duyum hissedilir. Bu maddeler mikse pastörizasyondan önce % 0.1 oranında ilave edilmelidir. Ancak miksin titrasyon asitliğini artırmaktadır.

-Tatlandırıcılar

Tatlandırıcıların dondurmaya etkileri şöyle sıralanabilir:

- Dondurmaya tat verir, yağ içeriği yüksek dondurmalarda yağlılığı kamufle eder, aroma maddesinin etkinliğini artırır.
- Ucuz toplam kurumadde kaynağıdır, kremamsı yapı ve tekstür sağlar
- Ürünün donma noktasını etkiler.
- Ürünün besin değerini artırır.

Ancak aşırı kullanıldığı zaman miksin donma noktası çok fazla düşmekte, dövülme oranı azalmakta, yapı ve doku yumuşamakta ve kolay eriyen bir ürün elde edilmektedir.

Şekerlerin birbirlerine göre tatlılık oranlarını belirlemek için kullanılan bir ifadedir. Tatlılığı belirlemek için bir kimyasal test olmadığından, şekerleri birbirleriyle karşılaştırmak için sakaroz temel alınmış ve diğerleri onunla karşılaştırılmıştır. Sakarozun tatlılığı 100 kabul edilirse laktozun 16'dır. Konsantrasyon ve ısı işlem tatlılık hissi üzerinde etkilidir.

Şekerlerin donma noktasını düşürmedeki etkisi konsantrasyon ve molekül ağırlıklarına bağlıdır. Belirli bir hacim ve ağırlıktaki çözücüde o maddenin donma noktası üzerine etkisi molekül ağırlığıyla ters orantılı olacaktır. Örneğin mısır şekeri dekstroz veya glikoz olarak bilinir bir monosakkarittir ve 6 karbonludur. Buna karşın sakkaroz glikoz ve fruktoz içeren bir disakkarittir ve 12 karbonludur. Böylece sakkarozun ağırlığı glikozun iki katıdır ve donma noktasını glikozunkinin yarısı kadar düşürebilmektedir.

Dondurma üretiminde kullanılan tatlandırıcılar aşağıda sıralanmıştır:

a-Sakkaroz (Sukroz): Granüle şeker olarak bilinen sakkaroz şeker kamışı veya şeker pancarından elde edilir. Kristal haldedir, kurumaddesi yaklaşık % 99.9 civarındadır ve eriyebilirliği yüksektir. Donma noktasını düşürmede çok etkin olmasına karşın tatlandırıcı etkisi dondurmada kullanımını sınırlar. Dondurmada tek başına kullanılabilir ancak ice ve sherbet'lerde tek başına kullanıldığında yüzeyde kristalize olur. Bu kusur 3.5 kısım sakarozla 1 kısım dekstroz kullanılarak giderilebilir.

b-Mısır Tatlandırıcıları:

Mısır tatlandırıcıları; kristal formda rafine mısır şekeri (dekstroz ve fruktoz), kurutulmuş mısır şurubu ve sıvı mısır şurubu'dur. Tüm mısır tatlandırıcıları nişastanın çoğunlukla da mısır nişastasının asit veya enzimle hidrolizasyonu sonucu elde edilir. Hidrolizasyon düşük derecelerde gerçekleştirildiğinde maltodekstrin elde edilir. Maltodekstrinler de şeker kaynağı olarak kullanılabilir. Nişasta moleküllerin birleşmesiyle oluşmuş bir polimerdir. 1,4 glikozidik bağların hidrolizasyonuyla çoklu polimerler oluşur. Polimer uzunluğu hidrolize olan bağın polimerdeki yerine ve sayısına bağlıdır. Hidrolize olan her bir bağ indirgeyici serbest aldehit grupları oluşturur. Serbest aldehit gruplarının oluşması ya da hidrolizasyonun derecesi (bu işlemin genişliği) DE (Dekstroz Eşdeğeri) ile isimlendirilir. Ürünün DE değeri ne kadar fazlaysa o oranda tatlılık verir. Maltodekstrinler çok az hidrolize olur, DE değerleri 4-20 arasındadır ve çok az tatlılık verirler. Mısır, pirinç, buğday, yulaf ve pirinç gibi gıda nişastalarından elde edilirler. Genel olarak DE azaldıkça sakkarit polimer zincir uzunluğu ve ortalama molekül ağırlığı artar.

Rafine mısır şekeri nişastanın tamamıyla hidrolizasyonu sonucunda elde edilir ve glikoz oluşur. Mısır şekeri veya dekstroz beyaz granüle bir tozdur, % 99.8 şeker kurumaddesine sahiptir ve sakkarozun ancak % 80'i oranında bir tatlılığa sahiptir. 1.25 kısım dekstroz, 1 kısım sakkarozla eşdeğerdir. Dekstroz sakkarozla karşılaştırıldığında donma noktasını iki kat daha fazla oranda düşürür (ağırlık esas alındığında). Çünkü molekül ağırlığı sakkarozun yarısı kadardır. Bu nedenle dondurmada toplam şeker ihtiyacının ancak % 25'i dekstrozdaki sağlanabilir. Genel olarak sakkarozdan daha ekonomik bir tatlandırıcı olmakla birlikte, nemli ortamlarda sakkarozla göre toprak oluşturmaya daha fazla eğilimlidir.

Glikozidik bağların yaklaşık % 20-70'inin parçalanmasıyla elde edilen ürünler mısır şurubu olarak bilinmektedir. Bileşimlerinde hiç sakkaroz bulundurmazlar, dekstroz ve maltoz vardır. Hidrolizasyon (DE) derecesine göre sınıflandırılır.

- | | |
|-------------------------------|----------|
| 1. Düşük oranlı mısır şurubu | 28-38 DE |
| 2. Normal oranlı mısır şurubu | 38-48 DE |
| 3. Orta oranlı mısır şurubu | 48-58 DE |
| 4. Yüksek oranlı mısır şurubu | 58-68 DE |

Yüksek oranlı mısır şurupları üretim yöntemine göre asit veya asit enzim şurupları olarak da sınıflandırılabilir. Çok daha yoğun enzimatik hidroliz sonucu elde edilen ürünler yüksek maltozlu ürünler olarak adlandırılırlar. Örneğin 42 DE mısır şurubu dediğimizde şekerin bileşiminde % 42 dekstroz, % 50-53 glikoz ve % 5-8 diğer şekerler bulunmaktadır.

Toz haldeki mısır tatlandırıcıları ya da kurutulmuş mısır şurubu; mısır şurubunun kurutulmasıyla elde edilir, dolayısıyla kimyasal bileşimi elde edildiği mısır şurubuna benzerdir. Dondurmaya sıklık verir, ekonomik kurumadde kaynağıdır ve ürünün depolama süresini uzatır. Tatlılığı dekstrozdan kaynaklanmaktadır. Dekstroz, maltoz ve dekstrin içerir, nişasta bulunmaz. Bileşimdeki dekstrin oranı arttıkça yapışkanlık özelliği artar. DE arttıkça kekleşmeye eğilim artar. Dekstrinler bileşimlerinde maltodekstrin bulundurur ve mısır şurubu ürünleri içerdikleri ve yer değiştirdikleri diğer bileşenlerden nispeten daha büyük molekül ağırlıklarına sahip olduklarından miksin donma noktasını yükseltme eğilimindedirler. Genellikle % 25-35'den daha fazla oranda kullanılmazlar. Kullanım oranını sınırlandıran diğer bir etmen de uygulanan işlemlerle mısır şuruplarının renginde ve tadında bazı değişimlerin meydana gelmesidir. Teknolojinin gelişiyle bu olumsuzluklar ortadan kaldırılarak mısır tatlandırıcılarının kullanımı artırılabilir.

Son yıllarda yüksek fruktozlu mısır şuruplarının dondurmada kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Enzimatik olarak glikozun fruktoza parçalanmasıyla elde edilirler. En fazla kullanılanları HFCS 42, HFCS 55 ve HFCS 90 dir.

HFCS 42: %42 fruktoz, %52 dekstroz, %6 yüksek sakkaritler içerir

HFCS 90: %90 fruktoz, %7 dekstroz, %3 yüksek sakkaritler içerir (süper tatlandırıcı karışım)

Bu tatlandırıcılar sakkarozla karşılaştırıldığında, 0.86-1.25 kat daha fazla tatlılık sağlayıp donma noktasını yaklaşık iki kat daha düşürmektedirler.

c-Malt Ürünleri: Malt şurubu (% 70 maltoz), maltoz şekeri (% 45 maltoz), kurutulmuş maltoz şurubu veya malt ekstraktı kendine has aromaya sahip ürünlerdir. Aromasından dolayı kullanımı biraz dikkat gerektirir.

d-Akçaağaç Şekeri ve Kahverengi Şeker (Karamel): Bu ürünlerin kendilerine has aromaları kullanım oranlarını sınırlar. Örneğin mikse % 6 oranında katıldığında belirgin bir akçaağaç tadı ortaya çıkmaktadır. Ayrıca fiyatı da oldukça yüksektir. Şeker kamışı suyunun buharlaştırılması ve posaların süzülmesiyle elde edilen ham şekerdir. Bu ürünler sakkaroz açısından oldukça zengindir.

e-Bal: Bal % 74.5 invert şeker, % 17.5 rutubet, % 2 sakkaroz, % 2 dekstrin ve % 4 diğer maddelerden oluşmuştur. Dondurmada sadece bal aromasını sağlamak amacıyla kullanılır. Diğer aroma maddeleriyle karıştırılarak kullanımı nadiren tercih edilmektedir.

f-Yapay Tatlandırıcılar: Günümüzde gelişen teknolojiye bağlı olarak tüketici beğenisinin çeşitlilik kazanması yapay tatlandırıcıların dondurma endüstrisinde giderek daha fazla oranda kullanılmasını sağlamıştır. Yapay tatlandırıcılar tatlı bir lezzeti olan ancak kalori vermeyen ya da kan şeker düzeyini yükseltmeyen organik bileşiklerdir. Pek çok tüketici; kilo verme, belli bir kiloyu muhafaza etme, diyabetin kontrol edilmesi, diş çürüklerinin ve şişmanlıkla ilgili risklerin azaltılması konularında etkili olduğu için yapay tatlandırıcıların kullanıldığı ürünleri tercih etmektedir. Dondurmada diyetetik ve diyabetik amaçla en fazla kullanılan yapay tatlandırıcılar; asesulfam-K, aspartam, sukaryl, siklamat ve şeker alkolleridir. Yapay tatlandırıcıların kullanımı bazı ülkelerde yasaklanmış olmasına rağmen dondurma benzeri dondurulmuş süt ürünlerinin kullanımına izin verilmektedir. Ancak bu maddeler ürünün yapı ve tekstürünü olumsuz yönde etkilediğinden kırılğan, kaba ve tıyümsü bir yapıya sahip bir ürün ortaya çıkmaktadır. Bu dezavantajları ortadan kaldırabilmek için polidekstroz ve maltodekstrin gibi hacim doldurucular kullanma yönüne gidilmiş ancak bunların bir kısmı mide ve barsak rahatsızlıklarına neden olmuştur. Araştırmacılar dondurma bileşimindeki yağsız kurumadde içeriğini artırmanın bu konuda alternatif bir yaklaşım olacağını belirtmektedirler.

-Stabilizerler

Stabilizerler (hidrokolloidler) suda dağıldığı zaman çok sayıdaki su molekülünü hidrojen bağlarıyla bağlayarak yavaş yavaş hidratlaşan polimer maddelerdir. Bu madde başlangıçta kendine gerekli olan suyu tutar. Daha sonra molekül içi ve arası boşluklarda 3 boyutlu bir ağ oluşturarak geri kalan suyun

hareketini sınırlandırır yani sistemi stabil (sabit, kararlı, değişmez) hale getirir.

Dondurmadaki su hiçbir zaman tamamen buz kristallerine dönüştürülemez. Ayrıca ürünün sıcaklığı çeşitli koşullara bağlı olarak azalır arttıkça buz kristalleri eriyerek ve tekrar donacaktır. Sıcaklıktaki bu değişimler ürünün yapısında istenmeyen değişimlere neden olacaktır. Stabilizerler bu faz değişimleri sırasında suyun bir kısmını bağlayarak açığa çıkan suyun bir kısmı azaltırlar. Stabilizerler ayrıca buz kristallerinin yüzey özelliklerini değiştirmekte ve ağızda buz kristallerinin farklı algılanmasını sağlamaktadırlar. Genelde dondurmanın hammaddesi olan sütteki proteinler stabilizer madde gibi etki göstermektedirler. Uygulanan ısı işleme bağlı olarak serum proteinlerinin denatürasyonu stabilizer olarak etkinliğinin artmasına neden olur. Ancak yine de stabilizer ilavesi zorunludur. Kullanılacak stabilizerin çeşit ve miktarı miksin bileşimi, kullanılan katkı maddeleri, işleme koşulları (süre, sıcaklık ve basınç) depolama sıcaklığı ve basınç gibi pek çok faktöre bağlıdır. Dondurma miksinde genellikle % 0.1-0.5 oranında stabilizer kullanılmaktadır. Yüksek yağ ve toplam kurumadde içeriğine sahip mikserler, çikolatalı mikserler, 104°C'den yüksek ısı işlem uygulanan mikserler ve uzun süre depolanacak olan mikserler için kullanılacak stabilizer miktarı daha azdır. Yağsız ürünler ise % 1.0 oranına kadar stabilizer gerektirmektedir. Dondurmada en fazla kullanılan stabilizerler ve özelliklerine kısaca değinilmiştir.

a-Agar: Kaynar suda çözündürülmelidir. Jel yapısının oluşmasına yardımcı olur, ısıyla geri dönüşümlü sıkı ve kırılabilir jel oluşumunu sağlar. Dondurmada kullanımı fazla yaygın değildir, Kullanım oranı %0.1-0.5 arasındadır ve pahalıdır.

b-Karboksümetil selüloz (CMC): Selüloz sakızı (gum) olarak bilinir. Miks içinde kolaylıkla çözünür, su tutma kapasitesi yüksektir. Tek başına kullanıldığında zayıf jel oluşumu ve serum ayrılması gibi kusurlara neden olur. Ancak karagenan, keçi boynuzu sakızı ve ya guar sakızı ile kombinasyonu durumunda oluşan jeller daha iyi niteliklere sahiptir. Özellikle şerbet ve ice'larda fonksiyoneldir. Kullanım oranı %0.1-0.2'dir ve orta derecede pahalıdır. Aynı zamanda emülsifiye etme özelliği de mevcuttur.

c-Karagenanlar: Diğer adı İrlanda yosunudur. Molekülündeki sülfat miktarına göre 3 gruba ayrılmıştır. Bunlardan lambda karagenan; en fazla sülfat içeren gruptur, soğuk sütte çözünür ve zayıf jel oluşturur. Iota karagenan sıcak sütte çözünür (~55°C) ve sinereze dayanıklı elastik jel oluşturur. Kapa karagenana sıcak sütte (< 70°C) çözünür ve sinereze dayanıksız kırılabilir jel oluşturur. Özellikleri birbirinden farklı birimlerden oluştuğu için sıcak karışımlarda düşük viskozite yaratırlar, ancak karışım soğudukça yapı olumaya başlar ve viskozite artar. Jelin dayanıklılığı potasyum iyonları ilavesiyle artırılabilir. Kapa karagenan keçi boynuzu sakızıyla birlikte kullanıldığında sinerez olmaksızın elastik ve cohesive bir jel sağlar. Kırmızı deniz yosunundan elde edilen bu ekstraktlar saf olarak bulunamazlar. Ticari olarak karışım halinde satılır ve dominant fraksiyon karışımın özelliğini belirler. Kapa and iota karagenanlar 3 boyutlu ağ oluşturmak üzere kazeinle elektrostatik olarak reaksiyona girer. Bu durum da birkaç gün depolanacak dondurma miksinde süspanse fazın sistemden ayrılmaya karşı dayanıklılığını geliştirir. Kullanım oranı % 0.02-0.15 dir ve pahalıdır.

d-Mikrokristalin selüloz (selüloz jel): Saflaştırılmış selülozun çok ince partikülleri yapısında bir glikoz polimeridir. Su bağlayıcı özelliğe sahiptir. Kullanıldığı ortamlarda küçük partiküller ağızda dilin üzerini kaplayarak yağlımsı his uyandırır ancak yağ değildir. Az yağlı ve yağsız ürünlerde %0.2-0.8 oranında kullanılır, orta derecede pahalıdır.

e-Guar sakızı: Soğuk mikserlerde kolaylıkla çözündüğünden HTST-tip pastörizasyonda tercih edilmektedir. Düşük sıcaklıklarda bile düşük sıcaklıklarda bile viskoziteyi oldukça fazla artırır. Kullanılan tipe göre maksimum viskoziteye 2 ile 20 saat arasında ulaşılabilir ve viskozite sıcaklıkla ters orantılı olarak değişir. Pahalıdır.

f-Keçi boynuzu sakızı: Yüksek sıcaklıklarda çözünür. Dondurulmuş tatlılarda pH dan hemen hemen hiç etkilenmeyen noniyonik galaktomandır. Hidratasyon derecesi yüksektir ve jelleşme olmaksızın viskoziteyi fazla artırır. Karagenan ile birlikte kullanılmaz ise süt proteinleriyle presipite olmaya eğilimlidir. Şerbetlerde dövülme oranını sınırladığından kullanışlıdır. Kullanım oranı dondurmada, %0.05-0.30; şerbet ve ice'larda %0.25-0.50 dir. Pahalı bir stabilizerdir. Olumlu sonuç alınabilmesi için Guar sakızıyla birlikte kullanılmalıdır.

g-Jelatin: Kuru halde yaklaşık 4 katı şekerle karıştırıldıktan sonra ısı işlem den önce soğuk karışıma katılmalıdır. Etkisini en üst düzeyde gösterebilmesi için miks 20-24 saat olgunlaştırılmalıdır. Ortalama % 0.6 oranından kullanılır. Fazla miktarda kullanıldığında muhallebi benzeri yapı ve bozuk tat görülür.

-Dondurma geliştiricileri: Son yıllarda rennet ekstraktı ile bazı sakız tipi stabilizatörlerinin karışımından oluşan ürünler dondurma geliştiricileri genel adı altında satılmaktadır. Bu ürünler özellikle az yağlı (% 2 yağ) dondurmalarda yapı ve tekstürü iyileştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu işlemde dondurma miksinde 60°C sıcaklıkta kimozin enzimi ilave edilmekte ve enzimin etkisini göstermesi için 20 dakika beklenmektedir. Bu işlemle miksin viskozitesi önemli ölçüde artmaktadır. Üretilen dondurmanın tekstürü oldukça yumuşak olmakta, ısıl şoklara karşı dayanım artmaktadır. Bu işlem ilk uygulandığı dönemlerde uygulanan yüksek ısıl işlem ve enzimin tamamen hidrolizasyonu depolama sırasında hacim küçülmesine neden olmuştur. Daha sonraki denemelerde hem uygulanan ısıl işlem hem de hidrolizasyon kontrollü koşullar altında yapıldığından -20°C'de üç aylık bir depolamanın sonunda hacim küçülmesi meydana gelmemiştir. Stabilizörlere bazı antioksidan maddeler ilave edilerek satılmaktadır. Ancak doğal antioksidan olarak yulaf unu kullanılmasına rağmen bile bazı ülkelerde yasaklanmıştır.

Stabilizatörlerin dondurmadaki genel etkileri aşağıdaki gibidir:

- Sıvı fazın viskozitesini artırarak emülsiyon stabilitesini korumak.
- Yağ emülsiyonunun yüzeylerini koruyarak depolama sırasında emülsiyonun büzülmesini azaltmak.
- Serbest suyu bağlayarak bir ağ (jel) yapısı oluşturmak.
- Dondurulma ve sertleşme sırasında çok ufak buz kristalleri oluşumuna yardımcı olarak düzgün yapı vermek.
- Serbest suyu emerek işleme ve muhafaza sırasındaki ani ısı değişimlerinden kaynaklanan büyük buz kristallerinin oluşumunu engellemek.
- Dondurmanın erimsini geciktirerek yapının bozulmasını önlemek.

Emülgatörler

Emülgatörler emülsiyon sistemde iki fazı belirli bir süre birlikte tutmak amacıyla kullanılan katkı maddeleridir. Emülgatörler moleküllerinde iki farklı grup bulunmaktadır. Molekülün bir ucunun suya (polar, hidrofilik, suda çözünen), diğer ucunun da yağa karşı ilgisi fazladır (nonpolar, lipofilik, yağa çözünen). Birbirine karışmayan böyle bir sistemde emülgatör iki fazın sınır yüzeyine yerleşerek sınırın yüzey gerilimini azaltmaktadır. Bu şekilde çok küçük konsantrasyonlarda bile bir faz diğeri içinde kolaylıkla dağılabilmekte ve herhangi bir şekilde oluşan yağ globüllerinin birleşmesi önlenmektedir.

Emülgatörlerin dondurmada iki fonksiyonu bulunmaktadır. İlki miks dondurulmadan önce dispers olmuş yağ globüllerini emülsiyon içinde tutarak stabil kalmalarına yardımcı olur (Stabilizasyon). İkinci fonksiyonu ise yağ globüllerinin yüzeyine adsorbe olan protein miktarını azaltarak de-emülsifikasyonu sağlamaktır. Dondurucu silindir içinden geçerken yağ globüllerinin emülsiyon halinin bozulmasını yani de-emülsifikasyonu kontrol ederler. Dondurmanın işlenmesi sırasındaki mekanik ve termal hareketlerle bazı yağ globüllerinin etrafındaki protein/emülgatör tabakasından oluşan membran parçalanır ve globüller topaklaşarak üzüm salkımı biçimini alır. Bunun sonucunda dondurmanın erimeye ve şekil bozukluklarına karşı direnci artar (Destabilizasyon).

Dondurma yapımında uzunca bir süre, diğer ticari emülgatörlerin bilinmediği sıralarda yumurta sarısı kullanılmıştır. Halen Bazı Fransız dondurmalarına istenilen lezzeti kazandırmak amacıyla % 0.5-1.0 oranında katılmaktadır. Sıvı, donmuş ya da kurutulmuş şekilde kullanılmaktadır.

Emülsifiyerlerin kullanım oranı dondurmanın bileşimi ve emülsifiyerin tipine bağlı olmaktadır. Az kullanılması etki göstermemesine, fazla kullanımı ise geç erime, pıhtılı erime gibi yapı bozukluklarına neden olmaktadır. Bu konuda bir değer vermek gerekirse GMS için kullanım oranı % 0.1-0.3 arasındadır.

Her bir stabilizer ve emülgatör farklı özelliklere sahip olduğundan değişik nitelikteki miksler için tek bir tanesi yeterli olmamaktadır. Hem duyuusal hem de tekstürel özellikler yönünden mükemmel bir dondurma üretimi için bazı stabilizerler birbirleriyle karıştırmakta stabilizer/emülgatör karışimleri kısaca stabilizer olarak satılmaktadır.

-Aroma maddeleri

Doğal ve sentetik aroma maddeleri olarak gruplandırılır. Genel olarak kullanılan doğal aroma maddeleri; meyve suları, meyve püreleri, pulplar ve meyve parçaları olabilir. Bunlardan kullanılacak miktarlarda tüketici talepleri etkili olmaktadır. Bu maddelerin doğal rengini verebilmek için kullanımına izin verilen boya maddelerinin ilavesi gerekebilir. Çünkü doğal rengi sağlayabilmek için aroma maddelerinden çok fazla kullanılması gerekmektedir. Bu uygulama da ekonomik olmadığı gibi üründe tat bozukluğu da

yaratabilmektedir. Bunların dışında; acı badem, bergamot, yabani kiraz, yasemin ve misket limonu gibi bitkilerden tat ve koku maddeleri olarak yararlanılmaktadır. Yapay aroma maddeleri tat yanında koku da verirler. Bu maddelere örnek olarak; asetoin, allil sinnemat, metil-naftil keton, izobütül bütirat, anizil propiyanat verilebilir.

-Renk maddeleri

Renklendiriciler elde ediliş şekillerine göre doğal ve yapay olarak iki grupta toplanırlar. Doğal olanlar mikrobiyal, bitkisel, hayvansal ve mineral kaynaklardan elde edilir. Organik doğal renklendiriciler; anatto (biksin), antosiyaninler, klorofiller, karotenler, riboflavin, karamel ve pancar kökü kırmızısıdır. Yapay renklendiriciler ise doğada bulunmaz ancak kimyasal sentez yoluyla üretilir. Hemen hemen hepsinin başlangıç materyali kömür katranıdır. Bunlar da suda ve yağda çözünen ve dispers olanlar şeklinde gruplandırılırlar.

Dondurma en fazla renk maddesinin kullanıldığı ürünlerden biridir. Tüm dondurma çeşitlerinde yapay renklendiriciler kullanılmaktadır. Sıvı formda ve pastörizasyondan hemen sonra katılmaktadır. Vanilyalı dondurmalarda anatto, dondurma külahlarının yapımında anatto, tartrazin, Sunset yellow FCF yer almaktadır. Ülkemizde 1997 yılında yürürlüğe giren Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğinin renklendiricilerle ilgili olan 7 no'lu ekinde bu maddelerin hangi gıdalarda ve hangi düzeylerde kullanılabilecekleri belirtilmektedir.

Dondurma Üretimi

-Hammaddelerin karıştırılması

Dondurma üretiminin en önemli aşaması dondurma miksinin hazırlanmasıdır. Miksin bileşimine giren maddelerin belirli bir oranda ve dengeli bir şekilde bulunması gerekir. Böylece standart ve tüzüğe uygun bir üretim gerçekleştirilir, yapı ve tat kusurları önlenir, ekonomiklik sağlanır ve tüketici tercihleri de dikkate alınmış olur. Bu amaçla öncelikle miks reçetesi belirlenir. Sonra kullanılacak hammaddeler ve bunların bileşimleri saptanır. Daha sonra miks hesapları ile hammaddelerden hangi miktarlarda tartılacağı belirlenir. Sade miks vanilya, kahve, nane gibi maddelerle aromalandırılabilir.

Hammaddeler karıştırıcı paslanmaz çelik kazana önce sıvılar sonra katı ve toz maddeler olacak şekilde ilave edilir ve karıştırılır. Karıştırma sıcaklığı genellikle 50-60°C'dir. Daha sonra yabancı maddelerden arındırmak için karışım paslanmaz çelik veya bez filtreden süzülür.

-Pastörizasyon

Miksin pastörize edilmesi yasal bir zorunluluktur. Ayrıca dondurmanın duyuşsal ve fiziksel niteliklerini olumsuz yönde etkileyen bütün hidrolitik enzimler, çiğ sütte doğal olarak bulunanlar bile, pastörizasyonla inaktif hale getirilmektedir. Uygun pastörizasyon normları şunlardır:

- LTLT (Kesikli): 68-69°C/30 dak
- HTST: 80°C/25 sn
- HHST (Kısa sürede daha yüksek sıcaklık): 90°C/1-3 sn
- UHT: 138°C/2-40 sn

Miks pastörizasyonunun sağladığı yararlar:

- Bulunabilecek patojen mikroorganizmaları ve enzimleri imha etmek.
- Bileşime giren maddelerin birbirleriyle daha iyi karışmasını sağlamak.
- Aromayı geliştirmek.
- Muhafaza kalitesini artırmak, oksidasyona karşı koruma sağlamak.
- Homojenizasyonun etkinliğini artırmak.
- Miksteki süt proteinlerinin su tutma kapasitesini artırmak ve daha hızlı su absorpsiyonu meydana gelmesini sağlamak.

-Homojenizasyon

Homojenizasyonda amaç, yağ globüllerinin çaplarını yaklaşık 2 µm'den daha küçük bir değere azaltarak sürekli ve stabil bir süspansiyon oluşumunu sağlamaktır. Böylece yağ yüzeye çıkarak krema tabakası oluşturmayacak, dondurulmuş ürün yağsız bir görünüş ve tada sahip olmayacaktır. Homojenize yağ dondurulma işlemi sırasında dondurucuda çok yavaş bir şekilde yayıklanır. Kontrollü yayıklanmaya ayrıca kullanılan emülsifiyerler de katkıda bulunmaktadır. Böylece ürün kuru görümlü ve erimeye karşı dayanıklı olmaktadır. Homojenizasyon işleminden sonra yağ globül membranı emülgatör tabakasıyla kaplandıktan sonra, esas kazeinden oluşan süt proteini tabakası meydana gelir. Böylece düzgün pürüzsüz bir yüzey elde edilir.

Optimum yağ dağılımı için 75-85°C arasındaki sıcaklıklar idealdir. Bunun altındaki ve üstündeki değerlerde topaklaşma, kümeleşme meydana gelecek bunun sonucunda da globüller üzüm salkımı biçimini alacaktır. Bu durumda miksin viskozitesi artarak freezerda yayıklanma riski olacaktır. Ayrıca yüksek sıcaklıklarda emülgatörlerin etkinliği artırıldığından 80°C'ye yükseltme homojenizasyon etkinliğini artırmaktadır.

Homojenizasyon işleminde diğer önemli bir faktör ise uygulanan basınçtır. Uygun homojenizasyon basıncının seçiminde yağ yüzdesi önemli bir faktördür. Genel olarak dondurma miksindeki yağ oranı arttıkça uygulanan basınç azaltılmakta ve iki aşamalı homojenizasyon uygulanmaktadır. Yaygın olarak % 10 yağlı sade dondurma miksinde birinci aşamada 2000 psi, ikinci aşamada 500 psi basınç uygulanabilir.

Genel olarak homojenizasyon işlemi:

- Yağ üniform kürecikler halini alır, yapı düzelir.
- Kullanılan stabilizer miktarı azalır, olgunlaşma süresi kısalmıştır.
- Dondurulma sırasında yayıklanmaya eğilim azalır.
- Dondurmanın hava tutma ve dövülme niteliği artar.
- Donma niteliği gelişir ve daha geç erirlik sağlanır.
- Viskozitede bir miktar artış görülür.
- Dondurmada daha sıkı bir yapıyla yumuşak tekstür elde edilir.
- Hava hücrelerini ve buz kristallerini küçültür.
- Aromayı zenginleştirir ve yağın hazmolabilirliğini artırır.

-Soğutma

Homojenizasyon/pastörizasyon işleminden sonra miks, 0-5°C'ye soğutulmuş olarak işleninceye kadar olgunlaştırma tankında bekletilir. Miks kısa sürede soğutulmadığı zaman çok viskoz duruma gelmekte ve işlenmesi güçleşmektedir. Soğutmayla ayrıca yağın kristalizasyon oranı ve dondurucunun kapasitesi artmakta, bakteri faaliyeti de engellenmektedir. Diğer firmalara satılacak olan mikslerin de depolama ömrü uzamaktadır.

-Olgunlaştırma

Dondurulma işleminden önce miksin depolama sıcaklığına soğutulmuş olarak bekletilmesi olgunlaştırma olarak adlandırılır. Olgunlaştırma sırasında miksin yapısında bazı değişimler meydana gelir ve bu değişimler dondurmanın yapı ve tekstürünü etkiler. Miksin 5°C'den daha düşük değerlere soğutulmasıyla yağda kristalizasyon meydana gelir. Diğer taraftan protein, stabilizerler ve diğer bileşenlerde hidrasyon başlayarak viskozitede artış görülür. Diğer bir değişim de yağ globüllerinin yapısında görülmektedir. Olgunlaştırma sırasında emülsifiyerler proteinlerden daha kuvvetli bir şekilde membrana adsorbe edilmekte ve membranın dış kısmında proteinlerle yer değiştirmekte ve proteinden oluşan dış tabaka globüllerden geri itilmektedir. Sonuç olarak da membranına adsorbe olmuş yağ globülleri dondurucunun içinde bulunan destabilizasyon kuvvetlerine (mekaniksel işlemlere) karşı daha hassas bir duruma gelmektedir. Tüm bu değişimlerin sonucunda dondurmanın yapısı düzelir, kremamsı his ve erimeye karşı dayanım artar ve depolama nitelikleri iyileşir. Olgunlaştırma süresi kullanılan stabilizere göre 3-6 saat ile 24 saat arasında değişmektedir.

- Miksin dondurulması

Miksin dondurulması üretimin en önemli aşamasıdır ve son ürünün kalitesini, hoşta giderliğini ve

verimliliğini direkt olarak etkilemektedir. Dondurulma işlemi iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci aşamada; miks sürekli olarak karıştırılırken ortama hava verilerek hızlı bir şekilde dondurulmakta ve bu sırada belirli büyüklüklerde buz kristalleri oluşturulmaktadır. İkinci dondurulma aşamasında kısmi donmuş olan ürün karıştırılma olmaksızın ısının hızlı bir şekilde uzaklaştırılmasıyla sertleştirilmekte ve buz kristallerinin yüzeyinde bulunan su donmaktadır.

Dondurulma sırasında miks sıvı soğutucu ile soğutulan ve basınç altındaki sürekli dondurucuya pompalanır. Dondurucunun silindiri içerisinde dakikada birkaç yüz devirli şaft bulunmaktadır. Şaftın üzerine keskin kazıyıcı bıçaklar yerleştirilmiştir ve bıçaklar dondurucu silindirin yüzeyine çok yakın yumuşak temas etmektedir. Bunların fonksiyonu silindir yüzeyindeki çok ince, küçük buz kristallerini kazıdır. Bu kristallerin hızlı bir şekilde uzaklaştırılmasıyla ürün hem daha yumuşak bir yapı kazanır hem de buz kristalleri silindir üzerinde buz tabakası oluşturmaz. Bıçaklar yeteri kadar keskin değilse dondurucunun motoru zarar görür, miksin dondurulma süresi uzar ve kaba tekstürlü bir ürün elde edilmiş olur.

Gerek dondurulma işlemi gerekse sertleştirme sırasında dondurmadaki suyun tamamı buz haline dönüşmemektedir. Çıkış sıcaklığına bağlı olarak suyun % 33-67'si dondurulma, %23-53'ü de sertleştirme sırasında kristalize edilmektedir. Bu oranlarda ürünün dondurucudan çıkış sıcaklığı $-5/-7^{\circ}\text{C}$ civarındadır.

-Dondurmanın paketlenmesi

Yarı yumuşak ve yumuşak olarak tüketime sunulanlar hariç, dondurucudan çıkan dondurma değişik tip ve büyüklükteki paketlere doldurulur ve sertleştirme odasına yollanır. Dondurucudan çıktıktan sonra değişik aroma maddeleri eğer varsa tatlandırıcılar eklenir, dekorasyon için fındık fıstık meyve ve çikolata ilave edilir. Satış şekli, tüketici tercihi, ambalaj materyalinin özellikleri ve fiyat ambalaj büyüklüğünü etkiler. Genel olarak büyük hacimlerde ve direkt perakende satış için küçük birimler halinde paketlenme olmak üzere iki tip paketlenme mevcuttur.

Kutularda satış için büyük hacimlerde paketlenmede, pratik olarak tek kullanımlık kaplar bulunmakla birlikte bazen yeniden kullanılan plastikler ve çok nadir olarak metal (çelik) kaplar kullanılabilir. Kapların büyüklüğü 20 L, 12 L ve 8 L olabilir. Ambalaj çoğunlukla yarı şekillendirilmiş veya katlı olarak işletmeye gelir ve orada şekillendirilerek dolun yapılır. Dolun makinelerinin ürünü tam hacminde veya ağırlığında doldurması, içeride hava paketçikleri oluşturmaması ve kabın dışında ürün bulaşığı yaratmaması gerekir.

Tüketiciye direkt satışlarda paket hacmi 100 ml'den 8 L'ye kadar değişmekle birlikte en fazla tercih edilenler 2 L'lik olanlardır. Paketin şekli dikdörtgen, silindirik veya konik olabilir. Konik tipte paketler işletmeye ön şekillendirilmiş halde gelir ve iç içe geçirilir. Diğer tipler ise doldurulma anında şekillendirilir. Paket materyali olarak plastik, karton, balmumu ile kaplı karton kullanılabilir. Tüketiciye direkt satış için paketlenme işlemlerinin tamamı sürekli dondurucu hattında gerçekleştirilir. Bu işlemler; şekil verme, doldurma, kapatma, tartım ve ambalajlamayı içerir. Birim paketin birleştirilerek daha büyük kutulara ya da ambalajlara konulması sertleştirmeden sonra yapılır. Ters durumda, ısı transferi azalacak ve ürün kaba tekstüre sahip olacaktır.

Tüketiciye direkt satışlarda yer alan kornet/külâh tipi dondurmaların külâhlarının yapımında kullanılan hammaddeler; un, su, tuz, vanilin, sıvı karamel, şeker, lesitin ve palm yağıdır. Hamur hazırlamak amacıyla önce su ve şeker karıştırılır. Karışıma tuz, vanilin, sıvı karamel ilave edilir. Un eklendikten sonra lesitin ve bitkisel yağ katılarak hamur hazır hale getirilir ve tanka alınır. Pişirme ve şekillendirme aşamasında; tankta bulunan hamur plakalar arasına püskürtülerek yaklaşık 180°C 'de pişirilmek üzere fırınlanır. Pişen hamurlar kıvrıcılarda külâh şekline getirilir. Kıvrıcılardan çıkan külâh soğutucu bölüme geçerek $50-60^{\circ}\text{C}$ 'ye soğutulur. Daha sonra otomatik olarak kılıflara yerleştirilerek ve kolilere dizilir. Külâhların kırılabilirliği açısından nem çok önemlidir. Bu amaçla soğutulan külâhların hemen depolanması ve hava ile az temas etmesi sağlanmalıdır. Depolama $25-30^{\circ}\text{C}$ civarında yapılır.

Dondurmanın hacim artışı paketlenme ve servis edilme durumuna göre değişmektedir. Kepçe kullanılarak servis edilecek olan büyük hacimlerde paketlenmiş dondurmaların hacim ağırlığı şerbet, ice, yumuşak dondurma, milk shake gibi perakende satılan dondurulmuş ürünlerdekinden % 15-20 daha fazla olmalıdır. Çünkü kepçe ile sıkıştırılma anında havanın bir kısmı dışarı çıkmaktadır. Ayrıca yüksek kaliteli ürünler daha düşük hacim artışına sahip olmakta ve hacim artışı azaldıkça ürünün fiyatı da

artmaktadır.

-Dondurmanın sertleştirilmesi

Dondurma dondurucudan çıktığında yarı-katı konsistenstedir ve şeklini muhafaza edebilecek bir katılığa değildir. Dondurulma işlemi paketin içinde sıcaklık -18°C veya daha düşük tercihen $-25^{\circ}\text{C}/-30^{\circ}\text{C}$ 'ye düşüncüye kadar devam ettirilir. Bu işlem ise paketlemeden sonra dondurmanın -40°C 'de 10 m/sn gibi kuvvetli hava sirkülasyonu olan sertleştirme tünellerinden geçirilmesi suretiyle gerçekleştirilir. Büyük buz kristallerinin oluşmaması için hızlı sertleştirme istenir. Sertleştirmeden önce paketlerin üst üste yığılması deformasyona neden olur, hacim artışı azalır ve yüzeyde renk değişimi görülür çünkü hava dışarı çıkmaktadır. Sertleştirme için tam belirgin bir süre yoktur. Ancak paketin ortasındaki sıcaklık -18°C 'ye düşüncüye kadarki süre kriter kabul edilmektedir. Bir değer vermek gerekirse yaklaşık 200 ml'lik paketler için 30 dakika yeterli olmaktadır.

Sertleştirme amacıyla küçük işletmelerde kabinler kullanılmaktadır. Büyük işletmelerde genellikle sertleştirme tünelleri kullanılır. Tüneller direkt hat veya spiral şekilde dizayn edilebilir. Depolama odaları içinde soğuk hücrelerin veya bölgelerin kullanılması. Burada paketler depolara doğru taşınırken bu bölgelerde üzerlerine soğuk hava üflenir. Soğuk hücreler sertleştirme tünellerinde de yer alabilir.

-Dondurmanın depolanması

Ürün sertleştirme işleminden hemen sonra pazarlanabilir ya da 1-2 hafta süreyle depolanabilir. İşletmeler üretilen dondurmanın, üretimden pazarlanmasına kadar geçen sürenin 5 günden fazla olmasını istemezler. Sertleştirme sırasında -18°C veya daha düşük sıcaklıklar amaçlanırken depolamada $-25^{\circ}\text{C} / -35^{\circ}\text{C}$ gibi daha düşük sıcaklıklar tercih edilmektedir. Bu sıcaklıkta suyun % 90'ı buz kristallerine dönüştürülmüş olur, kalan % 10 ise şeker ve tuzlara bağlı olarak donmamış formda bulunmaktadır. Gün içerisinde çeşitli nedenlerle depo kapısının açılması, ürünün dışarıya çıkarılmasıyla sıcaklık değişimleri görülecektir. Bu durumda odanın sıcaklığı yükselecek ve oluşan kristallerin bir kısmı veya tamamı eriyecektir. Gece sıcaklık düştüğünde su tekrar donacaktır. Büyük kristal oluşumuna eğilim olduğundan bu olayların sürekli tekrarlanması üründe buzlu yapının gelişimine neden olacaktır. Sıcaklık değişiminden kaynaklanan bu kusuru azaltmak için depolama sıcaklığının mümkün olduğunca düşük tutulması gerekmektedir.

Dondurmanın yapısı

Dondurma dondurucudan çıktığında suyun yaklaşık yarısı donmuş ve yaklaşık % 50-100 oranında hacim artışı sağlanmıştır. Bu durum dondurmayı gaz, katı ve sıvı olmak üzere 3 fazlı bir sistem haline getirir. Sistemdeki gaz ve sıvı nedeniyle her ne kadar dondurma yumuşak dondurulmuş akışkan bir ürün olarak düşünülse de miks reçetesi, hacim artışı, dondurucu dizaynı ve sıcaklık gibi faktörler ona belli bir katılık sağlamakta, özellikle yağın yayılanması ve çok küçük hava hücreleri dondurucudan çıkışta ürüne kuru görünümü ve nispeten katı sert yapı kazandırmaktadır.

Karıştırma ve kristalizasyonun kombine hareketiyle pek çok yağ globülü parçalanır ve sıvı durumdaki yağın bir kısmı sistemden dışarı atılır. Açığa çıkan likit yağ, serum-hava ara yüzeyi boyunca yayılır, bir kısmı yağ globüllerini çevreleyerek parçalanmış ve parçalanmamış globüller arasında yapıştırıcı materyal olarak görev yapar. Bunun sonucunda da yağ globül aglomeratları (topakçıkları) oluşur. Aglomeratlar dondurmanın serum fazı ile hava hücreleri arasındaki ara yüzeyde yer aldıklarından havayı stabilize ederek tutarlar. Tüketim sırasında da stabilize hava hücreleri yağ globülü olarak algılanır. Aglomeratlar ayrıca havanın ince bir şekilde dağılımını sağlayarak daha yumuşak bir tekstür yaratırlar.

Kahramanmaraş tipi dondurma yapımı

Türkiye'de üretilen dondurma tipleri arasında kalite nitelikleriyle, nispeten düşük hacim genişlemesi, kendine özgü hoş lezzeti ve aroması, çiğnenebilen elastik tekstürü, homojen parlak beyaz rengi, erimeye karşı dayanıklı olması, düşük sıcaklıklarda niteliklerini uzun süre muhafaza etmesi ve kendine özgü tüketimi (oda sıcaklığında 5-10 dakika bekletildikten sonra çatal ve bıçakla) gibi özellikleriyle Kahramanmaraş dondurmasının özel bir yeri vardır. Dondurmanın ünü yapım tekniğinin yanı sıra yörede zamanla üretimi azalma eğilimi gösteren keçi sütü ve kaliteli salebin kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Kullanılan salep özeldir. Çünkü Toros ve Amanos dağlarının 1000-1200 rakımlı belirli kesimlerinde bulunan bazı yabani orkide türlerinin yumrularından özel işlemlerle elde edilmektedir.

Salep içerdiği maddelerden özellikle glikomannandan dolayı stabilizer görevi yapmakta, aynı zamanda belirli bir aroma sağlamaktadır. Keçi sütünün yanı sıra manda ve koyun sütü veya bunların karışımından üretilebilen bu dondurmada miksın bileşimi aşağıdaki gibidir:

Süt 10 kg
Şeker 2.7 kg
Salep 0.01 kg (0.06kg)

Üretimin geleneksel yöntemlerle dükkanlarda gerçekleştirilmesinde, süt kalaylı bakır kazanlarda sürekli karıştırılarak 20-30°C'ye ısıtılır ve içine 2.5 kg şeker ilave edilir. Şekerli süt karışımı tülbentten süzülerek sıcaklık 40-50°'ye çıkartılır. Şekerin kalan kısmı saleple karıştırılarak azar azar ilave edilir. Karışım düz tahta kaşıkla sürekli karıştırılarak ve arasına da savrulurak kaynatılır. Kaynatma işlemine, işleme kepeğinde ince elyaflar halinde uzamalar görülünceye kadar devam eder (yaklaşık 25 dakika). Kaynatmanın sonunda karışım güğümlere alınarak 20 dakika içinde soğutulur. Soğuk karışım özel dondurma çevirme kovalarına aktarılır. Karışım özel çevirme makinesiyle -10°C'de 20 dakika çevrilerek muhallebi kıvamına getirilir. Daha sonra etrafında tuz-buz karışımı olan kovalara veya dondurma makinesinin dondurucu kısmına alınır ve dondurma kıvamını alıncaya kadar dövülerek sertleştirilir.

Son yıllarda özgün kalite niteliklerine sahip Maraş dondurması üretimi sayıları sınırlı özellikle küçük işletmeciler tarafından yapılmaktadır. Dondurmanın temelini oluşturan keçi sütü, şeker ve salep yerine; inek sütü, glikoz gibi tatlandırıcılar, bazı süt ürünleri ve bitkisel yağlardan yararlanılmaktadır. Salebin çok az miktarda elde edilmesi nedeniyle değişik stabilizer karışımları kullanılmaktadır. Ayrıca katılan farklı aroma ve çeşni maddeleri ve meyveler ürünün özgün tadını maskelemektedir

Yeni Nesil Dondurmalar ve Spesyaliteler

Dondurma endüstrisi gelişmeye başladıkça, bu alanda karlılığı artırmak için farklı yöntemler düşünülmüştür. Özellikle girişimci küçük imalatçılar; ürün çeşitliliği, sunum alternatifleri ve pazarlama gibi konularda gelenekselin dışına çıkıp yeni tipte ve yaratıcılık eseri ürünleri tüketici beğenisine sunmayı hedeflemişlerdir. Bu tip ürünler sade yada çekici eğlenceli bir biçimde dondurulmuş çubuk, kutu, külah dondurmaları, sade dondurmanın aroma maddeleri, şekerlemeler ile farklı kombinasyonlarını içerir. Böylece pek çok tipte dondurulmuş tatlılar, değişik yağ oranlı dondurmalar, dondurulmuş yoğurtlar, serbet, puding, sorbe, tofu, jelatin, ve meyveli buzlar üretilebilir. Bunlar sıklıkla çikolata, gofret ve kek gibi fırın ürünleri eklenebilir. Bu tip ürünlerin üretiminde değişik yöntemler geliştirilmektedir. Ancak temelde kalıp ve ekstrüzyon yöntemi olmak üzere iki şekilde üretim gerçekleştirilmektedir.

Kalıp Yöntemi

Kalıp yöntemiyle düz kenarlı saplı dondurmalar water ice gibi dondurulmuş ürünlerin üretimi yapılmaktadır. Bu yöntemde dondurmanın şekillendirildiği dondurucu kalıplar bulunan özel düzenler kullanılır. Dondurucu kalıplar daire şeklinde döner bir tabla üzerine yada hareketli doğrusal bir tabaka üzerine yerleştirilmiştir. Kalıpların etrafında -40°C / -42°C sıcaklığında salamura veya glikol çözeltisi bulunmaktadır. Sürekli dondurucudan çıkan dövülmüş ve kısmi olarak dondurulmuş miks kalıplara doldurulur ve tahtadan yapılmış çubuklar batırılarak dondurulma işlemi burada tamamlanır. Daha sonra kalıpların etrafından ılık salamura veya su (25°C) geçirilerek dondurmanın yüzeyi eritilir. Kalıplardan çıkan dondurma diğer bir bölüme geçerek çikolata veya diğer kaplama materyallerine daldırma veya dekorasyon işlemleri gerçekleştirilir ve paketlenir. Ürün oldukça sertleşmiş olduğundan depolamadan önce sertleştirme tünellerine yollanmasına gerek bulunmamaktadır.

Ekstrüzyon yöntemi

Eğlenceli şekillendirilmiş sapsız dondurmalar (bar tipi) veya sap takılmış düzensiz kenarlı dondurmalar ancak ekstrüzyon yöntemiyle dondurulmaktadır. Çünkü özellikle sapsız olanlarda kalıplardan çekip çıkarma olanağı bulunmamaktadır. Bu yöntemde, -5.5°C'deki dondurma, dondurucudan yatay veya dikey şekilde yer alabilen veya çok değişik biçim ve şekillerde olabilen ekstrüder başlıklarına pompalanır. Ekstrüderden çıkan dondurma elektrikle ısıtılmış teller yardımıyla porsiyonlara ayrılır. İstenirse sap takılır. Bu şekilde oluşturulmuş parçacıklar taşıyıcı plaka yardımıyla sertleştirme odasına (-41°C/-43°C) yollanır. Daha sonra çikolata veya diğer materyallerle kaplanarak paketlenme işlemi gerçekleştirilir.

Küçük işletmelerde paketlenmiş ve kartonlanmış ürünler -35 / -40°C arasında sertleştirilir. Sertleştirme süresini mümkün olduğunca kısaltmak için kartonlar paletler üzerinde ağız açık bir biçimde bekletilir.

Dondurma Kusurları

-Renk kusurları

Donuk, grimsi renk: Nadiren rastlanan bu kusurda dondurma kirli beyaz ve itici renge sahiptir. Üretim sırasında temizlik kurallarına uyulmadığını gösterir. Ancak bu renk öğütülmüş vanilya tanelerinden kaynaklanıyorsa kusur olarak değerlendirilmez.

Üniform olmayan renk: Uzun süre depolanan dondurmalarda görülür. Bazen tüm kitlede farklı renk dalgaları ve şeritler görülebilir. Tek bir çıkışı olan dondurucuların kullanımı neden olabilir. Ayrıca birden fazla aroma maddesinin kullanıldığı dondurmalarda aromaya uygun renk maddesinin değiştirilmesi sırasındaki dikkatsizlikler bu kusura neden olabilir.

Aşırı renk: Üretimde genel olarak titiz dikkatli davranılmadığını gösterir.

Doğal olmayan renk: Grimsi, donuk, aşırı soluk renk kusurlarını tanımlamak için kullanılır. Vanilyalı dondurma krema renginde değilse doğal olmayan renge sahiptir.

-Paket kusurları

Genel olarak rastlanan paket kusurları; paketin hacminden fazla ya da eksik doldurulması, ambalajın iyi kapatılmaması, kirli veya ürünle bulaşık paketlerin kullanılması, şekli bozuk zarar görmüş ambalajların kullanılması ve büyük hacimli dondurma paketlerinde üstte parşömen kağıdının bulunmamasıdır.

-Erime kusurları

İyi kaliteli bir dondurma, oda sıcaklığında en az 10-15 dakika erimeden kalmalı ve eridiğinde de pürüzsüz homojen bir sıvı haline dönüşmelidir.

Eriyememe, geç erime: Ürünün oda sıcaklığında 10-15 dakikadan daha uzun süre şeklini korumasıdır. Aşırı stabilizer emülsifiyer kullanımı, dondurmanın uzun süre depolanması neden olabilir.

Köpüklü erime: Ürün tamamen eridiğinde 0.3-0.5 cm çapında büyük hava kabarcıkları görülür. Yumurta sarısı kurumaddesinin fazla kullanılması ve miske fazla hava verilmesi neden olabilir.

Pıhtılı erime: Sık görülen bir kusurdur. Proteinlerin stabilitesini bozan herhangi bir koşul bu kusura yol açar.

Serum ayrılması: Erime başlangıcında dondurmada mavimsi renkte sıvı sızması ile anlaşılır. Miks dondurucuya verilmeden de görülebilir. Hammadedeki tuz dengesinin bozuk olması, olumsuz işleme koşulları ve mikse fazla hava verilmesi kusurun nedenleri arasındadır.

Yapı ve tekstür kusurları

Bu kelimeler sıklıkla birbirinin yerine kullanılmaktadır. Yapı bir bütün olarak dondurmanın özelliğini belirtirken, tekstür bütünü meydana getiren parçaları ve strüktürü ifade eder.

Ufalanan gevrek yapı: Düşük kurumadde içeriği ve yetersiz stabilizasyondan kaynaklanır. Böyle bir ürün keçe daldırıldığında dağılma eğilimi gösterir.

Yapışkan yapı: Stabilizer ve kurutulmuş nişasta şurubunun fazla kullanımından kaynaklanır. Dondurma erimeye karşı direnç gösterir.

Kitle küçülmesi: Düşük kurumadde oranı, yüksek hacim artışı ve uygun olmayan depolama koşullarıyla ilgili bir kusurdur.

Tereyağimsı, yağlı tekstür: dondurma eridikten sonra ağızda tereyağı parçalarının kalması ve ağızın yağ tabakası ile kaplanması bu kusurun belirtileridir. Yağ oranının yüksekliği ve yetersiz homojenizasyondan kaynaklanır.

Buzlu tekstür: Ürün ağızda olağanüstü soğukluk hissi yaratır, pürüzsüz kadifemsi görünüşten yoksundur. Buz kristalleri ağızda hissedilir. Miskin htalı formüle edilmesi, ısı şokların önlenmemesi ve üretim hatalarından kaynaklanır.

Kumlu tekstür: İnce sert ve üniform biçimdeki laktoz kristallerinden kaynaklanır. Peyniraltı suyu tozunun fazla kullanılması, ürünün ısı şoklara maruz kalması depolama süresi gibi faktörler neden olabilmektedir.

-Tat kusurları

Aroma maddelerinden kaynaklanan kusurlar: Aroma eksikliği, aşırı aroma ve doğal olmayan aroma gibi kusurlar bu grupta yer almaktadır.

Şurup tadı: Nişasta şurupları ve şeker şurupları sakaroza oranla fazla kullanıldığında maltımsı, karamel ve melas benzeri bir tat ortaya çıkmaktadır.

Okside tat: Ürünün kaliteli hammaddeden üretilmemesinden, bayat olmasından ve uzun süre depolanmasından kaynaklanan bir kusurdur.

Asit (ekşi) tat: Bu tada sahip dondurma, dilde yakıcı tatla birlikte ağızda kuvvetli bir duyumu bırakır. Hammaddelerin ve miskin oda sıcaklığında kontrolsüz koşullarda bekletilmesinden kaynaklanır.

Pişmiş tat: Süt ve ürünleri ile miksin kontrolsüz koşullarda pastörizasyonundan kaynaklanmaktadır.

KAYNAKLAR

Andreasen, T.G. and Nielsen, H. 1992. Ice cream and areated dessert. İçindedir: The Technology of Dairy Products Ed: R. Early. VHC Publishers Inc. NY. P. 192-220.

Anonymous, Tarihsiz. Dairy Processing Handbook. Tetra Pak Processing Systems AB S-221 86 Lund, Sweden. P. 437.

Gürsel, A. ve Karacabey, A. 1998. Dondurma teknolojisine ilişkin hesaplamalar, reçeteler ve kalite kontrol testleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1498. A.Ü. Ziraat Fakültesi Halkla İlişkiler ve Yayın Ünitesi, Ankara. S. 172.

Marshall, R.T. and Arbuckle, W.S. 2000. Ice Cream. Fifth Edition. An Apsen Publication. P. 349.

Tekinşen, K.K. Geçmişten günümüze ağızda uyanan lezzet Maraş Dondurması.
<http://www.kentmaras.com/makale/marasdondurmasi.php> (erişim tarihi 24.05.2007)

Thomsen, M. and Holstborg, J. 1997. The effect of homojenization pressure and emulsifier type on ice cream mix and finished ice cream. Ice Cream Proceedings of the International Symposium. Published by IDF. P.105-111.

Üçüncü M. 2005. Süt ve Mamülleri Teknolojisi. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova, İzmir. S. 571.

<http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/icecream.html> (erişim tarihi 24.05.2007)

Yetisemiyen, A. (Editör). 2010. Süt Teknolojisi (Bölüm 1), Ankara Üniversitesi Yayınları No:1560, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, Türkiye, 298 sayfa. ISBN: 978-975-482-750-7.