

DONDURMANIN MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Dondurma; besin değerinin yüksek olmasına, beslenme fizyolojisindeki önemine ve her yaşta tüketiciye hitap eden ve bu nedenle sevilerek tüketilen bir ürün olmasına karşın, çoğu patojen mikroorganizmaların gelişimi içinde son derece uygun bir ortamıdır. Mikrobiyal kalitesi düşük hammaddelerin kullanılması, ilkel üretim teknolojileri v.b. nedenlerle patojen mikroorganizmaları veya bunların toksinlerini içeren dondurmalar gıda zehirlenmelerine neden olarak, halk sağlığı açısından önemli sorunlar oluşturabilmektedir. Dondurma, üretim sırasında ısıl işlem uygulanan ve mikroorganizma gelişimine olanak vermeyecek şekilde düşük sıcaklıklarda muhafaza edilen bir ürün olduğundan ilk bakışta mikrobiyolojik açıdan güvenilir kabul edilebilir. Ancak, üretimin çeşitli aşamalarında hijyen koşullarının sağlanamaması gibi nedenlerle çok sayıda mikroorganizma dondurmaya kontamine olabilir. Bu mikroorganizmaların bazıları hastalık yapıcı nitelikte olmakla beraber insan sağlığı açısından da tehlike arz edebilir.

Türkiye’de dondurmaların mikrobiyolojik kalitesi ile ilgili kriterler Türk Standartları Enstitüsü’nün hazırladığı 4265 sayılı Dondurma Standardında belirtilmiştir. Buna göre; aerobik mezofilik bakteri sayısı 20.000-100.000 adet/g, koliform sayısı ise 20-100 adet/g ile sınırlandırılmış; fekal koli, *S. aureus*, *Salmonella spp.* (25g) ve diğer patojenlerin bulunmaması gerektiği belirtilmiştir.

Kaliteli bir dondurmanın mikrobiyolojik yönden de mükemmel olması gerekir. Dondurmaya kontamine olmuş mikroorganizmaların büyük bir kısmı hammadde ve katkı maddelerinden kaynaklanmaktadır. Dondurma üretimi sırasında uygulanan ısıl işlem ile sporlar hariç bakteri florasının büyük bir kısmının imhası sağlanmaktadır. Patojen mikroorganizmaların bulaşması ise alet ve ekipmanlardan, sudan, çevreden, çalışanlardan, ambalaj materyallerinden ve dağıtım sırasından meydana gelmektedir.

MİKROORGANİZMALARIN BULAŞMA KAYNAKLARI

Dondurmanın bileşimini protein, karbonhidrat ve yağın yanı sıra A, C, D, E ve B grubu vitaminleri, kalsiyum, fosfor, potasyum gibi mineraller oluşturur. Yüksek besin değeri ve enerji içeriğinin olmasının yanında mikroorganizma kontaminasyonlarına oldukça uygun bir üründür. Üretimi ve muhafazası sırasında gerekli hijyen kurallarının sağlanamaması sonucu birçok mikroorganizmanın gelişmesi ve çoğalması mümkün olabilmektedir. 1950-1955 yılları

arasında İngiltere’de dondurmadan kaynaklanan 11 gıda zehirlenmesi olayı rapor edilmiştir. 1986 yılında Amerika’da bir dondurma firmasının ürettiği dondurmalarda *Listeria* kontaminasyonu belirlenmiş ve 4 eyalette en az 40 kişi hastalanmış ve ürünler toplatılmıştır. *Listeria* kontaminasyonu Fransa’da da görülmüş ve ürünün piyasadan toplatılmasına neden olmuştur. Dondurmadan kaynaklanan *Salmonella* salgını Hindistan’da da rapor edilmiştir.

Dondurmanın mikrobiyolojik kalitesini etkileyen faktörler:

- 1) Üretimde kullanılan hammadde ve katkı maddelerinin niteliği
- 2) Isıl işlemin etkinliği
- 3) Hijyenik koşullar.

Üretim boyunca risk oluşturabilecek üretim aşamaları

- Üretimde kullanılan çiğ süt
- Pastörize edilmiş miks
- Olgunlaştırılmış miks
- Dondurucudan çıkan dondurma
- Tüketicie ulaşan dondurma

Çiğ Sütün Kalitesi

Çiğ sütün kalitesini, sağımı yapılan hayvanın sağlık durumundan son ürüne dönüşünceye kadar geçen sürede etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Memeden bulaşan mastitisin dışında sağım aletleri, sağım yapan kişi, hava, sinek, su ve yem yoluyla süte mikroorganizma kontaminasyonu rahatlıkla olabilir. Bunun dışında sütün nakli sırasında ve üretim aşamasında bulaşmalar da meydana gelebilmektedir. Ülkemiz şartlarında çiğ sütün hijyenik kalitelerinin düşük olduğunu da varsayarsak, düşük kalitedeki çiğ sütün elde edilecek dondurmanın ısıl işleminin de yetersiz yapılması sonucu kalitenin olumsuz yönde etkilenmesi ve çiğ sütün enfeksiyon kaynağı olması kaçınılmaz bir durumdur.

Pastörizasyon, Soğutma ve Olgunlaştırma

Ülkemizdeki çiğ sütün bakteri içeriği oldukça yüksek olduğu için pastörizasyon işleminin ayrı bir önemi vardır. Isıl işlemin yetersiz uygulanması, üründe kaliteyi olumsuz yönde etkilemektedir. Çünkü çiğ sütün *Brucella abortus*, *Brucella melitensis*, *Listeria monocytogenes*,

Salmonella sp., *Staphylococcus sp.*, *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, Herpesvirüsler ve Hepatit A virüsü gibi zoonotik etkenleri içermektedir. Dondurma teknolojisinde miks, dondurulmadan önce 72 °C 'de 15 dakika veya 83-85 °C'de 15-18 saniye süre ile pastörize edilir ve bunu takiben en geç 90 dakika içerisinde 8 °C 'nin altına kadar soğutulur. Paketlenmiş halde bulunan son ürün ise -18 °C'nin altındaki sıcaklıklarda muhafaza edilerek zararlı patojen mikroorganizmaların gelişmesi engellenir.

Ayrıca olgunlaştırma aşamasında meydana gelebilecek olan bulaşmaları önlemek için olgunlaştırmadan önce, olgunlaştırma sırasında ve olgunlaştırmadan sonra mikse katılabilecek olan aroma maddeleri, meyveler, kuruyemişler ve diğer tat, koku ve renk maddelerinin mikrobiyel kalitelerinin yüksek olması istenir.

Dondurmaya Katılan Hammaddeler ve Katkı Maddeleri

Dondurma üretiminde kullanılan hammaddeler, uygun koşullarda depolandığı ve işlendiği takdirde bakteriyolojik açıdan fazla sorun yaratmamaktadır. Aksi durumlarda ise dondurma mikse bulaşmaları söz konusudur. Isıl işlem uygulamaları sporlu bakteriler dışında kalan mikrofloranın büyük bir kısmını inhibe etmektedir. Fakat hammadde ve katkı maddelerinden gelen bulaşma fazla ise uygulanan ısıl işlem yetersiz kalabilir. Ayrıca önemli patojen mikroorganizmalar dondurmaya ısıl işlem sonrasındaki aşamalarda da bulaşabilmektedir.

Mikse katılan maddelerden koyulaştırılmış yağsız süt ve krema, üreticilerden ısıl işlem uygulanmış olarak temin edilmeli ve soğukta saklandığında mikrobiyel kalitesini korumalıdır. Yağsız süttözü bazı durumlarda *Bacillus cereus* bulundurabilmektedir. Basiller, çok düşük sıcaklıkta derecelerinde gelişebildiklerinden, sayıca yüksek olduklarında miksin bozulmasına yol açabilmektedir.

Kristalize şekerde yalnızca mayalar bulunabilir. Şeker şuruplarında da bir miktar maya mevcut olabilir. Ayrıca şuruplarda ozmofilik mayalar gelişebilir. Dondurma miksindeki şeker ve yağlar mikroorganizmaların ısıl işleme olan dirençlerini arttırmaktadır. Bu yüzden uygulanan ısıl işlem kontrol edilerek patojen ve patojen olmayan toplam mikroorganizmaların toplam sayısındaki azalmanın yeterli düzeyde olması sağlanmalıdır.

Tereyağı ve sadeyağ yüksek bakteriyolojik kaliteye sahip olmalıdır. Bu ürünlerde kalite genellikle kimyasal ve enzimatik reaksiyonlar sonucu oluşan tat bozukluklarına bağlı olarak

değişmektedir. Bununla birlikte, maya, küf, mezofil bakteri, koliform bakteri ve lipolitik bakteri yönünden incelenmelidir. Özellikle *Pseudomonas fragi* tereyağında tat kusurlarına neden olabileceğinden mevcudiyeti araştırılmalıdır. Ayrıca bozulmaların önlenmesi için tereyağı (-18 °C)-(-20°C) arasında depolanmalıdır.

Stabilizer ve emülsifiyerler bakteriyolojik açıdan fazla sorun yaratmazlar. Bağlayıcı madde olarak kullanılan hayvansal bir protein olan jelatin ise mikrobiyolojik açıdan önem arz etmektedir. Jelatinde *Bacillus* ve *Clostridium* endosporlarına sıklıkla rastlanmaktadır. Bunun dışında geleneksel yöntemle üretilen dondurmalarda emülgatör olarak kullanılan yumurta beyazı pastörizasyondan sonra ilave edilecek ise mutlaka ısıtılmalıdır. Ayrıca üretimde kullanılan havanın da mikrobiyolojik kalitesinin iyi olması gerekir.

Kuruyemişlerde küflenme sorunu olabilir. Hindistan cevizlerine, ağzı kapalı kaplarda saklanması sırasında *Salmonella* ile bulaşma olmaması için, ısıtılmalıdır. Bu katkı maddelerine görsel kontrol yanında mezofil bakteri, koliform, maya ve küf sayımı yapılmalıdır.

Hijyenik Koşullar

Bir dondurma işletmesinde, üretimde kullanılan ekipmanların, işletmenin ve hatta son satış noktasındaki yardımcı ekipmanların hijyenik durumları yeterli düzeyde olmalıdır. Üretim alanı, her üretimin başında ve sonunda temizlenmelidir. Özellikle üretimde çalışan personelin kişisel temizliğine önem vermesi gerekmektedir. Patojenlerin bulaşmasının temel kaynağı olan ellerin temizliği bu yönden büyük önem taşımaktadır.

Ülkemizde dondurma üretiminin büyük kısmı pastanelerde ve küçük işletmelerde yapılmaktadır. Özellikle endüstriyel boyutta olmayan üretim yerlerinde, yeterli bilgiye sahip olmayan kişiler tarafından hijyenik olmayan koşullarda yapılan üretimin sonucunda dondurmanın mikrobiyolojik kalitesi tehlike altına girmektedir.

DONDURMADA BULUNABİLECEK PATOJEN MİKROORGANİZMALAR

Gıda zehirlenmelerine neden olan başlıca bakteriler *salmonella* türleri, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Vibrio parahaemolyticus* olarak belirtilmektedir. Dondurmadan kaynaklanan gıda zehirlenmelerinin başında ise *Staphylococcus* zehirlenmeleri ve *Salmonella* enfeksiyonları gelmektedir.

Salmonella

Doğada sıkça bulunan *Salmonella* etkenleri, *Enterobacteriaceae* familyasının üyelerindedir. *Salmonella* cinsleri mikroskop altında ve alışılmış besi ortamlarında *E. coli* 'den tam olarak ayrılamayan gram negatif, spor oluşturmeyen, çubuk şeklindeki mikroorganizmalardan oluşmaktadır. Nemli ortamlarda uzun süre canlı kalabilirler. Soğuğa karşı dirençleri yüksektir. Önlem alınmadığı takdirde süt hayvanının *Salmonella* bulaşmış içme suyundan, meme başlarına ya da sağım makinesine bulaşmasıyla süt direk veya indirekt olarak kontaminasyona uğrar. Yeterli pastörizasyon yapıldığı takdirde inhibe olmaktadır. Fakat yetersiz pastörizasyon ve ısıtma işlem sonrası kontaminasyon ciddi risk oluşturur. Gıda zehirlenmesine yol açabilir. Ayrıca dondurma üretiminde kullanılan yumurta ürünlerinin (yumurta tozu, sıvı yumurta) kullanımı ve personel *Salmonella* 'nın bulaşmasında önemli risk faktörleridir.

Escherichia coli

Enterobacteriaceae familyası içerisinde bulunan *Escherichia* cinsinin en önemli türüdür. *E. coli*, normal bağırsak florasına aittir, biyolojik sınıflandırmada da bağırsaklarda yaşayan bakterilerden oluşan enterik bakteriler ailesinde yer alır. Bakteri çubuk şeklinde olup, boyutları 1-2 µm uzunluğunda ve 0,1-0,5 µm çapındadır. *E. coli* Gram-negatif bir bakteri olduğundan endospor oluşturmaz, pastörizasyon ile ölür. Memeli hayvanların bağırsaklarında büyümeye adapte olmuş olduğu için en iyi vücut sıcaklığında çoğalır. *E. coli*'nin gıdaya bulaşma kaynakları toprak, su, hava ve ekipmanlardır. Üremik sendrom olmak üzere çeşitli hastalıklara sebep olur. Herhangi bir gıdada *E. coli*'ye rastlanması, gıdaya doğrudan ya da dolaylı olarak dışkı bulaştığının ve yine bağırsak kökenli *Salmonella* ve *Shigella* gibi patojenlerinde bulunabileceğinin bir göstergesidir.

Staphylococcus aureus

Stafilokoklar gram pozitif, yuvarlak, hareketsiz, genellikle kapsülsüz, sporsuz, fakültatif anaerob bakterilerdir. *Stafilokoklar* *Eubacteriales* takımının *Micrococcaceae* familyasına aittir. *Stafilokoklar* sporsuz bakteriler içerisinde, dış etkilere ve dezenfektanlara karşı en dayanıklı olanlardır. Antibiyotiklere karşı duyarlı olmalarına karşı zamanla direnç kazanabilirler. *S. aureus*'un birçok suşu gıda zehirlenmelerine neden olabilmektedir. Gıda sektöründe çalışan kişilerin hijyen kurallarına yeterince uymaması sonucu bu bakteriler gıdalara kolayca bulaşabilmektedir. *Stafilokoklar* 7 °C'nin altında çoğalamadıkları için gıdaların soğukta muhafazası bulaşma riskini önemli ölçüde azaltmaktadır. *Staphylococcus aureus*'un tespit

edilmesi üretimde hijyen kurallarına yeterince uyulmadığının göstergesidir. *S. aureus* süt ineklerinde, koyun ve keçilerde genellikle kronik nadiren akut seyirli mastitise neden olan bir bakteridir. Memelerin kangrenleşmesine ve kör olmasına, bazen de ölümlere neden olabilmektedir. *S. aureus* enfekte olmuş hayvanların sütleriyle ve sağım sırasında süte bulaşabilmekte, ancak pastörizasyon işlemi ile inaktive olmaktadır. *S. aureus* ile kontaminasyon, dondurmanın uygun olmayan sıcaklıkta bekletilmesi veya üretimde stafilokok toksini içeren peynir altı suyu kullanılması sonucunda da olmaktadır.

Listeria monocytogenes

Listeria cinsi bakteriler doğada (toprak, su ve gübrelerde), gıdalarda (yem, slaj, et, süt ve bunların mamüllerinde), insan ve hayvanların sindirim sistemlerinde, süt, idrar ve diğer kontamine materyallerde sıkça bulunur. Gram pozitif, düzgün, küçük çomakçıklar biçiminde, tek veya kısa zincirler halinde hareketli, 0,3-0,5 x 0,5- 2,0 µm boyunda, sporsuz, kapsülsüz ve aside dayanıklı olmyan mikroorganizmalardır. Sıvı ve katı besi yerlerinde aerobik veya fakültatif anaerobik koşullarda kolayca üreyebilirler. *Listerla monocytogenes*, geniş ölçüde yayılabilen ve düşük sıcaklıklarda dahi gelişebilen, soğutma, dondurma, ısıtma ve kurutma işlemleri gibi olumsuz koşullara rağmen canlılığını yitirmeyen önemli bir patojen bakteridir. Dondurma üretiminde kontamine çiğ süt, hatalı ısıl işlem ve işlem sonrası kontaminasyonlar *Listerla monocytogenes* bulaşmasında etken faktörlerdir.

Yersinia enterocolitica

Yersinia cinsi 11 tür içermektedir. Bunlardan *Y. enterocolitica*, *Y. pestis*, *Y. pseudotuberculosis*. İnsanlar için primer patojendir. *Yersinia enterocolitica*'nın neden olduğu enfeksiyöz hastalığa yersiniosis adı verilir. *Enterobacteriaceae* familyası üyesi olan *Y. enterocolitica*, gram negatif, oksidaz negatif, sporsuz ve fakültatif anaerobik bir bakteridir. Genç olanları kokobasil şeklinde olup yaşlanmayla birlikte çubuk şekline dönüşmektedirler. Psikrofil bakteri olmasına rağmen geniş bir sıcaklık aralığında gelişme gösterebilir. -2 °C 'de üreyebilen suşları vardır. Soğukta depolanan gıdalar *Y. enterocolitica* açısından potansiyel tehlike altındadır. Donmuş ve çözünmüş gıdalarda canlılığını yitirmezler. Pastörizasyon işlemine duyarlılardır. Düşük kalitedeki çiğ süttten elde edilen dondurmadaki yetersiz pastörizasyon işlemi sütte *Y. enterocolitica* çoğalmasına neden olur.

Ülkemizde, dondurmanın mikrobiyolojik kalitesi üzerine yapılan çalışmalarda, koliform grubu bakteriler sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Buna rağmen *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella*

ssp. nispeten daha az izole edilmiştir. Dondurmalarda insan sağlığı açısından büyük tehlike oluşturan koliform grubu bakterilerinden *E. coli* ve *Klebsiella pneumoniae*' da pek çok araştırmada yüksek oranlarda bulunmuştur. Yapılan bu araştırmalar, dondurma üretimi yapılan işletmelerde yetersiz hijyen uygulamalarının varlığı, kullanılan sütün yetersiz pastörizasyonu ve pastörizasyon sonrası tekrar bulaşmaların söz konusu olduğunu göstermektedir. Ayrıca ülkemizde sürekli olarak yaşanan elektrik kesintileri de soğuk zincirde kırılmalara neden olduğundan dondurmadaki mikrobiyolojik riski arttırmaktadır.

SATIŞ NOKTASINDA HİJYEN

Hijyen söz konusu olduğunda tüm aşamalardaki en zayıf halka son satış noktasıdır. Gerek sert gerekse yumuşak olanlarda büyük hacimdeki paketten dondurma külahı alınırken kepçe kullanılmakta ve bu işlem el ile yapılmaktadır. İşte bu aşamada personel hijyeni büyük önem taşımaktadır. Ellerin, elbiselerin temizliği kişisel davranışlar ve porsiyon dondurmaların (kap, külah, karton) dağıtılmasıyla ilgili olarak operatörler eğitilmelidir. Dondurmayla temas eden tüm alet ekipmanda dondurma bulaşığı olmamalıdır. Özellikle kepçeler sirküle soğuk içinde bekletilmeli sirkülasyonun sağlanamadığı koşullarda sık sık değiştirilmelidir. Yapılan bir çalışmada; her ikisi de kepçeyle servis edilen ve yaklaşık olarak 103-104 kob/ml bakteri içeren açılmış dondurmadaki bakteri içeriği açılmamış olandan 10 kat daha fazla mikroorganizma içermektedir.

Kaliteli bir dondurma üretimi için her bir üretim aşaması önem taşımakla birlikte aşağıda belirtilen noktalara daha fazla dikkat edilmesi gerekmektedir:

- Mikrobiyolojik kalitesi yüksek olan bileşenlerin kullanımı
- Isıl işlemin dikkatli uygulanması
- Pastörizasyon sonu kontaminasyondan kaçınılması
- Üretim, depolama, dağıtım ve son satış noktasına kadar olan tüm aşamalarda temizlik koşullarının sağlanması ve sürdürülmesi