

YOĞURDUN ÖYKÜSÜ

Yoğurdun geçmişine ilişkin bilgiler, ilk defa nerede ve kimler tarafından yapıldığını tam olarak açıklamamakta birlikte, yoğurdun çok eski dönemlerden (M.Ö. 5000 – 10000) beri bilindiğini göstermektedir.

Günümüzdeki yaygın olan görüşe göre, ilk defa Türk egemenliğinin ve kültürünün hakimiyeti altında olan bölgelerde (Orta Asya) üretilip tüketilen yoğurt, önce Balkanlar ve Ortadoğu'ya, oradan da Avrupa'ya yayılmıştır. Yoğurdun Amerika'ya geçişi ise birkaç yüzyıl sonra olmuştur. Kısaca belirtmek gerekirse yoğurt, Türklerin dünyaya armağan ettiği fermente bir süt ürünüdür. Adı (Yoğurt Sözcüğü) da Türkçedir.

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde sütün uygun mikroorganizmalar tarafından fermentasyonu ile pH değerinin koagülasyona (pıhtılaşmaya) yol açacak veya açmayacak şekilde düşürülmesi sonucu oluşan ve içermesi gereken mikroorganizmaları yeterli sayıda, ($> 10^7$ kob g^{-1}) ,canlı ve aktif olarak raf ömrü sonuna kadar bulunduran süt ürünleri fermente süt ürünü olarak tanımlanmaktadır. Fermente süt ürünlerinin en önemlisi olan yoğurdun tanımı ise, aynı tebliğde , fermentasyonda spesifik olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* (yoğurt bakterileri) kültürlerinin(yoğurt mayası) kullanıldığı fermente süt ürünü olarak yapılmaktadır.

Bu tanımları da dikkate alarak yoğurdu teknolojik olarak, bileşimce zenginleştirilmiş sütün yoğurt bakterileri tarafından fermente edilmesiyle elde edilen fermente bir süt ürünü olarak tanımlayabiliriz. Bu açıklamalardan da anlaşılacağı gibi yoğurdu yoğurt yapan esas olarak yoğurt bakterileridir. Çünkü, yoğurt sütüne, bu yoğurt bakterilerin dengeli (50:50) karışımını içeren starter kültür (yoğurt mayası) yeterli oranda (% 2-3) ilave edildiğinde, süt 42-45°C'lik bir ortamda 2,5 -3,5 saat içinde (inkübasyon) pıhtı haline dönüşmektedir. Gerçek yoğurt pıhtısı, gerçek yoğurt budur. Bu nedenle mikroorganizma içeriği belli olmayan mayaları (starter kültürler) kullanılarak elde edilen her pıhtı yoğurt pıhtısı, yoğurt olarak değerlendirilemez. Çünkü yoğurt laktik asit fermentasyonu ile üretilen bir süt ürünüdür. Bu yüzden maya-laktik asit fermentasyonu ile üretilen kefir ve kıymaz gibi fermente süt ürünlerinden farklı özelliklere sahiptir.

Modern yoğurt teknolojisinin başlangıcı, deri tulumlara konan sütün çevre sıcaklığında pıhtılaşarak yoğurt benzeri bir ürüne dönüştüğü yıllara kadar gider. Modern yoğurt teknolojisine geçilmeden önceki dönemlerde üretilen yoğurtlar, hayvan sağlığından, ilkel koşullarda yapılan sağimlardan, soğutma imkansızlıklarından ve farklı mikroorganizmalar içeren mayaların kullanılmasından ileri gelen olumsuzluklar nedeniyle homojen olmayan mikroorganizma içeriklerine sahipti. Bu nedenle, Yoğurtlar da mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikler yönünden farklılıklar gösteriyordu.

Günümüzde, evlerde yapılan yoğurtların büyük bir bölümü de aynı nedenlerden dolayı farklı özellikler göstermektedir. Ev yoğurtlarının önemli bir kısmı maya-laktik asit fermentasyonu sonucu oluşan pıhtılar olup, bunlarda yoğurt bakterilerine bile rastlanmamaktadır. Bu tip pıhtılarda laktik asit fermentasyonunun yanı sıra alkol fermentasyonu olma olasılığı da oldukça yüksektir. Bunlar da ev yoğurtlarının raf ömrünü kısaltan önemli faktörlerdir. Bu nedenle medyada sanayi yoğurdunu kötüleyen ve ille de ev yoğurdu diyenlerin öncelikle yoğurt teknolojisini her yönüyle daha dikkatli incelemeleri ve bu gerçekleri göz önüne almaları gerekir.

Yoğurt üzerinde ilk bilimsel çalışmaları yapan Rus bilim insanı Elie Metchnikoff (1845 – 1916), yoğurt bakterilerinin tanımlanması ve laktik asit bakterileri ile bağışıklık sistemi arasındaki ilişkinin anlaşılmasına yönelik çalışmaları ile 1908 yılında Nobel Ödülü kazanmıştır.

Bugün, fermente ürünlerin insan sağlığı üzerindeki olumlu etkilerinin daha iyi anlaşılması, yoğurdun beslenmedeki önemini ve popülaritesini arttırmış, üretim ve tüketimini yaygınlaştırmıştır. Ülkemizde de sofraların vazgeçilmezi olan yoğurt, geleneksel beslenme alışkanlıklarımızın önemli bir parçasını oluşturmaktadır.

Yoğurt, biyolojik yararlılığı yüksek besin öğeleri ile sütün tüm besleyici özelliklerini taşıması yanında, canlı mikrobiyel içeriği ile sağlıklı yaşama da önemli katkılar sağlamaktadır. Yoğurt, protein, yağ, kalsiyum, potasyum, vitamin (B₁, B₂, B₁₂ vb.) içeriği bakımından oldukça zengin bir süt ürünüdür. Ayrıca, yoğurta bulunan CLAC (konjuge linoleik asit) ve biyo aktif peptitler gibi metabolitlerin (yeni ürünlerin) beslenme ve sağlık (kardiyometabolik risk faktörleri üzerine yararlı etki, kemik mineralizasyonuna katkı vb.) üzerindeki olumlu etkileri de bilinmektedir. Bunlar yanında, diyet kalitesi yüksek, laktoz intoleransı olanlar için uygun bir süt ürünü olan yoğurdun immün (bağışıklık) sistemi güçlendirdiği, bağırsakta zararlı mikroorganizmaların gelişmesini sınırladığı (Yoğurdun *Salmonella*, *Shigella*, *Staphylococcus*, *E.coli*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Brucella* gibi bir çok mikroorganizmaya karşı inhibitör etki yaptığı gösterilmiştir.) , intestinal enfeksiyonlara karşı vücut direncini arttırdığı ve antikarsinojenik etki gösterdiği de ileri sürülmektedir. Bu özellikleri ile çok önemli bir süt ürünü olan yoğurdun, beslenme ve sağlık yönünden istenilen niteliklerde ve bize özgü, geleneksel sade yoğurt tipinde olabilmesi için tekniğine uygun olarak üretilmesi gerekir.

Yoğurt üretiminde kullanılacak çiğ sütün sağlıklı hayvanlardan elde edilmiş, mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri yönünden gıda kodeksine uygun olması gerekir. Süt antibiyotik, hidrojen peroksit ve vb. inhibitör maddeler ile nötrleyici (soda) maddeler içermemelidir. Bu nedenle, yoğurt üretimi yapan modern süt fabrikalarında çiğ sütlerde gerekli kalite kontrol analizleri yapılır. Yukarıda belirtilen nitelikleri taşıyan, yani yoğurt üretimine uygun olan sütler fabrikaya kabul edilir. Sokakta satılan sütler böyle bir kontrolden geçmediği için bu sütlerden yoğurt yapımında olumsuzluklar ortaya çıkabilir. Ham madde olarak kullanılacak sütün içindeki istenmeyen maddelerin (epitel hücreler, lökositler, kan vb.) ürüne işlenmeden önce temizlenmesi gerekir. Bunun için fabrikalarda santrifüj kuvveti etkisiyle temizlik yapan klarifikatör adı verilen aletler kullanılır. Evlerde böyle bir imkan olmadığı için tülbentle yapılan kaba süzme, bu temizlik işlemi için yeterli değildir. Bu nedenle evde yoğurt yapmak için sokak sütü yerine pastörize veya UHT (uzun ömürlü) süt kullanılması daha uygundur.

Yoğurt yapımında kullanılacak süt ne tip (çiğ, pastörize, UHT) olursa olsun önce yağsız süt kuru maddesinin arttırılması (standardizasyon) gerekir. Bu bize özgü geleneksel yoğurt yapımı için bir ön koşuldur. Önemli bir işlem basamağıdır. Bu aşamada istenirse yağ standardizasyonu da yapılabilir. Kısaca, su salmayan, belirli bir katılığı, kıvamı olan yoğurt yapmak için sütün yağsız kuru maddesi artırılır. Bunu gerçekleştirmek için % 8- 9 düzeyinde olan yağsız süt kuru maddesi %12,0 – 12,5'e kadar artırılır. Burada esas önemli olan protein oranındaki artıştır. Çünkü, sütün proteini beslenme yönünden değerli olduğu gibi, yoğurda istenilen katılığı, kıvamı sağlayan bir süt bileşeni olarak da önemlidir. Bu nedenle yoğurttaki oranının % 4'ün altına düşmemesi gerekir. Fermente süt ürünleri tebliğinde yoğurtta olması gereken protein oranının % 4'ten % 3'e indirilmesi hem yoğurt kalitesinin bozulmasına hem de hile yapılması için bir zemin oluşmasına neden olmuştur. Günümüzde, yoğurt üretimi yapan ve yasalara uygun, doğru dürüst çalışan fabrikalar % 4'ün altında protein içeren yoğurt yapmamaktadır. Çünkü % 3 protein içeren sütün istenilen nitelikte yoğurt olmamaktadır. Bu nedenle kuru madde artırımını yapmadan % 3 proteinli sütün yoğurt yapan kötü niyetli bazı işletmeler ortaya çıkacak olumsuzluğu gidermek için süte stabilizer (jelatin) ilave edebilmektedirler. Böyle bir durumda

hem hile yapılmış olmakta hem de tüketicinin yoğurttan aldığı protein % 25 oranında azalmaktadır. Bu yüzden tebliğdeki % 3 protein oranının tekrar % 4'de çıkarılması gerekmektedir. Bu yapıldığında Türklere özgü bir süt ürünü olan yoğurdun kalitesi korunacak, hile yapılması önlenecek ve tüketicilerin yoğurttan daha fazla (% 25) protein alması sağlanacaktır.

Fabrikalarda yoğurt üretilirken sütün yağsız kuru maddesi süte yağsız süt tozu ilave ederek, vakum altında sütün suyu buharlaştırılarak yada ultrafiltrasyon gibi yöntemler kullanılarak artırılır. Evde yoğurt yapılırken uygulanan kaynatma işlemi sırasında meydana gelen buharlaşma ile sütün kuru maddesi bir miktar artar. Bu artış çoğu zaman istenilen düzeyde olmadığı için evde yapılan yoğurtların su oranı daha yüksektir. Su oranının yüksek olması hem kıvamı olumsuz etkiler hem de yoğurdun raf ömrünü kısaltır.

Homojenize yoğurt üretiminde, standardize edilen süt homojenize edilerek(mekanik etki ile yağ küreciklerinin boyutları küçültülerek) kaymak oluşumu önlenir. Homojenizasyon lezzet ve kıvamı iyileştirmekte, serum ayrılmasını azaltmakta ve yoğurda daha beyaz bir görünüm kazandırmaktadır.

Yoğurt üretiminin en önemli aşamalarından birisi de ısı işlem uygulamasıdır. Bakteriyolojik yönden güvenilir, istenilen tekstürel özelliklere sahip, raf ömrü uzun bir yoğurt jeli (pıhtısı) oluşumu için süt uygun bir ısı işlemine tabi tutulmalıdır. Yoğurda işlenecek süte ısı işlem uygulaması, yoğurdun mikrobiyolojik, kimyasal, özellikle de fiziksel özelliklerinin belirlenmesi açısından son derece önemlidir. İçme sütü üretiminde süte uygulanan pastörizasyon ve UHT işlemleri yoğurt teknolojisinde yeterli olmamaktadır. Çünkü bu ısı işlemler, mikrobiyolojik yönden güvenilirliği sağlamalarına karşın, istenilen nitelikte (kıvamlı, su salmayan) bir yoğurt pıhtısının elde edilmesi için gerekli düzeyde serum proteini denatürasyonunu (yapının bozulması) sağlayamamaktadır.

Yoğurt üretiminde kıvamlı, su salmayan bir pıhtı elde edilebilmesi için serum proteinlerinin % 85 - 90'ının denatüre olarak kazeinle etkileşime girmesi gerekmektedir. Yoğurt üretiminde bunu sağlamak için süte 85 - 90 °C'de 20 -30 dakikalık bir ısı işlem uygulanır. Fabrikalarda bunu sağlayan sistemler mevcuttur. Isıl işlem uygulanarak 42-45°C'ye soğutulan süt, %2-3 oranında maya ilave edilerek mayalanır. İyice karıştırıldıktan sonra da yoğurt kaplarına doldurulur. Doldurulan yoğurt kapları 42-45°C sıcaklıktaki inkübasyon odalarına alınır. Bu odalarda mayalanmış sütler 2.5-3.5 saat içinde pıhtı yani yoğurt haline dönüşür. Ardından da yoğurt, bakteriyel gelişimi ve enzimatik aktiviteyi sınırlamak amacıyla hızlı bir şekilde 10°C'nin altına soğutulur ve tüketime hazır hale getirilir. İnkübasyon önemli bir işlem aşamasıdır. Çünkü, inkübasyon süresi içinde yoğurt kendine özgü karakteristik özellikleri(tat, aroma, tekstür vb.) kazanmaktadır. Bu aşamada yoğurt bakterileri laktozdan laktik asit oluşturarak, asitliğin artmasını ve pH değerinin 4.6-4.7 dolayına gelerek pıhtının oluşmasını sağlarlar. Ayrıca, bu aşamada asetaldehit, diasetil gibi yoğurdun tat ve aromasında etkili olan karbonil bileşikleri de oluşmaktadır.

Yoğurdun kalitesine ve raf ömrüne etki eden önemli faktörlerden birisi de kullanılan mayanın özelliğidir. Yoğurt mayası, esas olarak birbirleriyle ortak bir yaşam sürdüren iki yoğurt bakterisi içerir. Bu bakteriler sadece laktik asit oluşturmazlar, aynı zamanda yoğurdun tat ve aromasında etkili olan karbonil bileşiklerini de oluştururlar. Bu nedenle, sanayide kullanılan mayalar, çok titiz bir çalışma sonucu seçilen ve özellikleri bilinen yoğurt bakterilerinden oluşur. Ayrıca, sanayide her yoğurt üretiminde yeni maya kullanılır. Bu nedenle başka mikroorganizmalarla bulaşmış maya kullanımı söz konusu değildir. Kullanılan mayaların aktiviteleri de hızlı bozulmayı önleyecek düzeydedir. Bunlar yanında fabrikalarda yoğurt üretimi aseptik koşullarda iyi hijyen uygulamaları dikkate alınarak

yapılmaktadır. İŖte bütün bunlardan dolayı fabrikada yapılan yoğurtların raf ömrü evde yapılanlara göre daha uzundur. Yoğurt retiminde raf ömrünü uzatmak için antibiyotik gibi koruyucular kullanılmaz. Çünkü, antibiyotik yoğurt bakterilerinin çalışmasını önler ve yoğurt olmaz. Evde yoğurt yapımında fabrika koşulları sağlanamadığı ve mayalar istenilen nitelikte olmadığı için yapılan yoğurtlarda kısa sürede bozulabilmektedir. Burada, sağlıksız koşullarda üretim yapan bazı işletmelerin yoğurdun üzerinde maya ve küf oluşumunu önlemek amacı ile kullanımı yasak olan natamisin gibi koruyucuları kullanabildiğini belirtmek gerekir.

Yukarda açıklamaya çalıştığımız faktörler yanında, süte ilave edilen maya miktarı, mayalama sıcaklığı, mayalama süresi, mayalama sonu asitliği, soğutma süresi ve Ŗekilleri gibi çok sayıdaki parametre(değişken) de yoğurdun kalitesini ve raf ömrünü etkiler. İstenilen nitelikte bir yoğurt yapmak için bu parametrelerin uygun Ŗekilde optimize edilmesi gerekir. Buda süt teknolojilerinin, gıda mühendislerinin işidir.

Prof. Dr. Celalettin KOÇAK

A..Süt Teknolojisi Bölümü Em.ę. Üyesi

NİSSERT Sistem ve rn Belgelendirme Grup Başkanı