

Yoğurt Haline Gelen Sütün Niteliklerindeki Değişmeler

Şahsene ANAR*

Süt insanoğlu için eşi olmayan en mükemmel besin maddesidir. Çünkü süt başta vücudun beslenmesi için gerekli olan besin öğelerinin hemen hepsi olmak üzere hücre reaksiyonlarına dahil olan çeşitli enzim ve metabolitleri de içeren tek besindir^{1,2}.

Fermente süt ürünlerinden olan yoğurdun ilk kez nerede ve ne zaman yapıldığı bilinmemekle beraber, M.Ö. 5000 yılında keçinin ilk evcilleştirilen hayvan olduğu ve sütünün ılık ortamda bekletilmesiyle doğal olarak yoğurt şekillendiği tahmin edilmektedir³. Günümüzde bütün fermente süt ürünleri içinde en popülerleri olan yoğurt yauourt, katyk, madzoon, dahi, laber, raib, zabade, mast gibi isimler altında çeşitli yörelerde üretilmektedir^{4,5,6}.

T.S. 1330'a göre, yoğurt tercihen homojenize edilmiş sütlerin *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus bulgaricus*'un etkisiyle laktik asit fermentasyonu sonucunda elde edilen ve yoğurt kültürlerini canlı olarak ihtiva eden fermente bir süt ürünüdür⁷. Yoğurtta süt asidi bakterileri *Str. thermophilus* ve *L. bulgaricus*'un 1:1 oranında bulunması arzulanır. Mikroorganizmaların bu oranda bulunuşu ile fermentasyon çabuk, aroma en iyi düzeyde ve katılma mükemmel olur⁴.

Yoğurdun kimyasal bileşimi yapılmış olduğu sütün bileşimine ve laktik asit fermentasyonu sonucu süt bileşimlerinde oluşan değişikliklere bağlıdır⁹.

Yurdumuzda 1990 yılı verilerine göre yıllık pastörize süt üretimi 146.712, yoğurt üretimi ise 74.635 ton'dur⁸.

* Dr.; U.Ü. Vet. Fak. Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı,
Bursa

Yoğurdun bileşimi ortalama değerler halinde aşağıdaki tabloda gösterilmiştir⁴.

Tablo: I
Yoğurdun Bileşimi

Su	% 86.1
Kuru madde	% 13.9
Protein	% 4.8
Yağ	% 3.75
Karbonhidratlar	% 4.8
Mineral maddeler	% 0.85
Yağsız kuru madde	% 10.15

1- Süt Karbonhidratları:

Laktoz sütün başlıca karbonhidratı olup, eseri miktarda glüköz, galaktoz ile diğer karbonhidratlar da bulunur. Laktoz bir molekül glüköz ve bir molekül galaktozdan oluşur. Sütte % 4-6 arasında bulunan laktoz süt ve süt mamüllerinde besleyici unsurlar arasında önemli bir katkıya sahiptir^{11.12.13}. Gastrointestinal motiliteyi teşvik etmesi, vücutta Ca ve P'un daha iyi kullanımını sağlaması, sindirim sisteminde kokuşma yapan mikroorganizmaların üremesini engellemesi, enerji kaynağı (4 kcal/g.) olarak görev yapması, sinir doku gereksinimi için galaktozu sağlaması ve yağ kullanım değerini arttırması laktozun fonksiyonları arasındadır^{2.9.10.13}.

Yoğurttaki Laktoz:

Yoğurt üretimi sırasında laktoz % 20-30, bazen daha da azalır. Yoğurdun azalan laktoz içeriği yoğurt veya benzeri fermente ürünlerin laktaz enzimi yetersizliği bulunan kişiler tarafından tolere edilmesi için önemli bir faktördür. Zira laktaz enzimi (B-galaktosidaz) laktozu glüköz ve galaktoza ayırır. İnce barsaklarda laktaz enziminin yetersizliği doğumsal veya sonradan oluşan laktoz intoleransa neden olur^{5.9}.

Yapılan çalışmalar starter kullanarak hazırlanan yoğurdun önemli laktaz aktivitesine sahip olduğunu, en fazla aktivitenin taze hazırlanmış yoğurtlarda bulunduğunu göstermiştir^{9.12.13.14}.

2- Laktik Asit:

Taze süt önemsiz miktarda laktik asit içerir. Laktik asit laktozdan bakteriel metabolizma sonucu oluşur.

Yoğurt hazırlanması sırasında, laktik asit konsantrasyonu oldukça artar. Tatlı bir yoğurttaki asitlik % 0.85 - % 0.95, daha ekşi bir yoğurttaki ise % 0.95-% 1.20'ye ulaşır. Laktik asit, ürünün dayanıklı olmasını sağlar, yoğurda özgü lezzetin şekillenmesine yardımcı olur. Süt proteinlerinin sindirimini artırır, mide sekresyonu ile Ca, P ve Fe'in kullanımını artırır^{9,15}.

Laktik asit yoğurttaki L(+) laktik asit ve D(-) laktik asit olmak üzere iki optik izomer şeklinde bulunur^{4,9,15}. Yoğurt genellikle % 45-60 L (+) laktik asit ve % 40-55 D(-) laktik asit içerir. L(+): D(-) laktik asit oranı yoğurdun kalitesinin tayininde kullanılabilir¹⁵.

3- Süt Proteinleri:

Sütte bulunan proteinler mükemmel niteliklere sahiptir. Bunu belirlemek için sütte bulunan eksojen amino asitlerin miktarı Tablo II'de görülmektedir^{4,10}.

Tablo: II
Sütte Bulunan Eksojen Aminoasitlerin Miktarı

	Erişkin İnsanın Günlük İhtiyacı		1 lt. Sütteki Miktarı (g)
	Minimum	Normal	
İzoleucin	0.70	1.1	2.23
Leucin	1.10	2.2	3.41
Lizin	0.80	1.6	2.72
Methionin	1.10	2.2	0.86
Fenilalanin	1.10	2.2	1.70
Treonin	0.50	1.0	1.60
Tryptophane	0.25	0.5	0.49
Valin	0.80	1.6	2.40

Yoğurt Proteinini:

Süt proteinleri özellikle kazein kolay sindirilebilen bir proteindir. Yoğurt, peynir, ekşitilmiş süt gibi fermente ürünlerde protein daha kolay sindirilebilir^{9,13}. Yoğurt sütün uzun süre kaynatılarak konsantre edilmesi ve süt tozu ilavesi nedeni ile süttten daha fazla protein içerir. Gelişmiş ülkelerde protein açısından zenginleştirilmiş yoğurttan günde 200-250 ml. tüketilmesi ile günlük protein gereksinimi sağlanabilir³.

Asitlik artışının veya starter kültürün sütteki proteinin sindirilebilirliğinin üzerine etkisi şöyle açıklanabilir:

a) Laktik asit fermentasyonu kazeinin küçük partiküller halinde presipitasyonuna neden olur ve sindirim enzimlerinin etki yüzeyi artar.

b) Fermentasyon süresince yoğurtta bulunan starter mikroorganizmalar tarafından proteolizis meydana getirilir. Parçalanmanın kapsamı kullanılan bakteri türüne bağlıdır. Bu parçalanma sonucu bazı peptidler ve serbest amino asitler şekillenmektedir^{9,13,15,16}.

Tablo III'de koyun sütü ve keçi sütünden yapılan yoğurtlardaki proteinin biyolojik değeri ve amino asitlerin sindirilebilirliği gösterilmektedir⁹.

Tablo: III
Koyun ve Keçi Sütünden Yapılan Yoğurtlardaki
Proteinlerin Biyolojik Değeri ve Amino Asitlerin Sindirilebilirliği

Amino Asid	KOYUN SÜTÜ		KEÇİ SÜTÜ	
	Süt	Yoğurt	Süt	Yoğurt
Lysine	3.73	3.75	4.15	3.65
Histidine	0.84	0.90	0.92	0.95
Arginine	1.29	1.38	1.37	2.23
Aspartic acid	1.00	0.88	0.97	1.25
Threonine	0.76	1.23	0.72	1.67
Serine	0.90	0.77	1.07	0.80
Glutamic acid	3.20	2.69	1.47	3.50
Proline	0.10	0.48	0.27	1.88
Glycine	0.58	0.59	1.93	1.44
Alanine	0.99	0.95	1.84	2.01
Valine	1.67	2.89	1.67	2.86
Methionine	1.25	1.38	1.79	1.96
İsoleucine	1.93	1.40	2.07	2.07
Leucine	4.83	5.08	5.21	5.25
Tyrosine	2.33	2.73	3.06	3.75
Phenylalanine	2.13	2.47	3.17	3.67
Total	27.83	29.57	31.68	38.94
Proteinlerin biyolojik değeri	83.5	89.3	85.4	90.5

4- Süt Yağı:

Enerji kaynağı olarak hizmet etmesi, erime noktasının vücut sıcaklığının altında olması nedeniyle (31-36°C) yüksek sindirilme derecesine sahip olması, yağ metabolizması için önemli bir özellik olan kısa zincirli yağ asitlerinin bulunması (total yağ içeriğinde % 8-11 arasında), linoleik, arachidonik ve linolenik asit gibi doymamış yağ asitleri ihtiva etmesi (total yağ asitleri içeriğinde % 2-4 ora-

nında), vitamin A, B-Karoten, vitamin E, vitamin D ve vitamin K'ya, ayrıca lesitine sahip olması süt yağının fizyolojik değerini arttırmaktadır^{2,9,11,13}.

Yoğurttaki Süt Yağı:

Yoğurt yapımı sırasında uygulanan homojenizasyon işlemi yağ yüzeyi alanını arttırarak digestive enzimlerin faaliyetini arttırır. Yine yoğurt hazırlanması sırasında laktik kültürlerin lipolitik aktivitelerinden dolayı hafif bir yağ hidrolizi oluşur⁹.

Birtakım klinik gözlemler asitlendirilmiş süt ürünlerinin yağ metabolizması üzerinde yararlı etkisi olduğunu ve özellikle yoğurdun kolesterol düşürücü etkisini göstermiştir^{9,13,14}. Amerika'da yapılan bir araştırmada günlük 2 lt. yoğurt tüketen, buna ilaveten normal diyetle beslenen kişilerde kolesterol seviyesinde belirgin bir azalma gözlenmiştir. Kontrol olarak taze süt kullanıldığında kolesterol seviyesinde bir azalma gözlenmemiştir³.

5- Süt Vitaminleri:

Süt ve süt ürünleri riboflavin kaynağı olması yanında, önemli ölçüde vitamin B₁₂ ve günlük ihtiyacı karşılayacak şekilde thiamin, vitamin A, pantotenik asit ve vitamin B₆ kaynağıdır. Sütteki niacin tamamen kullanılabilir veya tryptophane amino asidinden sentezlenebilir. Süt vitamin D, vitamin E ve vitamin C açısından iyi bir kaynak değildir^{2,11}.

Yoğurt Vitaminleri:

Yoğurt üretimi sırasında yoğurt bakterilerinin biyolojik aktiviteleri ve uygulanan işlemler nedeniyle vitaminlerde değişiklikler olmaktadır. Aminoasit metabolizmasında önemli rol oynayan vitamin B₆, alyuvarların gelişiminde ve nukleoproteinlerin sentezinde önemli olan vitamin B₁₂'de % 50'nin üzerinde bir kayıp olur. Belirli aminoasitlerin, purin ve pirimidinlerin sentezinde rol oynayan folik asit ve kolinde artış olmaktadır. Vitamin C'de önemli bir kayıp olmasına karşın bu pratikte pek önemli değildir, zira bu vitamin sütte de çok azdır. Diğer vitaminlerde yoğurt üretimi esnasında çok küçük değişiklikler oluşur⁹.

Süt ve yoğurdun vitamin içeriği aşağıdaki tabloda verilmiştir¹⁵.

6- Sütün Mineral Maddeleri:

Sütün beslenmede önemli olan başlıca mineralleri Ca ve P'dur. Organizmanın Ca ve P ihtiyacı 1 lt. sütle karşılanabilir. Ca'un P'a oranı sütte organizmanın en iyi yararlanacağı düzeydedir. Laktoz ve vitamin D varlığında Ca ve P'un kullanımı önemli ölçüde artar. Yine Süt Fe ve genellikle I açısından fakirdir^{9,10,11}.

Tablo: IV
Süt ve Yoğurdun Tipik Vitamin İçeriği

Vitamin (Units/100 g.)	SÜT		YOĞURT	
	İtım	Kaymagı Alınmış	Fam Yağı	Düşük Yağı
Vitamin A (IU)	148	—	140	70
Thiamin (μ g)	37	40	30	42
Riboflavin (μ g)	180	180	190	200
Pyridoxine (μ g)	16	42		46
Cyanocobalamine (μ g)	0.59	0.4	—	0.23
Vitamin C (μ g)	1.5	1	—	0.7
Vitamin D (IU)	1.2	—	—	—
Vitamin E (IU)	0.13	—	—	İz
Folic acid (μ g)	0.25	—	—	4.1
Nicotinic acid (μ g)	480	—	—	125
Pantothenic acid (μ g)	371	376	—	381
Biotin (μ g)	3.4	1.6	1.2	2.6
Choline (mg)	12.1	4.8	—	0.6

Yoğurdun Mineral Maddeleri:

Yoğurt veya diğer fermente ürünlerin üretimi sırasında pratik olarak mineraller değişmeden kalır. Laktik asit fermentasyonu Ca, P ve Fe kullanımını olumlu yönde etkiler. Fermente ürünlerde laktik asidin dekalsifiye etkisi hakkındaki bazı raporların birtakım araştırmalarla yanlış olduğu ispatlanmıştır⁹.

100 g. yoğurtta Ca 120 mg, P 94 mg, Na 51 mg, K 143 mg'dır. Fe ise eseri miktardadır³.

KAYNAKLAR

1. DİNÇER, B.: Süt Bilimi ve Teknolojisi. B.Ü. Vet. Fak. Ders Notları (1982).
2. AKGÜN, S.: Süt ve Süt ürünlerinin Çocuk Beslenmesindeki Önemi. Gıda Bil. ve Tek. Derg. 2, 2 (1979).
3. KOSIKOWSKI, F.V.: Cheese and Fermented Milk Foods. 37-49, F.V. Kosikowski and Associate, Brooktondale, New York (1978).
4. İNAL, T.: Süt ve Süt Ürünleri Hijyen ve Teknolojisi, Final Ofset, İstanbul (1990).
5. ANONYMOUS: Production of Yogurt, Pasilac-Danish Trunkey Dairies Ltd. (1987).

6. TOPAL, Ş.: Yoğurdun Mikrobiyolojik Kontrollerinde Karşılaşılan Yanlıgılar ve Sorunlar, Gıda Tek. Derg. 16, 3, 173-182 (1991).
7. ANONYMOUS: T.S. 1130, Yoğurt Standardı, Resmi Gazete, Sayı 20416 (1990).
8. ANONYMOUS: SetBir. Süt ve Et Sanayicileri Birliğı, 3, 26 (1991).
9. RASIC, J. L.J. ve KURMANN, J.A.: Yoghurt, Dairy Publishing House, Syllingevej 39, Copenhagen, 99-140 (1978).
10. ÖZALP, E. ve KAYMAZ, Ş.: Süt Ürünleri ve Teknolojisi, A.Ü. Vet. Fak. 87/88, Ankara (1988).
11. HENDERSON, J.L.: The Fluid Milk Industry. The Avi Publishing Company, INC (1971).
12. POTTER, N.N.: Food Science, Avi Publishing Company, INC, Westport, Connecticut, 354-374 (1984).
13. OYSUN, G.: Süt ve Süt Ürünlerinin Diyetetik ve Terapötik Özellikleri. Gıda Tek. Derg., 15, 5, 299-304 (1990).
14. FULLER, R.: Probiotics in Man and Animals. Journal of Applied Bacteriology, 66, 365-378 (1989).
15. TAMIME, A.Y. ve ROBINSON, K.: Yoghurt Science and Technology, Pergamon Press, Oxford (1983).
16. ÖMEROĞLU, S.: Yoğurdun İnsan Beslenmesindeki Önemi ve Teknolojisi, Tarım Derg., 5-13 (1991).