

YOĞURT ÜRETİMİ SIRASINDA OLUŞAN FİZİKSEL, KİMYASAL VE BİYOKİMYASAL OLAYLAR

Salih ÖZDEMİR (1)

Ali Erbili BODUR (1)

ÖZET : *Sütün yoğurda dönüşümü sırasında birçok fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal değişiklikler meydana gelmektedir. Bu değişiklikler, süte uygulanan ısıtma ve homojenizasyon gibi fiziki işlemlerin yanı sıra, yoğurt bakterileri olan Streptococcus thermophilus ve Lactobacillus bulgaricus'un laktoz, protein ve yağ gibi besin maddelerini fermente etmeleri ile de oluşmaktadır. Bu makalede yoğurt imalatı esnasında meydana gelen olaylar, karbonhidrat metabolizması, proteolisis, lipolisis ve tat ve çeşni maddelerinin oluşumu olmak üzere 4 ana başlık altında toplanmıştır.*

GİRİŞ

Sütün asitliğinin yükseltilmesi, sütü muhafaza etmek ve duyuşsal özelliklerini geliştirmek için uygulanan en eski, metotlardan birisidir. Bu metotla kefir, kırmız, asidofilus'lu süt, yoğurt ve bunun gibi değişik bir çok süt mamülü üretilmektedir. Yoğurt ilk önce Türkler tarafından yapılmış ve insanlığın hizmetine sunulmuş fermente süt mamülüdür (Tamime ve Deeth, 1980). Yoğurt, dünyada insanların beslenmesinde önemli rol oynamaktadır. Özellikle son yıllara doğru yoğurt tüketimi Avrupa ülkelerinde ve dünyanın diğer bölgelerinde hızla artmaktadır. Bundan dolayı, günümüzde yoğurdun imalat teknikleri, besin değeri, mikrobiyolojisi ve biyokimyası üzerinde yoğun araştırmalar yapılmaktadır. Yoğurtta meydana gelen fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal olayların tam olarak açıklanması ile, yoğurt teknolojisi daha da hızlı gelişebilecek ve yoğurtta görülebilen hatalar daha kolay telafi edilebilecektir.

1. Karbonhidrat Metabolizması

Mikroorganizmalar, hayatiyetlerini devam ettirebilmeleri için enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Bu enerji, gıdalarda değişik kaynaklardan karşılanabilmektedir. Süt laktozu bu gaye için kullanılan karbonhidrat kaynağıdır. Laktozun fermentasyonunda ilk safha, laktozun yoğurt bakterilerinin (*Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus*

(1) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, Erzurum.

bulgaricus) hücre içerisine taşınmasıdır. Bu taşınma mekanizmasında katalizör olarak fosfotransferaz enziminin görev aldığı belirlenmiştir. Daha sonra bakteri hücresi içindeki laktoz, b-D-galaktosidaz enzimi ile glikoz ve galaktoza parçalanmaktadır (Kilara ve Shahani, 1974). b-D-fosfogalaktosidaz enzimi ise, *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* bakterilerinde mevcut olan laktoz fosfattan glikoz ve galaktoz-6-fosfat meydana getirmektedir (Permi ve ark., 1972). Oluşan glikoz Embden Meyerhof glikolitik reaksiyon zincirine girerek önce pürüvik aside, pürüvik asitte laktat dehidrogenaz enzimi yardımıyla laktik aside dönüşmektedir (Tamime ve Deeth, 1980). Yoğurt starter bakterileri tarafından glikozun metabolize olma prosesi tam olarak izah edilmekle birlikte, galaktoz metabolizması henüz gerektiği şekilde açıklığa kavuşturulamamıştır. Bazı araştırmacılar (Goodenough ve Kleyn, 1976) ise, ortamda glikoz gibi fermente olabilir bir şekerin var olması durumunda, galaktozun fermente olmadığını ve yoğurt içerisinde biriktiğini ileri sürmüşlerdir. Bazı yoğurt starter kültürleri fermantasyon esnasında yoğurt içerisinde yapışkan özellikte bir polisakkarit oluşturmaktadır. Bu polisakkarit yoğurdun viskozitesini artırmaktadır. Hollanda'da bu özelliği taşıyan ve pratikte RR diye adlandırılan bir starter kültür geliştirilmiştir. Bu yapışkan özellikteki polisakkaritin yapısının bir glukun, muhtemelen dekstran olduğu ve a-1.6-glikosidik bağlarla bağlandığı bildirilmektedir (Sharpe ve ark., 1972).

Yoğurtta laktik asit üretimi çok önemli bir biyokimyasal olaydır. Yoğurt bakterileri tarafından üretilen laktik asit, kazein misellerinin stabilitesini bozarak koagüle olmasına ve yoğurt pıhtısının oluşmasına neden olmaktadır. Ayrıca, laktik asit yoğurda, tipik aromatik bir çeşni kazandırmaktadır. Yoğurtta laktik asit D (-), L (+) ve DL (\pm) olmak üzere 3 formda bulunabilmektedir. *S. thermophilus* L (+) laktik asit üretirken, *L. bulgaricus* D (-) ve DL (\pm) laktik asit üretmektedir (Garvie, 1978).

Yoğurt imalatı esnasında L (+) laktik asidin üretimi, D (-) laktik asit üretiminden daha hızlı olmaktadır. Yoğurtta genellikle L (+) laktik asidin oranı % 45-60 arasında, D (-) laktik asidin oranı da % 40-55 arasında değişmektedir. L (+) ve D (-) laktik asidin yoğurttaki oranına inkübasyon sıcaklığı ve süresi, kullanılan starter kültürde *S. thermophilus* 'un *L. bulgaricus* 'a oranı, yoğurdun muhafaza şartları, muhafaza süresi ve üretilen laktik asidin miktarı tesir etmektedir (Tamime ve Deeth, 1980).

Yoğurtta meydana gelen laktik asidin miktarı, yoğurdun yapısına da tesir etmektedir. Yoğurdun pH'sı 4'ten düşük olduğu zaman, pıhtıda büzülme ve serum ayrılması görülmektedir. Proteinlerin su tutma kapasitesi 4.0-4.6 pH'lar arasında en yüksek düzeye çıktığından, yoğurdun pH'sı bu sınırlar içerisinde olacak şekilde laktik

asit üretiminin ayarlanması gerekmektedir (Atamer ve ark., 1986).

2. Proteolisis

Yoğurt yapımında, süte katılan *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* 'un gerçekte proteolitik özelliklerinin düşük olmasına karşın fermente ürün olan yoğurta önemli derecede proteolitik etki göstermektedirler. Yoğurta proteinlerin parçalanması ile birlikte, serbest azot miktarı % 50 oranında artarak toplam azotun % 8'ine ulaşmaktadır. *L. bulgaricus*, *S. thermophilus* 'a göre daha fazla proteolitik etkiye sahiptir (D' yachenko ve Shidlovskaya, 1970). Bu nedenle, yoğurt starterinde bulunan *L. bulgaricus* sayısının *S. thermophilus* sayısına oranı yoğurta proteinlerin parçalanma derecesi üzerine etki etmektedir. Nitekim *L. bulgaricus* 'un *S. thermophilus* 'a oranı 1:1 olduğunda yoğurdun 100 g'ında 70 mg 1:2 olduğunda 41 mg ve 2:1 olduğundan da 50 mg serbest amino asit oluştuğu belirlenmiştir (Luca, 1972; Luca, 1974). Ayrıca, yoğurt imalatı esnasında süte bulaşan *Pseudomonas* ve *Flavobacter* cinsi içinde yer alan bazı bakteri türlerinin de yoğurta proteolisisin yüksek oranda olmasına ve bazı istenmeyen aroma bozukluğuna neden olduğu bildirilmektedir (Tamime ve Deeth, 1980).

Yoğurda işlenecek süte uygulanan ısı işlem kazein misellerini parçalayarak yüzey alanını artırmaktadır. Nitekim, yağsız çiğ sütteki kazein misellerinin, yoğurt yapmak amacıyla 90 °C'ye ısıtılmış süttten 2 misline yakın kalınlıkta olduğu elektromikroskopik çalışmalar ile saptanmıştır. Süte uygulanan sıcaklık derecesinin 75 °C'den daha düşük olması durumunda ise, kazein misel çapının çiğ süte nazaran büyük değişme göstermediği ve büyük çaplı protein moleküllerine bağlı olarak elde edilen yoğurdun yumuşak olduğu saptanmıştır (Kalab ve ark., 1976).

Yoğurt imalatında, süte uygulanan sıcaklık derecesi kazeinle birlikte peyniraltı suyu proteinlerinin (laktoalbumin ve laktoglobulin) yapısında da değişikliklere neden olmaktadır. Süte uygulanan sıcaklık derecesinin peyniraltı suyu proteinleri üzerine olan etkisi Tablo 1'de özetlenmiştir (McKenzie, 1971).

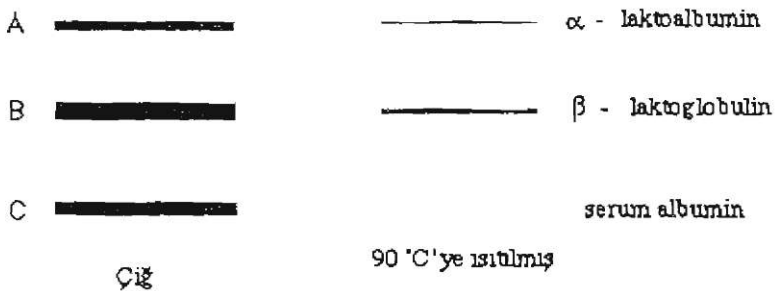
Tablo 1. Değişik Sıcaklık Uygulamalarında Peyniraltı Suyu Proteinlerinin Denatürasyon Dereceleri (%).

Table 1. The Denaturation Degree (%) of Whey Proteins of Different Heat Treatments.

Peyniraltı suyu proteinleri	80 °C'de 30 dak.	90 °C'de 30 dak.
İmmüoglobulinler	100	100
b-laktoglobulin	>90	100
a-laktoalbumin	60	90-100

Farklı ısıtma uygulamalarında peyniraltı suyu proteinlerinin % 60-100'ü denatüre olmaktadır. Yoğurttan en iyi pıhtı sıklığının peyniraltı suyu proteinlerinin % 80-85 oranında denatürasyona uğradığı zaman elde edildiği bildirilmektedir (Rasij ve Kurmann, 1978). Yoğurttaki pıhtı sıklığına ve pıhtının su tutma kapasitesine peyniraltı suyu proteinlerinin denatürasyon oranının yanısıra b-laktoglobulin ile k-kazein arasındaki interaksyonun da etkili olduğu ifade edilmektedir (Mc Kenzie, 1967). Bu interaksyonun 85 °C sıcaklığa kadar arttığı, daha yüksek sıcaklıklarda ise azaldığı belirlenmiştir. b-laktoglobulin ile k-kazein arasındaki interaksyonun disülfid bağları ile oluştuğu saptanmıştır. Stabil bir yoğurt pıhtısı oluşumunda bu kompleksin oluşması gerekmektedir (Tamime ve Deeth, 1980). Isıtılmış süttan elde edilen pıhtının, çiğ süttan elde edilen pıhtıdan daha sıkı olduğu Kalab ve ark. (1976) tarafından da tesbit edilmiştir. Labropoulos ve ark. (1981) 82 °C'de 30 dakika ısıtılmış süttan elde edilen yoğurdun fiziksel özelliklerinin, 149 °C'de 3.3 saniye ısıtılmış süttan yapılan yoğurttan daha iyi olduğunu saptamışlardır. Bu durum Estelle ve ark. (1986) tarafından da belirlenmiştir. Denatüre olmamış peyniraltı suyu proteinleri k-kazein ile kompleks teşekkül ettirmemekte ve bu nedenle pıhtı oluşmamaktadır (Tamime ve Robinson, 1988).

Kalab ve ark. (1976) yoğsuz çiğ süt ve 90 °C'ye ısıtılmış süttan yaptıkları yoğurdu santrifüjlemişler ve elde ettikleri süpernatantı nişasta jel elektroforezi yardımıyla protein fraksiyonlarına ayırmışlardır. Çiğ süttan yapılan yoğurt süpernatantında a-laktoalbumin, b-laktoglobulin ve serum albumin fazları belirgin olarak görüldüğü halde, 90 °C'ye ısıtılmış süttan yapılan yoğurttan bu proteinlerin yoğurt pıhtısında kaldığı, bundan dolayı süpernatantta belirgin bantlar vermediği belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Çiğ ve 90 °C'ye ısıtılmış süttan yapılan yoğurt süpernatantının jel elektroforezindeki protein bantlarının şematik görünüşü.

Figure 1. Strach gel electrophoresis of yoghurt supernatants made from un heated and heated milk (90°C for 10 mm).

Bu nedenlerden dolayı sütün ısıtılması işlemi yoğurt imalatında mecburi bir işlemdir. Isıl işlem yoğurtta tat ve çeşni maddelerinin oluşmasında ve minerallerin iyonik dengesinin değişmesinde de rol oynamaktadır. Süt içindeki minerallerin iyonik dengelerinin değişmesi, yoğurtta pıhtılaşma zamanını kısaltmaktadır (Tamime ve Robinson, 1988).

Denatüre peyniraltı suyu protein miktarı ve kazein-peyniraltısu protein kompleksinin oranı yoğurt yapılacak sütün bileşimine de bağlıdır. Eğer süt ısıtılarak suyu uçurulmuş ise, yoğurt viskozitesindeki artış, proteinler arasındaki interaksyona bağlıdır (Bebby ve ark., 1971). Süt içerisine süttozu katıldığında; üretilen yoğurdun vizkozitesine protein interaksyonu yanı sıra, yoğurdun kurumadde miktarı da etki etmektedir. Değişik hayvan sütleri ve sütün kurumadde miktarı, ısıtma esnasında proteinlerin denatürasyon derecesine tesir etmektedir. Sütün kurumadde oranının yüksek olması, proteinlerin ısıya karşı dayanıklı olmasına yol açmaktadır. 80 °C'de 10 dakika ısıtmanın inek, koyun ve keçi sütlerinin protein fraksiyonunda meydana getirdiği % artışlar ve azalmalar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. 80 °C'de 10 Dakika Isıtılmış İnek, Koyun ve Keçi Sütlerinin Protein Fraksiyonlarında Meydana Gelen % Değişiklikler.

Table 2. Percentage Change in Nitrogenous Fractions of Milk From Cows, Goats and Sheep After Heating at 80 °C/10 min.

Protein	İnek Sütü	Keçi Sütü	Koyun Sütü
Kazein + 15.0	+ 24.4	+ 26.4	
Kazein olmayan protein	- 45.6	- 35.9	- 68.1
Suda eriyen protein	- 62.4	- 58.1	- 79.4
b-laktoglobulin	- 59.6	-	- 74.3
Protein olmayan N'lu madde	0.0	+ 4.8	+ 15.0

Tablo 2'den 80 °C'de 10 dakika ısıtılan tüm sütlerde kazein miktarının, keçi ve koyun sütünde de protein olmayan azotlu madde miktarının arttığı görülebilmektedir.

Ayrıca sütün homojenizasyonu; süte katılan süttozu gibi büyük partikülleri parçalamakla birlikte, kazein misellerini de parçalamaktadır. Homojenize süttten yapılan yoğurtlarda kazein misellerinin su tutma kapasitesi artmaktadır. Homojenize edilmiş süttten yapılan yoğurdun viskozitesinin homojenize edilmemiş süttten yapılan yoğurtlardan 2 kat daha yüksek olduğu saptanmıştır (Tamime ve Deeth, 1980).

3. Lipolisis

Yoğurta yağ metabolizması çok küçük düzeyde olmasına rağmen, yoğurdun tadında önemli değişikliklere neden olmaktadır. Yoğurdun muhafazası esnasında yağ ve yağ asitleri miktarındaki değişiklikler Tablo 3'te görülebilmektedir.

Tablo 3. Yoğurdun Muhafazası Esnasında Yoğurta Yağ ve Yağ Asitleri Miktarlarının Değişimi.
Table 3. Fat and Free Acid Contents of Yoghurt During Storage.

Yağ	Muhafaza Süresi (Gün)		
	2	6	21
Sütyağı (%)	4.05	3.96	3.91
Serbest yağ asitleri (meq NaOH/100 g)	200	220	260

Tablo 3'ten yoğurdun muhafaza süresinin uzaması ile birlikte yağ miktarının azaldığı, buna karşılık serbest yağ asitleri miktarının arttığı görülebilmektedir.

Sütün homojenizasyonu süt yağının parçalanmasını ve serbest yağ asitleri oluşumunu hızlandırmaktadır. Bu lipolisis olayını yoğurt yapımında kullanılan starter kültürlerin ürettikleri enzimler gerçekleştirmektedir. Laktik asit bakterilerinin birçoğu laktik asit yanında serbest yağ asitleri de üretmektedir. Yoğurt yapımında starter kültür olarak kullanılan *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* 'un her ikisinde lipolitik aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Yoğurt starterlerindeki lipolitik enzimler hücre içi enzimlerdir. Yoğurdun yapımı ve depolanması esnasında serbest yağ asitlerinin arttığı bildirilmektedir. Bu mikroorganizmalardan *L. bulgaricus* 'un *S. thermophilus* 'tan daha fazla miktarda serbest yağ asidi ürettiği tesbit edilmiştir. Bu nedenle, yoğurt starterinde yer alan bakteri kültürlerinin birbirine oranı, o yoğurttaki yağ asitleri miktarına tesir etmektedir. Yoğurta *S. thermophilus* sayısının *L. bulgaricus* sayısına oranı 1:1 olduğunda, 1 kg yoğurta 7.2-7.55 meq serbest yağ asidi oluşacağı belirlenmiştir (Tamime ve Deeth, 1980). Atamer ve ark. (1986) ise, süte uygulanan sıcaklığın seviyesi ve süresi arttığında, yapılan yoğurta serbest yağ asitleri miktarının arttığını belirlemişlerdir. Genellikle yoğurta 2, 3 ve 4 karbonlu yağ asitlerinin fazla miktarda, 6, 8 ve 10 karbonlu yağ asitlerinin de az miktarda olduğu tesbit edilmiştir (Tamime ve Deeth, 1980). Ayrıca yoğurdun depolanması esnasında serbest yağ asitleri miktarında artış belirlenmiştir (Atamer ve ark., 1986).

Bu durumda yoğurta düşük seviyede lipolisis olmasına karşılık, yoğurta bulunan serbest yağ asit muhtevasının çoğu yağın dışındaki maddelerden,

muhtemelen amino asitlerden teşekkül etmektedir (Tamime ve Deeth, 1980).

4. Yoğurтта Tat ve Çeşni Maddelerinin Oluşumu

Yoğurda katılan starter kültürler laktik asit üretimi ile birlikte yoğurda istenilen tadı veren maddeleride üretmektedir. Yoğurтта tat ve çeşni veren maddeler, karbonilli bileşikler, asetaldehit, aseton, asetoin, diasetil, serbest yağ asitleri ve amino asitler olup, bu maddeler laktoz, protein ve yağların parçalanması ile meydana gelmektedir. Yoğurdun tadına en fazla etki eden madde asetaldehit olarak bildirilmektedir. 1 kg yoğurтта 20-30 mg asetaldehit bulunması o yoğurda istenen tat ve çeşniyi verebilmektedir. Bulgaristan'da yapılan bir araştırmada (Gyosheva, 1982) yoğurdun asetaldehit miktarının 31.27 mg/kg ile 76.47 mg/kg arasında olduğu belirlenmiştir. Aynı araştırmada, yoğurтта serbest yağ asitlerinden en fazla asetik asit bulunduğu tesbit edilmiştir. Ülkemizde yapılan araştırmalarda ise, Yaygın (1981) yoğurтта asetaldehit miktarının 4-26 mg/kg arasında, Atamer ve ark. (1986) da bu madde miktarının 8.3-15.7 mg/kg arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Yoğurтта tat ve çeşni maddeleri *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* 'un birlikte faaliyeti sonucu artmaktadır. Bu mikroorganizmalardan *L. bulgaricus* 'un daha fazla asetaldehit ürettiği belirlenmiştir (Hamdan ve ark., 1971). Ancak, *S. thermophilus* 'un *L. bulgaricus* 'tan daha yüksek miktarda asetaldehit ürettiği bildirilmiştir. Atamer ve ark. (1986) yoğurтта asetaldehit miktarının inkübasyonun ilk 24 saatinde arttığını, daha sonraki muhafaza periyotlarında ise azaldığını belirlemişlerdir. Yoğurтта asetaldehitin laktoz, valin amino asidi, asetil fosfatın metabolizması, pürüvik asidin dekarboksilasyonu ve tronin ve glisin aminoasitlerin parçalanması sonucu oluştuğu belirlenmiştir. Lees ve Jago (1976 a, 1976 b ve 1977) yoğurt starter bakterilerinin ürettiği aldehit dehidrogenaz enzimi yardımı ile glikozdan asetaldehit ve alkoldehidrogenaz enzimiyle de glikozdan etilalkol meydana geldiğini bildirmişlerdir. Asetaldehit oluşumunda diğer yol ise deoksiriboaldoz enzimi yardımıyla DNA ve tıymidin, asetaldehide parçalanmasıdır. Aldehit dehidrogenaz, fosfotransasetalaz ve asetat kinaz enzimleri; asetil CoA'nın asetaldehit, asetil fosfat ve asetat'a dönüşmesini katalize eden enzimler olup, bu enzimler laktik asit bakterileri tarafından üretilmektedir. Pentoz fosfat reaksiyon zinciri ile riboz-5-fosfat gliseraldehit -3 fosfat'a dönüşmektedir. Asetaldehitin oluşum mekanizmasının bazı reaksiyon safhaları belirlendiği halde, bir kısmı halen bilinmemektedir. Yoğurтта asetaldehit dışındaki diğer tat ve çeşni maddelerinin oluşum mekanizmaları üzerinde çalışmalar devam etmektedir.

KAYNAKLAR

- Atamer, M., A. Yetişmeyen ve O. Alpar, 1986. Farklı ısı uygulamalarının inek sütlerinden üretilen yoğurtların bazı özellikleri üzerine etkisi. *Gıda* 11 (1): 22-28.
- Bebby, R., R.D.Hill and N.S.Snow, 1971. *Milk Proteins. II. Vol. London*, p. 544.
- D' yachenko, P. F.and V.P. Shidlovskaya, 1970. Proteolytic activity of lactic acid bacteria. *Dairy Sci. Abs.*, 33: 56.
- Estelle, M.P.C., Y.Kakuda., K.Myllen, D.R. Arnott and J.M. de Man, 1986. Physical properties of yoğurt. A. Comparison of vat versus continuous heating systems of milk. *J. Dairy Sci.*, 69: 2593-2603.
- Garvie, E.I., 1978. Lactate dehydrogenases of *Streptococcus thermophilus*. *J.Dairy Res.*, 45: 515-518.
- Goodenough, E.R. and D.H. Kleyn, 1976. Influence of viable yoğurt microflora on digestion of lactose by the rat. *J.Dairy Sci.*, 59 (4): 601-606.
- Gyosheva, H., 1982. Compounds forming the aroma complex of Bulgarian sour milk. *Milchwissenschaft*, 37 (5): 267-269.
- Hamdan, I. Y., J.E. Kursman and J.R. Deane, 1971. Acetaldehyde production by combined yoghurt cultures. *J.Dairy Sci.*, 54 (7): 1080-1082.
- Kalab, M., D.B.Emmons and A.G., Sargant, 1976. Milk gel structure V. Microstructure of yoghurt as related to the heating of milk. *Milchwissenschaft*, 37 (7): 402-408.
- Kilara, A. and K.M. Shahani, 1974. b-galaktosidase activity of cultured and acidified dairy products. *J.Dairy Sci.*, 57: 592-598.
- Labropoulos, A.E., A.Lopez and J.K. Palmer, 1981. Apparent viscosity of milk and cultured yogurt thermally treated by UHT and vat systems. *J.Food Protech.*, 44 : 874-876.
- Lees, G.S. and G.R. Jago, 1976 a. Acetaldehyde : An intermediate in the formation of ethanol from glucose by lactic acid bacteria. *J.Dairy Research*, 43: 63-73.
- Lees, G.J. and G.R. Jago, 1976 b. Formation of acetaldehyde from threonine by lactic acid bacteria. *J.Dairy Res.*, 43: 75-83.
- Lees, G.J. and G.R.Jago, 1977. Formation of acetaldehyde from 2-deoxy-D-ribose-5-phosphate in lactic acid bacteria *J.Dairy Res.*, 44: 139-144.
- Luca, C., 1972. Hidrolysis of whey proteins by lactic acid bacteria during yoghurt manufacture. *Dairy Sci. Abs.*, 34: 827.

- Luca, C., 1974. Improvement of yoghurt quality. Lactic acid bacteria and proteolysis of nitrogenous compounds. Dairy Sci. Abs., 36: 633.
- McKenzie, H.A., 1967. Milk proteins. In advance in protein chemistry. 22. C.B. Academic Press, New York.
- McKenzie, H.A., 1971. Milk proteins. Academic Press Inc. 2, p 257-330, London.
- Permi, L., W.E. Sandine and P.R. Elliker, 1972. Lactose-hydrolysing enzymes of Lactobacillus species. App. Microbiol., 24 (1): 51-57.
- Rasij, J. and Kurmann, J. 1978. Yoghurt. Scientific Grounds. Technology, Manufacture and preparation. Tech. Dairy Publ., p.56, Denmark.
- Sharpe, M.E., E.I. Garvie and R.H. Tilbury, 1972. Some slime forming heterofermentative species of the genus Lactobacillus. App. Microbiol., 23 (2): 389-397.
- Tamime, A. Y. and H.C. Deeth, 1980. Yoghurt: Technology and Biochemistry. J. Food Protech., 43 (12): 939-977.
- Tamime, A.Y. and R.K. Robinson, 1988. Fermented milks and their future trends. Part II. Technological Aspects. J.Dairy Res., 55: 281-307.
- Yaygın, H. 1981. İnek, Koyun, Keçi ve Manda Sütlerinden Yapılan Yoğurtlarda Asetaldehit ve Diğer uçucu Aroma Maddeleri Miktarı Üzerinde Bir Araştırma. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları. s 44, İzmir.