

FARKLI YÖNTEMLERLE KURUMADDESİ ARTIRILAN SÜTLERDEN ÜRETİLEN YOĞURTLARIN ÖZELLİKLERİ

PROPERTIES OF YOGHURTS WERE MANUFACTURED FROM MILK WHICH FORTIFIED BY DIFFERENT METHODS

Mehmet GÜVEN, O. Berkay KARACA

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana

ÖZET: Türkiye'de yoğurt üretiminde sütte kurumadde artırımı değişik yöntemlerle yapılmaktadır. Bu yöntemleri karşılaştırmak amacıyla dokuz farklı yöntemle kurumadde artırılan sütlerden yoğurt üretilmiştir (A: Evaporasyon, B: %3 yağsız sütte, C: %3 peyniraltısuyu tozu, D: %3 yayıkaltı tozu, E: %2 yağsız sütte +%1 peyniraltısuyu tozu, F: %2 yağsız sütte +%1 yayıkaltı tozu, G: %1 yağsız sütte +%2 peyniraltısuyu tozu, H: %1 yağsız sütte +%2 yayıkaltı tozu, I: %1 sütte +%1 peyniraltısuyu tozu +%1 yayıkaltı tozu).

Farklı oranlarda kurumadde artırımının incelenen fiziksel kimyasal özelliklerden konsistens ve serum ayrılması değerleri üzerine önemli düzeyde etkili olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). Kullanılan farklı yöntemlerin yoğurtların duyu özelliklerini önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir ($p < 0.01$). Depolama süresinin etkisinin de yoğurtların pH, konsistens, serum ayrılması ve asetaldehit değerleri üzerinde $p < 0.05$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır.

ABSTRACT: In Turkey, various methods are used for the fortification of milk in yoghurt production. In this research to compare these methods, yoghurts were manufactured from milk which fortified by different methods (A: evaporation, B: by the addition of 3% milk powder, C: by the addition of 3% whey powder, E: by the addition of 2% milk powder+1% whey powder, F: by the addition of 2% milk powder+1% buttermilk powder, G: by the addition of 1% milk powder +2% whey powder, H: by the addition of 1% milk powder +2% buttermilk powder, I: by the addition of 1% milk powder+ 1% whey powder + 1% buttermilk powder).

Statistical analysis showed that the effect of increasing the level of total solids on consistence and syneresis of yoghurts was found to be significant ($p < 0.05$). It was determined that using of the different methods effected significantly the organoleptical qualities of yoghurts ($p < 0.01$). Effect of storage on pH values, consistence, syneresis and acetaldehyde contents of yoghurts were also significant ($p < 0.05$).

GİRİŞ

Yoğurtta kalite kriterleri olan konsistens ve viskoziteyi artırmak, serum ayrılmasını azaltmak ve ayrıca TS 1330 Yoğurt Standardı'na uygun üretim gerçekleştirebilmek için yoğurt sütünün kurumadde miktarının yükseltilmesi gerekmektedir. Kurumadde yükseltilmeyen sütlerden üretilen yoğurtlar su salmakta, yapıları düzgün olmamaktadır. Kurumadde artırımının temel amacı sütün protein içeriğini yükseltmektir. Proteinler su bağlama ve tampon özellikleri ile yoğurdun pıhtı stabilitesini ve dayanımını olumlu yönden etkilemektedirler (ATAMER ve YETİŞMEYEN, 1987).

Yoğurt üretiminde, sütteki serum proteinlerinin belirli oranlarda denatürasyonu ile yapı ve konsistens düzeltilmektedir. Bu denatürasyon ise, sütün yüksek sıcaklıklarda uzun süre tutulması ile olmaktadır. GRIGOROV (1966), yoğurtta en iyi konsistensin serum proteinlerinin %80-85'inin denatürasyonu ile sağlandığını belirtmektedir. Sütün kurumadde miktarının artırılarak, %14'ün üzerine çıkarılması durumunda, daha düşük oranda serum proteini denatürasyonu istenen amacı sağlayabilmektedir (KONAR, 1995). Yoğurtta en iyi yapı ve asetaldehit içeriğinin, sütün 85°C'de 10 dakika tutulmasıyla elde edildiği belirtilmektedir (ATAMER ve ark., 1986).

Ülkemizde, yoğurt sütünün kurumadde miktarının artırılmasında yaygın olarak kullanılan yöntemler; kaynatma, sütte ilavesi ve evaporasyon teknikleridir. Kurumadde artırımında kullanılan sütte, yağsız püskürtme yöntemiyle kurutulmuş ve yüksek erime oranına sahip olmaları koşuluyla, %1-5 oranlarında katılabilmektedir (GÖNÇ, 1986). Aşırı sütte kullanımı, yoğurtlarda olumsuz yapı ve aroma oluşumuna neden olmakta, laktoz konsantrasyonunun da artmasıyla aşırı asitlik gelişimine neden olmaktadır (ÖZTEK, 1995). Evaporasyon

ise, sütte ilavesine alternatif olarak kullanılabilen diğer bir yöntemdir (RASİC ve KURMANN, 1978; TAMİME ve DEETH, 1980). Evaporasyon, yoğurtta serum ayrılmasının azalmasını ve pıhtı sıklığının artmasını sağlamaktadır. Ancak, sütte antibiyotik gibi bir inhibitör maddenin bulunması halinde, bu maddenin evaporasyon ile konsantrasyonunun artması bir risk oluşturmaktadır (TAMİME ve ROBINSON, 1985). Kaynatma ise, sütte önemli düzeyde besin öğeleri kaybına neden olduğu için önerilmemektedir. Süt kurumaddesinin çeşitli yöntemlerle artırılmasıyla üretilen yoğurtların özellikleri çeşitli çalışmalarda saptanmaya çalışılmıştır. ATAMER ve SEZGİN (1986) sütte ilavesinin, ATAMER ve ark. (1993) hidrolize peynir suyu konsantresinin, GÜLER ve ark. (1996) yayık altı tozunun, ÇİFTÇİ ve ark. (1997) peynir suyunun yoğurt üretiminde kullanım olanaklarını araştırmışlardır. KONAR (1995) kaliteli yoğurt üretiminde süte uygulanacak uygun ısı işlem normunu saptamış, ÇİMER (1997) sütte ilavesinin, evaporasyon işleminin ve kaynatmanın yoğurt sütü üzerindeki etkilerini araştırmıştır.

Yoğurt üretiminde, sütün kurumaddesinin artırılmasının temel amacı, yoğurt pıhtısının temeli olan, protein içeriğini yükseltmektir. Bunun için sütün suyunun bir kısmının uzaklaştırılması gerekmekte, ya da süte protein oranını yüksek süt ürünlerinden ilave edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla yağsız sütte ilavesi geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Protein ve laktoz içeriği bakımından, sütte yakını bir bileşime sahip olan yayıkaltı tozundan, süt kurumaddesinin artırımında yararlanmak alternatif bir uygulama olarak ortaya çıkmaktadır (MORTENSEN, 1986). Peynir suyu konsantreleri de, yoğurt üretiminde isteğe bağlı katkı maddeleri arasında yer almaktadır (ANON., 1977). GRUEV ve FLEJTAS (1985), peynir suyundan yoğurt üretiminde, yüksek oranda laktoz içermesi nedeniyle, hidrolize edildikten sonra kullanımının daha iyi sonuç verdiğini belirtmektedirler.

Peynir suyu ve yayıkaltı suyu, peynir ve tereyağ üretimi sırasında ortaya çıkan sütteçülük artıklarıdır. Çeşitli süt bileşenlerini içeren bu artıklar, genellikle değerlendirilmemekte ve atılmaktadır. Bu durum, besin öğeleri kaybının yanı sıra, artırılmadan doğaya verilmesi nedeniyle çevre kirliliğine neden olmaktadır. Ülkemizde, 1-2 büyük sütteçülük işletmesinde bu ürünler toz haline getirilmekte ve çeşitli ürünlerde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, peyniraltı suyu tozu ve yayıkaltı tozunun değerlendirilebilmesi amacıyla, yoğurt üretiminde kullanım olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, yoğurt üretiminde ülkemiz genelinde yaygın olarak kullanılan evaporasyon tekniği ve sütte ilavesiyle, ayrıca peyniraltı suyu tozu ve yayıkaltı tozunun tek başlarına ilavesiyle ve/veya sütte ilavesiyle kombine kullanımıyla yoğurt üretilmiştir. Yoğurtların fiziksel, kimyasal ve duyu özellikleri saptanmış, bu özelliklere kurumadde artırımında uygulanan farklı yöntemlerin etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca 12 günlük depolama süresinin bu özellikler üzerine etkileri de araştırılmıştır.

MATERYAL ve METOD

Bu çalışmada, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi Hayvancılık Şubesi'nden sağlanan sa-bah sağımı inek sütleri kullanılmıştır. Sütlerin kurumaddelerinin artırımında, evaporasyon yönteminin yanı sıra, Pınar marka yağsız sütte (YST) ve peyniraltı suyu tozu (PST), Gıda Mühendisliği Bölümü Süt İşleme Laboratuvarı'nda üretilen yayıkaltı tozundan (YAT) yararlanılmıştır. Evaporasyon işlemi Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi Süt İşleme tesislerinde yapılmıştır. Starter kültür olarak Chr. Hansen's marka YC-180 (*Str. thermophilus* / *Lb. delbrückii subsp. bugarius*+*Lb. delbrückii subsp. lactis*) yoğurt kültürü kullanılmıştır.

Sütlerin kurumadde oranları farklı yöntemlerle %3 oranında artırıldıktan sonra (Çizelge 1), elde edilen 9 farklı yoğurt sütü, 85°C'de 10 dakika ısı işlemine tabi tutularak 42±1°C'ye soğutulmuş ve %2 starter kültür ilavesiyle edildikten sonra 200 ml lik plastik yoğurt kaplarına alınmıştır. Yoğurt sütleri, aynı sıcaklıkta inkübasyona bırakılmış ve pH değeri 4.7'ye düştüğü zaman buzdolabına alınarak soğutulmuştur. Bu yoğurtlarda üretimden sonraki ilk günde ve 12. günde fiziksel ve kimyasal analizler, üretimin 2. gününde de duyu analizler yapılmış, deneme birer ay arayla üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Sütlerde asitlik derecesi tayini titrasyon yöntemi ile (ANON., 1989a), kurumadde tayini Gravimetrik yöntem ile (KAPTAN, 1969; YÖNEY, 1973), laktoz tayini Lane-Eynon yöntemi ile (ANON., 1983), protein tayini Mikro Kjeldahl yöntemi ile (LING, 1963) yapılmıştır. Yoğurtların pH değerleri Beckman pH metresi ile (ANON.,

1989b), pıhtı sıklıkları Penetro-
metre ile (ALAGÖZ, 1992), serum
ayrılması değerleri süzülen serum
miktarından (KONAR, 1980), ase-
taldehit miktarları iyodimetrik ola-
rak (LESS ve JAGO, 1969), tirozin
miktarları spektrofotometrik yön-
tem ile (HULL, 1947), uçucu yağ
asitleri miktarları destilasyon yön-
temi ile (KOSIKOWSKI, 1978)
saptanmıştır. Duyusal analizler
toplam 30 puan üzerinden, uzman
panelistler tarafından RASIC ve KURMANN (1978)'a göre yapılmıştır.

Elde edilen fiziksel ve kimyasal değerlere varyans analizi uygulanarak, sonuçlara LSD çoklu karşılaştır-
ma testi uygulanmış ve ortalamalar gruplandırılmıştır. Duyusal analiz sonuçları ie, nonparametrik testlerden
Kruskal-Wallis yöntemi ile değerlendirilmiştir (DÜZGÜNEŞ ve ark., 1987).

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Araştırmada materyal olarak kullanılan sütün kurumadde oranı % 11.94, yağ oranı %3.10, protein ora-
nı %3.38, laktoz oranı %4.56, asitlik derecesi 6.64 °SH, pH değeri 6.65 olarak saptanmıştır. Çizelge 2'den iz-
lenebileceği gibi, kurumadde artırımında kullanılan süt kökenli maddelerin kurumadde oranları birbirine yakın

Çizelge 2. Kurumadde Artırımında Kullanılan Maddelerin Bileşimleri (n = 3)

Maddeler	Kurumadde (%)	(Yağ %)	Protein (%)	Laktoz (%)
Süttozu	96.24	0.67	34.26	49.78
Peyniraltısuyu tozu	94.21	0.67	12.77	69.42
Yayıkaltı tozu	95.02	40.03	16.52	31.73

değerler alırken, süttozunun pro-
tein oranı, peyniraltısuyu tozunun
laktoz oranı, yayıkaltı tozunun ise
yağ oranı diğerlerinden oldukça
yüksek olarak belirlenmiştir. Bu
durum toz haline getirildikleri ham-
maddelerden kaynaklanmaktadır.

Yayıkaltı tozunun yağ oranının yüksek olması, yağı alınmadan kurutulmasından kaynaklanmıştır.

Vakum yoğurt sütünün (A) bileşimi kimyasal yöntemlerle saptanmış, diğer yoğurt sütlerinin bileşimleri,
bileşimi kimyasal yöntemle hesaplanan çiğ süte ilave edilen maddelerin yüzde oranlarından ve bileşimlerinde-
ki maddelerin yüzdesinden hesaplanarak bulunmuş Çizelge 3'de toplu olarak verilmiştir. Yoğurt sütlerinde ku-
rumadde oranları %14.77(D)- 15.11 (A) arasında, yağ oranları %3.05(A)-4.30 (D) arasında, protein oranları
%3.76(C)-4.61(A) arasında, laktoz oranları %5.52 (D)-6.65(C) arasın-
da belirlenmiştir. Bu sonuçlardan,

yoğurt sütlerinin kurumadde oran-
larının birbirine yakın değerler al-
dığı, fakat bileşenleri arasında
%1.0-15 oranlarında farklılık oldu-
ğu ortaya çıkmaktadır. Bu farklılık-
lar da, kurumadde artırımında kul-
lanılan maddelerin bileşimlerindeki
farklılıklardan kaynaklanmıştır.

Yoğurtlarda depolama sü-
resince saptanan fiziksel ve kim-
yasal özellikler Çizelge 4'de standart hataları ile birlikte toplu olarak verilmiştir.

Çizelge 1. Yoğurt Sütlerinin Kurumadde Artırımında Kullanılan Yöntemler

Yoğurt	Kurumadde Artırımı	Oran
A	Evaporasyon	(%3)
B	Yağsız süttozu (YST)	(%3)
C	Peyniraltısuyu tozu (PST)	(%3)
D	Yayıkaltı tozu (YAT)	(%3)
E	Yağsız süttozu + peyniraltısuyu tozu	(%2) + (%1)
F	Yağsız süttozu + yayıkaltı tozu	(%2) + (%1)
G	Yağsız süttozu + peyniraltısuyu tozu	(%1) + (%2)
H	Yağsız süttozu + yayıkaltı tozu	(%1) + (%2)
I	Yağsız süttozu + Peyniraltısuyu tozu + yayıkaltı tozu	(%1) + (%1) + (%1)

Çizelge 3. Üretimde Kullanılan Yoğurt Sütlerinin Bileşimleri (n= 3)

Yoğurtlar	Kurumadde (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Laktoz (%)
A	15.11	3.05	4.61	6.07
B	14.83	3.12	4.41	6.05
C	14.77	3.12	3.76	6.65
D	14.79	4.30	3.88	5.52
E	14.81	3.12	4.19	6.25
F	14.82	3.51	4.23	5.87
G	14.79	3.12	3.98	6.44
H	14.80	3.91	4.05	5.69
I	14.80	3.51	4.02	6.07

Çizelge 4. Yoğurtlarda Depolama Süresinde Saptanan Fiziksel ve Kimyasal Özellikler (n=3)

		pH	Konsistens (1/10 mm)	Serum Ayrılması (g/25 g)	Asetaldehit mg/kg)	Uçucu Yağ Asitleri (0.1NNaOH/100g)	Tirozin (mg/kg)
1. gün	A	4.63±0.06	203.50±19.22	4.53±0.49	28.97±4.45	4.84±0.86	0.059±0.01
	B	4.52±0.04	209.67±15.40	7.99±0.54	30.62±4.68	4.97±0.73	0.062±0.01
	C	4.58±0.11	252.58±18.06	8.25±1.34	31.17±2.71	4.69±0.48	0.075±0.01
	D	4.61±0.15	248.83±14.87	8.06±0.93	28.97±0.84	4.74±0.40	0.071±0.01
	E	4.52±0.17	232.92±16.03	8.01±0.85	28.42±2.82	4.51±0.68	0.061±0.02
	F	4.51±0.01	231.42±10.35	7.58±0.74	29.52±3.03	4.98±1.04	0.089±0.03
	G	4.55±0.13	234.42±24.01	7.33±1.03	32.85±5.42	4.84±0.14	0.071±0.01
	H	4.61±0.16	235.33±11.41	7.99±0.80	31.72±2.71	4.65±0.49	0.072±0.01
	I	4.58±0.09	237.92±12.29	8.12±0.81	32.45±3.30	4.70±0.56	0.076±0.02
12. gün	A	4.48±0.09	191.08±20.68	3.53±1.13	26.40±4.67	6.67±1.57	0.716±0.01
	B	4.37±0.12	207.50±15.72	5.36±0.28	28.23±6.61	6.60±0.58	0.156±0.01
	C	4.50±0.12	241.50±39.34	7.08±1.17	26.95±8.10	6.76±0.25	0.168±0.01
	D	4.52±0.13	233.67±15.96	7.59±0.90	25.67±4.61	7.21±1.18	0.172±0.01
	E	4.41±0.12	216.00±19.80	6.68±0.095	26.58±3.98	6.21±0.83	0.176±0.01
	F	4.44±0.12	222.58±07.95	6.49±0.59	26.40±3.06	6.72±0.55	0.179±0.01
	G	4.36±0.10	209.33±05.39	7.01±0.60	29.70±1.91	7.28±1.32	0.181±0.01
	H	4.42±0.14	219.67±14.54	6.50±0.66	28.97±3.66	5.99±0.21	0.147±0.01
	I	4.45±0.14	220.08±11.77	7.22±0.75	26.77±3.03	7.01±0.52	0.125±0.01

pH değerleri incelendiğinde, 1. gün analizlerinde pH değerlerinin 4.51-4.63 arasında değiştiği ve en yüksek değeri A yoğurdunun, en düşük değeri ise F yoğurdunun aldığı görülmektedir. Yoğurtların pH değerleri üzerine farklı yöntemlerle kurumadde artırımının etkisinin önemsiz düzeyde olduğu belirlenmiştir ($p>0.05$). 12 günlük depolama süresi sonunda, tüm yoğurtların pH değerlerinde azalma görülmüş ve 4.52-4.36 arasında saptanmış bu değişimin de önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir. En yüksek değeri yayıkaltı tozu ile üretilen ve yağ oranı en yüksek olan D yoğurdu almıştır. Yağ globül membranında çözünür ve çözünmez durumda daha fazla sistein bulunmasının laktik starterlerin aktivitelerini etkilediği ve asitlik gelişimini yavaşlatabildiği belirtilmektedir (WEBB ve JOHNSON, 1965; WEBB ve WHITER, 1970, TAMIME ve ROBINSON, 1985).

Yoğurtlarda saptanan penetrometre değerleri incelendiğinde, en iyi konsistense, yani en düşük değere A yoğurdunun (203.50) sahip olduğu, bunu sırasıyla B, F, E, G, H, I ve D yoğurtlarının izlediği, en kötü konsistense ise C yoğurdunun (252.89) sahip olduğu belirlenmiştir. C, D ve I yoğurtlarının kontrol yoğurdundan (A), B yoğurdunun da D yoğurdundan önemli düzeyde farklı olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). Bu verilerden, vakum uygulamasının konsistensi olumlu yönde etkilediği, sütozu ilavesinin etkisinin önemli olmadığı, fakat peyniraltısu tozu ve yayıkaltı tozunun konsistensini olumsuz yönde etkilediği sonucuna varılmıştır. Depolama süresi sonunda, yoğurtların konsistenslerinin iyileştiği, yani penetrometre değerlerinde bir azalma meydana geldiği, görülmüş ve bu değişimin önemli düzeyde olduğu saptanmıştır ($p<0.01$). Bu olumlu değişimin, pihtıdaki kazein misellerinin hidrolizasyonu ve stabilizasyonundan kaynaklandığı belirtilmektedir (TAMIME ve ROBINSON, 1985). Depolama süresince yoğurtlarda konsistensin iyileştiği değişik çalışmalarla da belirlenmiştir (SEZGİN ve ark., 1993; GÜVEN ve ark., 1997a; GÜVEN ve ark., 1997b; GÜVEN, 1998).

Deneme yoğurtlarında saptanan serum ayrılması değerleri incelendiğinde, evaporasyon dışında uygulanan kurumadde artırım yöntemlerinin serum ayrılmasını teşvik ettiği görülmektedir. Evaporasyonla kurumadde artırılan A yoğurdunda bu değer 4.53 g/25g olarak en düşük olarak saptanırken, diğer yoğurtlarda

7.33-8.25 g/25g arasında değerler almıştır. A yoğurdunun serum ayrılması değerinin diğer yoğurtlardan önemli düzeyde düşük olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). Bu değerler göz önüne alınarak, kurumadde artırımında süttozu, peyniraltısuyu tozu ve yayıkaltı tozu kullanımının yoğurdun su salma değerini olumsuz yönde etkilediği sonucuna varılmıştır. 12 günlük depolama süresinde tüm yoğurtların serum ayrılma değerlerinde önemli düzeyde azalma meydana gelmiş ($p<0.05$), en düşük değere yine A yoğurdu sahip olmuş (3.53 g/25g), diğer yoğurtlarda ise bu değer 5.36-7.59 g/25g arasında değiştiği belirlenmiştir. Depolama süresince yoğurtların su salma değerlerinde azalma olduğu çeşitli çalışmalarda da saptanmıştır (ATALAY, 1994; ÖZER, 1994; GÜVEN ve ark., 1997b). Bu durumun proteinlerin su tutma kapasiteleri ile ilgili olduğu, pH değeri 4.0 değerine yaklaştıkça proteinlerin su tutma kapasitelerinin arttığı belirtilmektedir (RASIC ve KURMANN, 1978).

Yoğurdun temel aroma maddesi olan asetaldehit, starter kültür tarafından sentezlenen aldehit dehidrogenaz, treonin aldolaz ve deoksiribo aldolaz enzimleri tarafından oluşmaktadır (LESS ve JAGO, 1978; TAMIME ve ROBINSON, 1985). Önemli düzeyde pH değerine bağlı olan asetaldehit üretimi pH 5.0'de başlamakta, pH 4.0'a kadar devam etmektedir (RASIC ve KURMANN, 1978). GÖRNER ve ark. (1973), karakteristik yoğurt aromasının oluşabilmesi için 10-41 mg/l asetaldehitin gerekli olduğunu bildirmektedirler. Deneme yoğurtlarının asetaldehit miktarları 28.42-32.85 mg/kg arasında saptanmış ve bu değerlerin yeterli miktarlarda olduğu sonucuna varılmıştır. Yoğurtların asetaldehit içerikleri incelendiğinde, sadece E yoğurdunun kontrol yoğurdundan (A) düşük değer aldığı, D yoğurdunun kontrolle eşit diğer yoğurtların ise kontrolden yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Yoğurtların asetaldehit içerikleri arasındaki farklılıkların önemli olmadığı bulunmuştur ($p>0.05$). Depolama süresince yoğurtların tamamında asetaldehit miktarları azalmış ve 25.67-29.70 mg/kg arasında değerler almış, bu azalmanın $p<0.05$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Yoğurdun asetaldehit içeriğinin, üretimden 12-20 saat sonra yavaş da olsa azalmaya başlamakta, indirgenmesi sonucunda etil alkol, yükseltgenmesi sonucunda da asetik asit oluşmaktadır (GÖNÇ, 1995).

Starterin laktoz transformasyonu ve yağ-proteinleri parçalaması sonucu oluşan kısa zincirli ve düşük molekül ağırlıklı uçucu yağ asitleri (asetik, formik, kaproik, kaprilik, kaprik, propiyonik ve izovalerik asitler), asetaldehide oranla daha az uçucu bileşenler olup, aroma bileşenleri arasında denge oluşmasını sağlamaktadır (RASIC ve KURMANN, 1978). Deneme yoğurtlarının uçucu yağ asitleri miktarları incelendiğinde, bu değer 4.51-4.98 (0.1N NaOH/100 g) arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu değerler kontrol yoğurduyla (A) kıyaslandığı zaman, C,D,E,H ve I yoğurtlarında daha düşük, G yoğurdunda eşit, B ve F yoğurtlarında daha yüksek değerler aldığı belirlenmiştir. Depolama süresince yoğurtların tamamında uçucu yağ asitleri miktarı artmış ve 5.99-7.28 (0.1N NaOH/100g) arasında değerler almıştır. Yoğurtta, starterin metabolik aktivitesi sonucunda oluşan uçucu yağ asitleri miktarının depolama aşamasında arttığı bir çok çalışmada da belirlenmiştir (RASIC ve KURMANN; TAMIME ve DEETH, 1980; GÜVEN ve ark., 1997a; GÜVEN, 1998). Farklı kurumadde artırımının ve depolamanın bu özellik üzerine önemli düzeyde etkili olmadığı bulunmuştur ($p>0.05$).

Yoğurt starterleri zayıf da olsa proteolitik aktivite göstermeleri nedeniyle, açığa çıkan peptitler ve amino asitler, yoğurdun reolojik özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedirler (TAMIME ve DEETH, 1980). *Streptococcus thermophilus*'a nazaran daha fazla proteolitik aktivite gösteren *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* acı peptitlerin oluşumuna neden olabilmekte, yoğurtta acı aroma olarak nitelendirilen tat bozukluğunu oluşturabilmektedir (ASPERGER, 1977). En düşük tirozin içeriğine A yoğurdunun (kontrol) sahip olduğu (0.059 mg/g), F yoğurdunun da en yüksek tirozin içeriğine sahip olduğu (0.089 mg/g) görülmüştür. Bu değerlerin incelenmesi sonucunda, evaporasyon dışındaki kurumadde artırımında kullanılan maddelerin proteolitik aktiviteyi artırdığı sonucuna varılmıştır. 12 günlük depolama süresi sonunda, yoğurtların tamamının tirozin içeriklerinin yükselmiş ve 0.125(I)-0.181 (G) mg/g arasında değerler almıştır. Depolama sırasında yoğurdun serbest aminoasit içeriğinin yani proteolizin arttığı araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (RASIC ve KURMANN, 1978; TAMIME ve DEETH, 1980). Yoğurdun tirozin içeriği ile titrasyon asitliği arasında bir ilişki

olduğu, titrasyon asitliği düşük olan yoğurdun tirozin içeriğinin de düşük olduğu bildirilmektedir (SEZGİN ve ark., 1988; ATALAY, 1994). Deneme yoğurtlarının 1. gün tirozin içerikleri incelendiğinde, en yüksek pH değerine sahip olan A yoğurdunun en düşük tirozin içeriğine en düşük pH değerine sahip olan F yoğurdunun en yüksek tirozin içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Ancak, depolamanın 12. gününde saptanan değerlere bakıldığı zaman, böyle bir ilişkinin kurulması mümkün olmamıştır. Uygulanan farklı işlemlerin ve depolama süresinin etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Yoğurtlar için önemli kriterlerden olan duyuşal özelliklere verilen puanlar Çizelge 5'de toplu olarak verilmiştir.

Dış görünüş özellikleri incelendiğinde A yoğurdunun en yüksek puanı aldığı (4.97), bunu B ve C yoğurtlarının takip ettiği (4.38 ve 4.35), diğer yoğurtlarda ise oldukça düşük ve 3.97-3.23 arasında değerler aldığı görülmüştür. A yoğurdunun dış görüş özelliklerinin D, E, F, G, H ve I yoğurtlarından, H yoğurdunun da B ve C yoğurtlarından önemli düzeyde farklı olduğu bulunmuştur ($p<0.01$).

Kıvam (Kaşıkla) puanları incelendiğinde, A yoğurdunun 4.72 ile en yüksek puanı aldığı, bunu 4.15 ve 4.03 puanlar ile B ve F yoğurtlarının takip ettiği, C ve D yoğurtlarının oldukça düşük puanlar aldığı (2.57 ve 2.53) görülmüştür. A yoğurdu ile C, D, G, H ve I yoğurtları arasındaki kıvam (kaşıkla) puanları arasındaki farklılık önemli olarak bulunmuştur ($p<0.01$). Ağızla yapılan kıvam testinde de benzer durumla karşılaşılmış, yine en yüksek puanı A yoğurdunun aldığı, C ve D yoğurtlarının da en düşük değerleri aldığı belirlenmiştir. A yoğurdunun C, D ve H yoğurtları ile farklı düzeyde puanlar aldıkları saptanmıştır ($p<0.01$).

Yoğurtların koku özellikleri incelendiğinde, B yoğurdunun 4.78 ile en yüksek değeri aldığı, A yoğurdunun da 4.70 ile yakın değer aldığı belirlenmiştir. En düşük koku puanları ise D ve H yoğurtlarına 3.60 ve 3.76 olarak verilmiştir. A yoğurdunun koku özelliğinin, D, H ve I yoğurtlarından, B yoğurdunun A yoğurdu dışındaki yoğurtlardan önemli düzeyde farklı olduğu bulunmuştur ($p<0.01$). B yoğurdu en yüksek tat puanını da almış, bunu sırasıyla E (4.17), F (4.13) ve A (4.08) yoğurtları takip etmiştir. D ve H yoğurtları koku özellikleri yönünden 2.53 ve 2.87 ile en düşük puanları alırken, diğer yoğurtlarda bu puanlar 3.17-3.58 arasında değişmiştir. A ve D yoğurtlarının tat özelliklerinin önemli düzeyde farklı olduğu, B yoğurdunun C, D, G, H ve I yoğurtlarından önemli düzeyde farklı olduğu saptanmıştır ($p<0.01$).

Duyuşal özelliklere verilen puanların toplanmasıyla elde edilen toplam puanlar değerlendirildiğinde, Kontrol (A) yoğurdunun 23.02 ile en yüksek değeri aldığı, dolayısıyla en çok beğenilen yoğurt olduğu belirlenmiştir. B yoğurdu 21.64 puan alırken F ve G yoğurtlarında bu değer 20.23 ve 19.83 olarak saptanmıştır. En düşük değerlere 14.84 ve 15.86 puanlarla E ve H yoğurtlarının sahip olduğu, diğer yoğurtlarda ise 17.04-18.81 arasında değişen değerler aldığı görülmüştür. Kurumadde artırımında uygulanan yöntemlerin toplam duyuşal özellikler üzerine olan etkilerinin önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.01$).

SONUÇ

Bu çalışmada elde edilen bulguların genel bir değerlendirilmesi yapıldığında süt kurumaddesinin artırılmasında kullanılan maddelerin yoğurdun bazı kalite kriterlerini etkilediği belirlenmiştir. Bunlar şöyle sıralanabilir:

Çizelge 5. Üretim 2. Gününde Yoğurtların Duyuşal Özellikleri Puanları (Toplam 25 puan üzerinden) (n = 3)

Peynirler	DUYUSAL ÖZELLİKLER					
	Dış Görünüş	Kıvam (Kaşıkla)	Kıvam (Ağızla)	Koku	Tat	Toplam
A	4.97	4.72	4.55	4.70	4.08	23.02
B	4.38	4.15	4.03	4.78	4.30	21.64
C	4.35	2.57	2.72	4.20	3.20	17.04
D	3.50	2.53	2.68	3.60	2.53	14.84
E	3.82	3.95	3.77	4.52	4.17	20.23
F	3.72	4.03	3.77	4.18	4.13	19.83
G	3.62	3.43	3.67	4.51	3.58	18.81
H	3.23	3.08	2.92	3.76	2.87	15.86
I	3.97	3.22	3.12	3.94	3.17	17.42

Deneme örneklerinin pH değerleri incelendiğinde, en yüksek pH değerine Vakum yoğurdun (A) sahip olduğu görülmüştür. Diğer katkı maddelerinin yoğurdun pH değerinin daha yüksek olmasına neden olduğu, fakat b farklılığın önemli düzeyde olmadığı bulunmuştur ($p>0.05$). Depolama süresince yoğurtların pH değerinde görülen azalmaların da önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir.

En düşük konsistens değerine yani en sert yapıya A yoğurdunun sahip olduğu, sadece süttozu ilave edilen B yoğurdunun az da olsa yüksek değer aldığı saptanmıştır. Diğer yoğurtların konsistens değerlerinin daha yüksek olması, peyniraltısuyu tozu ve yayıkaltı tozu ilavesinin pıhtı sertliğini olumsuz yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Depolama süresinde yoğurtların konsistens değerleri azalmış, başka bir deyişle yoğurt sertliğinde artma meydana gelmiştir. Süte, süttozu, peyniraltısuyu tozu ve yayıkaltı tozu ilavesinin yoğurdun serum ayrılması miktarını artırdığı, vakum yoğurdunun (A) yaklaşık iki katı değer almasına neden olduğu bulunmuştur. 12. gün değerleri incelendiğinde, yoğurtların tamamında serum ayrılması değerlerinin azalma yönünde değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Yoğurtların asetaldehit içerikleri karşılaştırıldığında, E yoğurdunun en düşük, G yoğurdunun en yüksek değere sahip olduğu, depolama süresince asetaldehit içeriklerinde azalma meydana geldiği saptanmıştır. Yoğurtların asetaldehit içeriklerinin, iyi bir aroma oluşumu için gerekli olan miktarlarda olduğu görülmüştür. Yoğurtların uçucu yağ asitleri miktarlarının birbirlerine yakın değerler aldığı, 4.98(F)-4.51(F) 0.1 N NaOH/100g arasında değiştiği, depolama süresinde tüm örneklerde arttığı belirlenmiştir. En düşük tirozin içeriğine vakum yoğurdunun sahip olduğu görülmüş, diğer yoğurtlarda bu değer yüksek olmasının kurumadde artırımında kullanılan maddelerin proteolitik aktivitenin artmasına neden olmasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Duyusal özellikler ayrı ayrı ve toplam olarak incelendiğinde, en beğenilen yoğurdun vakum yoğurt (A) olduğu, bunu yağsız süttozunda üretilen B yoğurdunun takip ettiği belirlenmiştir. Yayıkaltı tozunun tek başına veya yağsız süttozu ile kombine kullanımıyla kurumadde artırılan sütlerden üretilen yoğurtların duysal puanlarının (özellikle tat e koku) oldukça düşük olması, yayıkaltı tozunun yoğurt üretiminde kullanımının olumlu sonuç vermeyeceğini ortaya koymuştur.

Sonuç olarak; süt kurumadde artırımında vakum ve süttozu uygulamasının en uygun yöntemler olduğu, süttozu ile peyniraltısuyu tozunun kombine uygulanmasının da mümkün olabileceği, yayıkaltı tozunun bu amaçla kullanılmayacağı anlaşılmıştır.

KAYNAKLAR

- ALAGÖZ, A. 1992. Sütlerin Mikrodalga Fırın, Su Banyosu ve Ev Tipi Elektrikli Pastörizatörde İşlenmelerinin, Yoğurt Kalitesine Etkileri Üzerinde Karşılaştırmalı Bir Araştırma. Ç.Ü. Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi, Adana. 76 s.
- ANONYMOUS. 1977. Laboratory Manuel. FAO.
- ANONYMOUS. 1983. Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Yöntemleri. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Gıda İşleri Genel Müdürlüğü. Yayın No: 65, Ankara. 795s.
- ANONYMOUS. 1989a. TS 1018 Çiğ Süt Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- ANONYMOUS. 1989b. TS 1330 Yoğurt Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- ASPERGER, H. 1977. Applicability of Analytical Methods for the Assesment of Yoghurt Quality, Dairy Science Abstract 39 (1): 73.
- ATALAY, N. 1994. GDL ile Birlikte Farklı Oranlarda Starter Kullanımının Yoğurdun Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi, A.Ü. Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 72 s.
- ATAMER, M., SEZGİN, E. 1986. Yoğurtlarda Kurumadde Artırımının Pıhtının Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi. Gıda 11 (6): 327-331.
- ATAMER, M., YETİŞMEYEN, A., ALPAR, O. 1986. Farklı Isı Uygulamalarının İnek Sütlerinden Üretilen Yoğurtların Bazı Özellikleri Üzerine Etkileri. Gıda 11(1): 22-28.
- ATAMER, M., YETİŞMEYEN, A. 1987. Potasyum Kazeinatın Yoğurt Üretiminde Kullanımı. Gıda Sanayii Dergisi 3: 10-13.
- ATAMER, M., AYDIN, G., SEZGİN, E. 1993. Hidrolize Peyniraltı Suyu Konsantresinin Yoğurt Üretiminde Kullanım Olanaklarının Araştırılması. Gıda 18 (2): 83-88.
- ÇİFTÇİ, G., YEĞİN, S., DEVECİ, N. 1997. Peyniraltı Suyundan Yoğurt Eldesi. Gıda 22 (2): 173-175.

- ÇİMER, A. 1997. Farklı Yöntemlerle Kurumaddesi Artırılmış ve Isıl İşlem Uygulanmış Yoğurt Sütlerinin Nitelikleri Üzerinde Araştırmalar. A.Ü. Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi. Ankara, 62 s.
- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., KAVUNCU, O., GÜRBÜZ, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları-II). A.Ü. Ziraat Fak. Yayın No: 1021. Ankara, 381 s.
- GÖNÇ, S. 1986. Yoğurda İşlenecek Süte Katılan Süttözünün Kurumadde ve Yoğunluğa Etkisi Üzerinde Araştırmalar. Gıda 11(2): 107-113.
- GÖNÇ, S. 1995. Yoğurta Fermentasyon, Aroma Maddeleri Oluşumu ve Soğutmanın Önemi. Yoğurt, 3. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, İstanbul, 2-3 Haziran 1994, Sayfa: 8394. MPM Yayın No: 548, Mert Matbaası, Ankara, 429s.
- GORNER, F., PALO, V., SEGİNOVA, M. 1973. Aroma Compounds in Cultured Milk, Dairy Science Abstract, 35; 3173.
- GRIGOROV, H. 1966. Effect of Heat Treatment of Cow's Milk on the Hydrophilic Properties of the Protein in Bulgarian Yoghurt. XVII. Int. Dairy Congress, Section E, p: 649-654, Münih.
- GRUEV, P.V., FLEJTAS, O. 1985. Use of Whey Protein Concentrate in Yoghurt. Manufacture. Dairy Science Abstract 47 (1): 119.
- GÜLER, Z., SEZGİN, E., ATAMER, M. 1996. Yayıkalıtı Tozunun Yoğurt Üretiminde Kullanım Olanaklarının Araştırılması. Gıda. 21 (5): 317-322.
- GÜVEN, M., ERGİNKAYA, Z., AŞICI, O.B. 1997a. İnkübasyon Sıcaklığı ve Soğutma Hızı ve Depolama Süresinin Yoğurtlarının Bazı Özellikleri Üzerine Etkileri. Gıda ve Teknoloji 1 (3): 5-13.
- GÜVEN, M., Z. ERGİNKAYA, O.B. AŞICI, 1997b. Yoğurtların Bazı Özellikleri Üzerine Antibiyotiklerin ve Depolama Süresinin Etkileri. Gıda Teknolojisi 2(4), 51-60.
- GÜVEN, M. 1998. Stabilizör Kullanımının Yoğurtların Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri. Gıda 23(2): 133-139.
- HULL, M.E. 1947. Journal of Dairy Science. 30: 881-884. (Alınmıştır, Atalay, N. 1994. GDL ile Birlikte Farklı Oranlarda Starter Kültür Kullanımının Yoğurdun Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. A.Ü: Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi. Ankara. 73s.).
- KAPTAN, N. 1969. Süt ve Mamulleri Uygulama Kılavuzu. A.Ü. Ziraat Fak. Yayın No: 378, Ankara, 104 s.
- KONAR, A.1980. İnek, Koyun, Keçi ve manda Sütlerinin Çeşitli Sıcaklık Derecelerinde ve Değişik Sürelerde İşlenmelerinin Yoğurt Kalitesine Etkileri Üzerinde Araştırmalar. Ç.Ü. Ziraat Fak. Gıda Bil. ve Tekn. Böl. Doçentlik Tezi, Adana, 165s.
- KONAR, A. 1995. Yoğurda İşlenecek Sütün Isıtılması ve Kaliteli Yoğurt Üretiminde Uygulanacak Sıcaklık ve Sürenin Belirlenmesi. Yoğurt, 3. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, İstanbul, 2-3 Haziran 1994. Sayfa: 51-64. MPM Yayın No: 548, Mert Matbaası, Ankara, 429s.
- KOSIKOWSKI, F.V. 1978. Cheese and Fermented Milk Foods. Ed. Brooktandale. New York, 751 p.
- LESS, G.L., JAGO, G.R. 1969. Methods for the Estimation of Acetaldehyde in Cultured Dairy Products. Australian J. of Dairy Technology 24: 181-185.
- LESS, G.L., JAGO, G.R. 1978. Role of Acetaldehyde in Metabolism: A review!. Enzymes Catalysing Reaction Involving Acetaldehyde, Journal of Dairy Science 61 (9): 1205-1215.
- LING, R.L. 1963. Dairy Chemistry Vol. 1-2. Chapman and Hall Ltd., London, 227p.
- MORTENSEN, B.K. 1986. The Use of Milk Powder in Food Prodcts. XXII. International Dairy Congres. p: 709-718.
- ÖZER, H.B. 1994. Hidrojen Peroksit İlavesi ile Korunmuş Sütlerden Elde Edilen Yoğurtların Bazı Nitelikleri Üzerinde Araştırmalar, A.Ü. Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 62 s.
- ÖZTEK, L. 1995. Yoğurda İşlenecek Sütün Standardizasyonu. Yoğurt, 3. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, İstanbul, 2-3 Haziran 1994. Sayfa: 38-50 MPM Yayın No: 548, Mert Matbaası, Ankara, 429s.
- RASIC, J.L., KURMANN, J.A. 1978. Yoghurt; Scientific Grounds, Technology, Manufacture and Preparations. Technical Dairy Publ. House, Copenhagen. 466p.
- SEZGİN, E., ATAMER, M., GÜRSEL, A. 1988. Yerli ve Yabancı Starter Kullanılarak Yapılan Yoğurtların Kaliteleri Üzerinde Bir Araştırma. Gıda 13(1): 5-11.
- SEZGİN, E., ATAMER, M., YETİŞMİYEN, A., ALPAR, O. 1993. Effect of Different Fortification Methods on Quality of Turkish Yoghurt. A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları 1295 Bilimsel Araştırma ve İnceleme: 718, Ankara.
- TAMIME, A.Y., DEETH, H.C. 1980. Yoghurt, Technology and Biochemistry. J. Food Protection 43:939-976.
- TAMIME, A.Y., ROBINSON, R.K. 1985. Yoghurt Science and Technology. Pergaman Press Ltd. Headington Hill Hall Oxford, England, 431 p.
- WEBB, B.H., JOHNSON, A.A. 1965. Fundamentals of Dairy Chemistry. The Avi. Publishing Company Inc., Connecticut.
- WEBB, B.H., WHITER, E.O. 1970. By Products from Milk. Reinhold Publishing Corporation, New York.
- YÖNEY, Z. 1973. Süt ve Mamulleri Muayene ve Analiz Metodları. A.Ü. Ziraat Fak. Yayın No: 491, Ankara, 182 s.