

Isıl İşlemin İnek ve Koyun Sütlerinin Peynir Mayası İle Pıhtılaşma Yeteneği Üzerine Etkisi

Yard. Doç. Dr. Celalettin KOÇAK — Hale DEVRİM

A.Ü. Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü — ANKARA

ÖZET

Araştırmada, inek, koyun sütleri ile bunların birbirleri ile yapılan % 25, % 50 ve % 75 oranlarındaki karışımlarına uygulanan farklı ısıl işlemlerin, bu sütlerin peynir mayası ile pıhtılaşma yetenekleri üzerine etkisi incelenmiştir.

Altı kısma ayrılan süt örneklerinden birincisi kontrol örneği olarak ayrılmış, diğerleri ise, sırasıyla 65°C/30 d., 68°C/10 d., 72°C/20 sn., 75°C/20 sn. ve 80°C/20 sn.'lik ısıl işlemlere tabi tutulmuştur. Isıl işleme tabi tutulan sütler tekrar altı kısma ayrılarak, bunların herbirine sırasıyla % 0.00, % 0.02, % 0.03, % 0.04 ve % 0.05 düzeyinde CaCl₂ ilave edilerek pıhtılaşma süreleri saptanmıştır.

Bütün örneklerde, 72°C/20 sn., 75°C/20 sn. ve 80°C/20 sn.'lik ısıl işlemlerin sütlerin pıhtılaşma sürelerinde belirgin uzamalara neden olduğu belirlenmiştir. 65°C/30 d. ile 68°C/10 d.'lik ısıl işlemlerin etkisi ise çok belirgin olmamıştır. Isıl işlem görmüş sütlere CaCl₂ ilavesi pıhtılaşma sürelerinin kısaltılmasına neden olmuştur.

1. GİRİŞ

Sütün pıhtılaştırılması, peynir yapımında zorunlu aşamalardan birisidir. Pıhtılaşmayı sağlamak içinde genel olarak peynir mayası adı verilen ve pıhtılaştırıcı enzimler içeren preparatlardan yararlanılmaktadır. Sütün peynir mayası ile pıhtılaşması ise, birbirini izleyen üç aşamada gerçekleşir. Bunlarda sırasıyla proteoliz, agregasyon ve jelasyon aşamalarıdır. Birinci aşamada, enzim etkisiyle k-kazein Phe-Met (105-106) bağından parçalanarak, para-k-kazein ve glikomakropeptit oluşmaktadır. Misellerdeki k-kazeinin en azından % 85'i bu şekilde parçalandıktan sonra başlayan ikinci aşamada ise, miseller Ca²⁺ varlığından birbirleriyle birleşerek gözle görülebilir pıhtıları oluşturmaktadır. Jelasyon aşaması, agregas-

yon aşamasının devamı olup, bu aşamada misellerin birleşmeleri devam ederek sonunda içinde sütün diğer unsurlarının da tutulduğu bir protein ağı oluşmakta ve pıhtılaşabilir bir nitelik kazanmaktadırlar. Süte peynir mayası ilavesinden kesilebilir nitelikte bir pıhtı olunca ya kadar geçen süre, yani, pıhtı kesim zamanı (coagulation time); maya ilavesinden gözle görülebilir pıhtıların oluşmasına kadar geçen süre ve gözle görülebilir pıhtıların oluşmasından pıhtının kesilebilir bir nitelik kazanmasına kadar geçen süre olmak üzere ikiye ayrılır. Bunlarda genel olarak pıhtılaşma süresi (renneting time) ve pıhtının sıkılaşma süresi (clot-to-cut time) olarak adlandırılmaktadır. Bunlardan pıhtılaşma süresi, proteoliz ve agregasyon aşamalarını, sıkılaşma süresi de jelasyon aşamasını kapsamaktadır. Ayrıca pıhtı oluşumunda pıhtılaşma süresi ile sıkılaşma süresi arasında az değişen bir oran bulunması nedeniyle, sütlerin peynir mayası ile pıhtılaşma yeteneğinin belirlenmesinde pıhtılaşma süresinin saptanması yeterli olmaktadır. Bu nedenle sütün peynir mayası ile pıhtılaşma yeteneği belirli miktarda sütün, belirli miktar ve kuvvetteki peynir mayası ile pıhtılaşma süresine bakılarak belirlenmektedir (DAVIS 1965).

Pıhtılaşma yeteneği, peynir yapımında üzerinde durulması gereken en önemli faktörlerden birisidir (DAVIS 1965). Çünkü peynir mayası ile pıhtılaşma süresi uzun olan sütler (pıhtılaşma yeteneği düşük sütler) zayıf pıhtı oluşturarak, peynir yapımında sorunlar yaratırken, çabuk pıhtılaşan sütler (pıhtılaşma yeteneği yüksek sütler) sıkı ve kısa sürede süzülen pıhtılar vermekte, böylece de kaliteli peynirlerin elde edilmesine olanak sağlamaktadırlar (URAZ 1982).

Sütün peynir mayası ile pıhtılaşma yeteneği bileşime bağlı bir nitelik olmakla birlikte, süte uygulanan işlemlerden de etkilenmektedir. Nitekim URAZ (1982) ve DAVIS ve LAW

(1984) misel büyüklüğünün, kazein içeriğinin, kazein fraksiyonlarının birbirine oranlarının, çözünmüş ve kolloidal kalsiyum içeriğinin, pH değerinin sütlerinin pıhtılaşma yeteneğini etkilediğini belirterek, süte uygulanan işlemlerden soğutma, ısıtma işlemi, homojenizasyon, koyulaştırma ve CaCl_2 ilavesinin de pıhtılaşma yeteneğinde değişmelere neden olduğunu açıklamışlardır. Bu nedenle, aynı miktar ve kalitede peynir mayası ile aynı koşullar altında, aynı miktardaki değişik sütler farklı pıhtılaşma yeteneği, başka bir deyişle değişik pıhtılaşma süreleri gösterebilmektedir (STEPHAN ve GAN-GULI 1976, AMER ve ark. 1981).

Isıtma işlemi, genel olarak patojen mikroorganizmaların imhası, diğer mikroorganizmaların büyük bir çoğunlukla yok edilmesi ve randıman artışı sağlamak amacıyla süte uygulanmaktadır (SCOTT 1981, URAZ 1982). Yalnız bu uygulama, kullanılan sıcaklık derecelerinin yüksek olması durumunda, β -laktoglobulinin, denatüre olarak k-kazein ile interaksiyona girmesi ve ortamdaki Ca^{2+} mun azalması nedeniyle sütün peynir mayası ile pıhtılaşma yeteneğini olumsuz yönde etkilemektedir (WALSTRA ve JENNESS 1984). Bu yüzden de, ısıtma işleminin sütlerin pıhtılaşma yeteneği üzerindeki olumsuz etkisini gidermek için süte CaCl_2 ilave edilmesi önerilmektedir (KESSLER 1981).

Bu çalışmada da ülkemizdeki uygulamalar dikkate alınarak saptanan farklı ısıtma işlemlerinin, peynir yapımında çok kullanılan inek ve koyun sütleri ile bunların karışımlarının pıhtılaşma yetenekleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Ayrıca, ısıtma işlemi görmüş sütlere farklı düzeylerde CaCl_2 ilave edilerek, sütlerin pıhtılaşma yeteneğindeki değişimler incelenmiştir.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Materyal

Araştırmada kullanılan inek sütleri «A.Ü. Ziraat Fakültesi Zooteknik Bölümü Hayvancılık

İşletmesi»nden, koyun sütleri ise, Ankara iline bağlı Dodurga köyünden sağlanmıştır.

Sütlerin pıhtılaştırılmasında kullanılan sıvı peynir mayası «İdeal Kimya Sanayii A.Ş.» firmasından temin edilmiştir. Sütlere ilave edilen % 40'lık CaCl_2 çözeltisi, Merck firmasına ait saf CaCl_2 'den hazırlanmıştır.

2.2. Metot

Araştırma, Mart - Haziran döneminde, inek ve koyun sütleri ile bunların % 25, % 50 ve % 75 oranlarında, hacim esasına göre yapılan karışımlarından oluşan beş farklı süt üzerinde iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Bütün örnekleri bir seferde analize almak mümkün olmadığı için her bir denemede kullanılan sütler farklı zamanlarda alınmıştır. Sağım yerlerinden alınarak laboratuvara getirilen sütler, (Karışımlarda, hacim esasına göre karıştırıldıktan sonra) önce, altı kısma ayrılmıştır. Birinci kısım kontrol örneği olarak ayrılmış, diğerleri ise, laboratuvar koşullarında $65^\circ\text{C}/30$ d., $68^\circ\text{C}/10$ d., $72^\circ\text{C}/20$ sn., $75^\circ\text{C}/20$ ns. ve $80^\circ\text{C}/20$ sn.'lik ısıtma işlemlere tabi tutulmuştur. Isıtma işlemine tabi tutulan sütler tekrar altı kısma ayrılarak, bunların birbirine sırasıyla % 0.00, % 0.01, % 0.02, % 0.03, % 0.04 ve % 0.05 düzeyinde CaCl_2 ilave edilerek, bunların hepsinde ve kontrol örneğinde ayrı ayrı pıhtılaşma süreleri saptanmıştır.

— Sütlerin pıhtılaşma süreleri, su banyosunda 30°C 'ye getirilen 100 ml. süte 5 ml mayaya çözeltisi (0.5 ml maya) ilave edilerek belirlenmiştir.

— İstatistiksel değerlendirme DÜZGÜNEŞ (1963)'e göre yapılmıştır.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Farklı ısıtma işlemine tabi tutulduktan sonra değişik düzeylerde CaCl_2 ilave edilen inek sütlerinin pıhtılaşma süreleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Farklı Isıl İşleme Tabi Tutulduktan Sonra Değişik Düzeylerde CaCl₂ İlave Edilen İnek Sütlerinin Pıhtılaşma Süreleri

İlave edilen CaCl ₂ miktarı (% V/gr.) (Kontrol)	Pıhtılaşma Süreleri (sn.)					
	Çiğ Süt	65°C/30 d.	68°C/10 d.	72°C/20 sn.	75°C/20 sn.	80°C/20 sn.
0.00	97	99	79	132	138	148
0.01		94	50	127	131	135
0.02		86	47	124	126	125
0.03		82	39	122	119	122
0.04		75	35	120	108	118
0.05		66	30	105	100	100

Çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, ısıl işlemde sonra CaCl₂ ilave edilmeden belirlenen pıhtılaşma süreleri 79 sn. (68°C/10 d.) ile 148 sn. (80°C/20 sn.) arasında değişmiştir. Bu değerler çiğ sütte saptanan pıhtılaşma süresi ile karşılaştırıldığında, 68°C/10 ad.'lık ısıl işleme tabi tutulmuş olan hariç, diğerlerinin verdiği pıhtılaşma sürelerinin çiğ sütünkünden uzun olduğu görülmektedir. Ayrıca uygulanan sıcaklık derecesi yükseldikçe (68°C/10 d. hariç) pıhtılaşma süreleri de uza-

mıştır. Yapılan varyans analizi sonucunda, pıhtılaşma süresi üzerine farklı ısıl işlemlerin etkisi önemli bulunmuştur (P < 0.01).

Isıl işlemde sonra sütlere CaCl₂ ilavesinin, pıhtılaşma süresini, ilave edilen CaCl₂ miktarına paralel bir şekilde kısalttığı saptanmıştır (Çizelge 1).

İnek (% 75) ve koyun (% 25) sütü karışımlarına ilişkin pıhtılaşma süreleri Çizelge 2' de yer almaktadır.

Çizelge 2. Farklı Isıl İşleme Tabi Tutulduktan Sonra Değişik Düzeylerde CaCl₂ İlave Edilen İnek ve Koyun Sütü Karışımlarında (75 : 25) Pıhtılaşma Süreleri

İlave edilen CaCl ₂ miktarı (% V/gr.) (Kontrol)	Pıhtılaşma Süreleri (sn.)					
	Çiğ Süt	65°C/30 d.	68°C/10 d.	72°C/20 sn.	75°C/20 sn.	80°C/20 sn.
0.00	67	96	60	137	150	180
0.01		86	53	121	123	167
0.02		84	50	118	118	161
0.03		83	45	106	111	147
0.04		79	40	102	108	135
0.05		77	36	100	100	129

İnek ve koyun sütü karışımında (75 : 25) da 68°C/10 d.'lık ısıl işleme tabi tutulan sütlün pıhtılaşma süresi, çiğ ve farklı ısıl işlemler görmüş diğer sütlerinkine göre kısa bulunmuştur (Çizelge 2). Burada da uygulanan sıcaklık derecesi yükseldikçe (68°C/10 d. hariç) pıhtılaşma süreleri de uzamıştır. İnek ve koyun sütü karışımında (75 : 25) da farklı ısıl işlemlerin, pıhtılaşma süresi üzerine etkisi

önemli bulunmuştur (P < 0.01). Sütlere ilave edilen CaCl₂'ün etkisi ise, inek sütündekine benzer şekilde olmuştur (Çizelge 2).

Farklı ısıl işlemlere tabi tutulduktan sonra değişik düzeylerde CaCl₂ ilave edilen inek (% 50) ve Koyun (% 50) sütü karışımında, 65°C/30 d. ve 68°C/10 d. ısıl işlem görmüş sütlerin pıhtılaşma süreleri çiğ sütünkünden kısa bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Farklı Isıl İşleme Tabi Tutulduktan Sonra Değişik Düzeylerde CaCl₂ İlave Edilen İnek ve Koyun Sütü Karışımlarında (50:50) Pıhtılaşma Süreleri

İlave edilen CaCl ₂ miktarı (% V/gr.) (Kontrol)	Çiğ Süt	Pıhtılaşma Süreleri (sn.)				
		65°C/30 d.	68°C/10 d.	72°C/20 sn.	75°C/20 sn.	80°C/20 sn.
0.00	73	69	65	79	91	112
0.01		60	61	68	85	103
0.02		58	58	67	83	98
0.03		56	54	66	80	90
0.04		51	51	63	74	85
0.05		50	49	61	70	81

En kısa pıhtılaşma süresi (65 sn.), burada da 68°C/10 d.'lık ısı işleme tabi tutulan örnekte saptanmıştır. Yapılan istatistikî hesaplamalar, inek ve koyun sütü karışımında da (50 : 50) farklı ısı işlemlerin pıhtılaşma süresi üzerine etkisinin önemli olduğunu göstermiştir (P < 0.01). Isıl işlem uygulanmış sültere

CaCl₂ ilavesi, burada da ilk iki örnekteki benzer sonuçlar vermiştir.

Diğer inek (% 25) ve koyun (% 75) sütü karışımında, ısı işleme ve CaCl₂ ilavesinin pıhtılaşma süresi üzerine olan etkisi Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Farklı Isıl İşleme Tabi Tutulduktan Sonra Değişik Düzeylerde CaCl₂ İlave Edilen İnek ve Koyun Sütü Karışımlarında (25:75) Pıhtılaşma Süreleri

İlave edilen CaCl ₂ miktarı (% V/gr.) (Kontrol)	Çiğ Süt	Pıhtılaşma Süreleri (sn.)				
		65°C/30 d.	68°C/10 d.	72°C/20 sn.	75°C/20 sn.	80°C/20 sn.
0.00	73	110	91	112	125	149
0.01		103	85	106	114	127
0.02		100	82	104	111	118
0.03		95	79	99	105	110
0.04		90	74	93	101	105
0.05		81	50	91	96	101

Çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, ısı işleme tabi tutulan ve CaCl₂ ilave edilmeyen bütün örneklerin pıhtılaşma süreleri çiğ sülünkinden fazla bulunmuştur. 68°C/10 d.'lık ısı işleme tabi tutulan örnek, diğer ısı işleme görmüş olan örneklere göre daha kısa pıhtılaşma süresi göstermiştir. Bu karışımında da ısı işleme pıhtılaşma süresi üzerine etkisi önemli olmuştur (P < 0.01).

Isıl işlem görmüş sültere CaCl₂ ilavesi ise, pıhtılaşma sürelerinin kısalması yönünde bir etki göstermiştir (Çizelge 4).

Farklı ısı işleme tabi tutulduktan sonra değişik düzeylerde CaCl₂ ilave edilen koyun sülterinin pıhtılaşma süreleri Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Farklı Isıl İşleme Tabi Tutulduktan Sonra Değişik Düzeylerde CaCl₂ İlave Edilen Koyun Sütlerinin Pıhtılaşma Süreleri

İlave edilen		Pıhtılaşma Süreleri (sn.)				
CaCl ₂ miktarı (% V/gr.) (Kontrol)	Çiğ Süt	65°C/30 d.	68°C/10 d.	72°C/20 sn.	75°C/20 sn.	80°C/20 sn.
0.00	31	44	39	69	92	96
0.01		40	31	65	90	86
0.02		37	30	60	86	76
0.03		34	28	57	82	71
0.04		29	23	55	80	65
0.05		27	20	51	74	61

Çizelge 5'de de görüldüğü gibi, ısıtılma tabii tutulan ve CaCl₂ ilave edilmeyen bütün örneklerin pıhtılaşma süreleri, çiğ sütün pıhtılaşma süresinden uzun bulunmuştur. Burada da, 68°C/10 d.'lik ısıtılma işlemi, diğer ısıtılma işlemlere göre, pıhtılaşma süresini en az etkilemiştir. Isıtılma işlemlerin koyun sütünün pıhtılaşma süresi üzerinde yarattığı farklılıkların da $P < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır.

Koyun sütlerine ısıtılma işlemi uygulamasından sonra CaCl₂ ilave edilmesi, Çizelge 5'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, pıhtılaşma sürelerinin kısalmasına neden olmuştur.

İncelenen beş farklı süt örneğinde genel olarak 72°C, 75°C ve 80°C'lik ısıtılma işlemi uygulamalarının, sütlerin peynir mayası ile pıhtılaşma süresini uzattığı, başka bir deyişle, sütlerin peynir mayası ile pıhtılaşma yeteneğini olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir. Bu sonuç da STEPHAN ve GANGULI (1976) ile AMER ve ark. (1974)'nin araştırmalarında buldukları sonuçlarla uyum göstermektedir.

İki örnekte (inek sütü ve % 75 inek ile % 25 koyun sütü karışımı) 68°C/10 d.'lik ısıtılma işlemi, bir örnekte % 50 inek ile % 50 koyun sütü karışımı) de 65°C/30 d. ve 68°C/10 d.'lik ısıtılma işlemleri sonucunda elde edilen pıhtılaşma süreleri, çiğ sütüne göre daha kısa bulunmuştur. Ayrıca, 65°C/30 d. ve 68°C/10 d.'lik ısıtılma işlemlerin, diğer örneklerde verdiği pıhtılaşma süreleri de çiğ sütüne yakın olmuştur. Bu durumun düşük sıcaklıklarda serum proteinlerinde önemli bir denatürasyonun olmaması ve DAVIS ve LAW (1984)'ün de be-

lirttiği gibi, çözünmüş kazein ve kalsiyumun misellere bağlanması, böylece de misellerin çap ve molekül ağırlığında artma ile birlikte negatif elektrik yükünde de azalma olması neticesinde ortaya çıktığı söylenebilir. Benzer durumun koyun ve % 75 koyun ile % 25 inek sütü karışımında görülmemesi ise, koyun ve inek sütlerinin kalsiyum içeriklerinin farklı olmasına ve kazein fraksiyonları arasındaki oranın (özellikle α_{s1} ve β kazein arasındaki oran) değişimle bağlanabilir. Çünkü sütlerin peynir mayası ile pıhtılaşma yeteneği genel olarak bileşimlerine bağlıdır. Isıtılma işlemi, sütte çok hassas olan serum ve koloidal faz arasındaki dengenin bozulması yönünde bir etki yaptığı için, pıhtılaşma yeteneğinde değişikliğe neden olmaktadır.

Isıtılma işlemi görmüş sütlere CaCl₂ ilavesinin, bütün örneklerde görülen pıhtılaşma süresinin kısaltma yönündeki etkisi ise, serum ve koloidal fazdaki kalsiyum miktarını artırmasından ileri gelmektedir (URAZ, 1982, WALSTRA ve JENNESS 1984).

SUMMARY

«The effect of heat treatment on the rennetability of cow and sheep milks».

In this study, the effect of different heat treatments on the rennetability of cow and sheep milks and their combinations. (25 %, 50 % and 75 %) were investigated.

The milk samples were divided into six subsample and the first subsample from each sample was remained as control. The other

samples were heated at 65°C, 68°C, 72°C, 75°C and 80°C for 30 minutes, 10 minutes, 20 seconds, 20 seconds and 20 seconds respectively. Each one of the subsamples were subdivided into six parts and CaCl₂ was added at the rates of 0.00 %, 0.01 %, 0.02 %, 0.03 %, 0.04 % and 0.05 % into these samples, and their renneting times were determined.

For all of the samples, some heat treatments (72°C, 75°C and 80°C) increased the renneting time of milk. But the effect of some heat treatments (65°C and 68°C) were not important. Addition of CaCl₂ into heat treated milk samples decreased the renneting time.

KAYNAKLAR

AMER, S.N., AL-ABD, M.N., İBRAHİM, M.M.E.

1974. Factors affecting the rennet coagulation time of milk. Egyptian J. Dairy Sci., 2 (1), 25 - 32.

DAVIS, J.G., 1965. Cheese, Vol. I. Basic Techno-

logy, J. and A. Churchill Ltd., London, 463 s.

DAVİES, F.L., LAW, B.A., 1984. Advances in the microbiology and biochemistry of cheese and fermented milk. Elsevier Applied Science Publishers, London, 260 s.

DÜZGÜNEŞ, O., 1963. Bilimsel araştırmalarda istatistik prensipleri ve metotları. E. Ü. Mat. İzmir.

KESSLER, H.G., 1981. Food engineering and dairy technology. F.O. Box 1721, D-8050. Freising, F.R. Germany, 621 s.

SCOTT, R., 1981. Cheesemaking practice. Applied Science publishers Ltd., London, 475 s.

STEPHAN, I., GANGULI, N.C., 1976. Rennet coagulation time of buffaloes' milk as affected by heat treatment. Milchwissenschaft. 31 (4), 222 - 223.

URAZ, T., 1982. Peynir teknolojisinin genel prensipleri. Segem Yayınları No: 103, 116 - 144.

WALSTRA, P., JENNESS, R., 1984. Dairy chemistry and physics. John Wiley and Sons Inc. New York, 467 s.

*Ramazan Bayramınızı kutlar,
sağlık ve esenlikler dileriz.*

GIDA TEKNOLOJİSİ DERNEĞİ