

ISIL İŞLEMİN KOYUN ve KEÇİ SÜTLERİNİN PIHTILAŞMA YETENEĞİ ÜZERİNE ETKİSİ

THE EFFECT OF HEAT TREATMENT ON THE RENNABILITY OF SHEEP AND GOAT MILKS

Celalettin KOÇAK¹, Hale DEVRİM²

1 Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü, ANKARA

2 Sağlık Bakanlığı-ANKARA

ÖZET: Araştırmada, koyun, keçi sütleri ile bunların birbirleri ile yapılan % 25, %50 ve % 75 oranlarındaki karışımlarına uygulanan farklı ısı işlemlerin, sütün peynir mayası ile pıhtılaşma yetenekleri üzerine etkisi incelenmiştir.

Önce altı kısma ayrılan her bir süt örneğinin birinci kısımları kontrol olarak ayrılmış, diğer kısımları ise sırasıyla 65°C/30 d., 68°C/10 d., 72°C/20 sn., 75°C/20 sn ve 80°C/20 sn.'lik ısı işlemlere tabi tutulmuştur. Isıl işleme tabi tutulan her bir süt örneği tekrar altı kısma ayrılarak bunların her birine sırasıyla % 0,00, % 0,01, % 0,02, % 0,03, % 0,04 ve % 0,05 düzeylerinde CaCl₂ ilave edilip pıhtılaşma süreleri saptanmıştır.

Bir örnek (% 75 koyun ile % 25 keçi sütü karışımı) hariç, diğer süt örneklerinin hepsinde uygulanan bütün ısı işlemlerin sütün pıhtılaşma sürelerinde uzamalara neden olduğu belirlenmiştir. Bir örnekte (% 75 koyun ile % 25 keçi sütü karışımı) ise, 65°C/30 d. ve 68°C/10 d.'lık ısı işlemlerin pıhtılaşma sürelerinde kısaltmaya neden olduğu saptanmıştır. Ayrıca 68°C/10 d.'lık ısı işlemin diğer örneklerdeki etkisi de, öteki ısı işlemlerinki kadar belirgin olmamıştır. Isıl işlem görmüş sütlere CaCl₂ ilavesi pıhtılaşma sürelerinin kısaltmasına neden olmuştur.

SUMMARY: In this study, the effect of different heat treatments on the rennetability of sheep and goat milk 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 other samples, except, one sample (the mixture of 75 % sheep and 25 % goat milks), all of the heat treatments increased the renneting time of milk. But, heating milk to 65°C for 30 min. and 68°C for 10 min. resulted in a decrease in renneting time of the mixture of 75 % sheep and 25 % goat milk. Addition of CaCl₂ at increasing concentrations to heated milk resulted in shortening the renneting time of milk.

GİRİŞ

Sütün ısı işleme tabi tutulması temel bir işlemdir. Peynir yapımında da süt, patojenlerle, peynir teknolojisi açısından zararlı olan mikroorganizmaları imha etmek, standart peynir üretimi için gerekli koşulları yaratmak ve randımanda artış sağlayabilmek amacıyla ısı işleme tabi tutulmaktadır (SCOTT, 1981; URAZ, 1982; ÜÇÜNCÜ, 1990). Yalnız ısı işlem uygulamaları, kullanılan sıcaklık-zaman normlarına göre farklı olmakla birlikte, genel olarak sütün pıhtılaşma yeteneklerini olumsuz yönde etkilemektedir (STEPHAN ve GANGULI, 1976; AMER ve ark.,1981; URAZ, 1982; GREEN, 1984; WALSTRA ve JENNESS, 1984; ÜÇÜNCÜ, 1990). Bu yüzden, ısı işlemin pıhtılaşma yeteneği üzerine olan olumsuz etkisini gidermek için süte CaCl₂ ilavesi önerilmektedir (KESSLER, 1981).

Pıhtılaşma yeteneği, peynir yapımında üzerinde durulması gereken en önemli faktörlerden birisidir. Pıhtılaşma yeteneği düşük sütün peynir yapımında sorunlar yaratmaktadır (URAZ, 1982). Bu nedenle, peynir yapımında pıhtılaşma yeteneği yüksek sütün kullanılması ve süte uygulanan işlemlerde özellikle ısı işlemlerde pıhtılaşma yeteneği-kalite etkileşiminin dikkate alınması kalite düzeyi yüksek peynirlerin elde edilmesini sağlayacaktır.

Ülkemizde, peynire işlenecek sütlere uygulanan ısı işlemlerde kullanılan sıcaklık-zaman normu çok değişken olup, sıcaklık seçiminde sıcaklığın sütün pıhtılaşma yeteneğine etkisinden ziyade mikroflora ve randımana etkisi ön plana çıkmaktadır. Aslında pıhtılaşma yeteneği de dikkate alınarak amaca en uygun sıcaklık-zaman normunun seçilmesi gerekir. Bu araştırmada da pıhtılaşma yeteneği üzerine ısı işlemlerin etkilerini ortaya koyabilmek amacıyla, KOÇAK ve DEVRİM (1989 ve 1993)'in çalışmalarına

paralel olarak, ülkemizde uygulanan farklı ısı işlemlerin, Koyun ve Keçi sütleri ile bunların değişik oranlardaki karışımlarının pıhtılaşma yetenekleri üzerine etkileri incelenmiştir.

Süte peynir mayası ilavesinden kesilebilir nitelikte bir pıhtı oluncaya kadar geçen süre yani pıhtı kesim zamanını (coagulation time) oluşturan pıhtılaşma süresi (renneting time) ile sıkılaştırma süresi (clot-to-cut time) arasında az değişken bir oran bulunması nedeniyle sütlerin pıhtılaşma yetenekleri pıhtılaşma süreleri saptanarak belirlenmiştir. Ayrıca, çalışmada ısı işlem görmüş sütlere değişik düzeylerde CaCl_2 ilavesinin pıhtılaşma yeteneği üzerine etkisi de incelenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Araştırmada kullanılan keçi sütleri Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Hayvancılık İşletmesinden, koyun sütleri Ankara iline bağlı Dodurga Köyünden, peynir mayası (İdeal Kimya Sanayii A.Ş.) ve CaCl_2 (Merck) ise, piyasadan sağlanmıştır.

Metot

Araştırma Mart-Haziran döneminde koyun ve keçi sütleri ile bunların hacim esasına göre yapılan farklı oranlardaki karışımlarında (% 25, % 50, % 75) iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Bütün varyasyonları bir seferde denemek mümkün olmadığı için her seferde tek varyasyon incelenmiştir. Sağım yerlerinden laboratuvara getirilen sütlerin her biri (karışımlarda karıştırıldıktan sonra) önce altı kısma ayrılmıştır. Bunlardan birinci kısımlar 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., $75^\circ\text{C}/20$ sn. ve $80^\circ\text{C}/20$ sn'lik ısı işlemlere tabi tutulmuştur. Isıl işlemlere tabi tutulan sütlere tekrar altı kısma ayrılarak bunların her birine sırasıyla % 0,00, % 0,01, % 0,02, % 0,03, % 0,04 ve % 0,05 (hacim/ağırlık) düzeylerinde CaCl_2 ilave edilmiştir. Daha sonra da örneklerde pıhtılaşma süreleri saptanmıştır.

- Sütlerin pıhtılaşma süreleri su banyosunda 30°C 'ye getirilen 100 ml süte 5 ml maya çözeltisi (0,5 ml maya) ilave edilerek belirlenmiştir.

- İstatistiksel değerlendirme DÜZGÜNEŞ ve ark. (1987)'na göre yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Koyun sütlerinin pıhtılaşma sürelerine ilişkin değerler Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü gibi, ısı işlem görmüş bütün örneklerin pıhtılaşma süreleri, çiğ sütün pıhtılaşma süresinden uzun bulunmuştur. Yalnız, $68^\circ\text{C}/10$ d.'lik ısı işlemin etkisi diğer ısı işlemlere göre az olmuştur. Ayrıca, ısı işlem uygulamalarının koyun sütünün pıhtılaşma süresine etki de önemli bulunmuştur ($P < 0,01$).

Çizelge 1. Koyun Sütlerinin Pıhtılaşma Süreleri

İlave Edilen CaCl_2 Miktarı (%)	Pıhtılaşma Süreleri (sn.)					
	Çiğ Süt (Kontrol)	$65^\circ\text{C}/30$ d.	$68^\circ\text{C}/10$ d.	$72^\circ\text{C}/20$ sn.	$75^\circ\text{C}/20$ sn.	$80^\circ\text{C}/20$ 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

Isıl işlem den sonra sütlere CaCl_2 ilavesinin, pıhtılaşma sürelerini ilave edilen CaCl_2 miktarlarındaki artışa paralel olarak kısalttığı ve CaCl_2 ilavesinin pıhtılaşma süresi üzerine etkisinin önemli ($P < 0,01$) olduğu saptanmıştır (Çizelge 1).

Farklı ısıl işlemlere tabi tutulduktan sonra değişik düzeylerde CaCl_2 ilave edilen koyun (% 75) ve keçi (% 25) sütü karışımlarının pıhtılaşma süreleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Koyun ve Keçi Sütü Karışımlarının (75:25) Pıhtılaşma Süreleri

İlave Edilen CaCl_2 Miktarı (%)	Pıhtılaşma Süreleri (sn.)					
	Çiğ Süt (Kontrol)	65°C/30 d.	68°C/10 d.	72°C/20 sn.	75°C/20 sn.	80°C/20 sn.
0,00	106	99	79	131	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	-	108	118
0,05		66	30	108	100	100

Çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, süte uygulanan ısıl işlemlerden ikisi (65°C/30 d. ve 68°C/10 d.) pıhtılaşma süresinde kısaltmaya diğerleri ise uzamaya neden olmuştur. Yalnız ısıl işlem uygulamasının pıhtılaşma süresi üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($P < 0,01$). Isıl işlem görmüş sütlere değişik düzeylerde ilave edilen CaCl_2 ise pıhtılaşma sürelerinde kısaltmalara neden olmuştur. CaCl_2 ilavesinin yaratmış olduğu değişimde önemli olduğu saptanmıştır ($P < 0,01$).

Çizelge 3. Koyun ve Keçi Sütü Karışımlarının (50:50) Pıhtılaşma Süreleri

İlave Edilen CaCl_2 Miktarı (%)	Pıhtılaşma Süreleri (sn.)					
	Çiğ Süt (Kontrol)	65°C/30 d.	68°C/10 d.	72°C/20 sn.	75°C/20 sn.	80°C/20 sn.
0,00	101	132	112	144	167	171
0,01		125	101	141	159	151
0,02		120	97	131	150	146
0,03		117	92	129	145	142
0,04		115	82	124	141	140
0,05		112	77	120	134	136

Isıl işlem ve CaCl_2 ilavesinin, koyun (% 50) ve keçi (% 50) sütü karışımında, pıhtılaşma süresi üzerine etkisi Çizelge 3'de verilmiştir. Koyun ve keçi sütünün eşit orandaki karışımı üzerine ısıl işlemin etkisi, koyun sütündeki duruma benzemektedir. Yani, ısıl işlem görmüş bütün örneklerin pıhtılaşma süreleri kontrole göre uzun bulunmuştur. Yalnız 68°C/10 d.'lik ısıl işlemin etkisi, diğer ısıl işlemlerinkiler kadar belirgin olmamıştır. Ayrıca, ısıl işlem uygulamalarının pıhtılaşma süresine etkisi de önemli bulunmuştur ($P < 0,01$). Isıl işlem uygulanmış sütlere CaCl_2 ilavesi ise, pıhtılaşma sürelerinin kısaltılması yönünde bir etki göstermiştir. Bu etkinin de ($P < 0,01$) düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır.

Koyun (% 25) ve keçi (% 75) sütü karışımlarına ilişkin pıhtılaşma süreleri Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelgede de görüldüğü gibi, ısıl işlem görmüş bütün örneklerin pıhtılaşma süreleri çiğ sütlükünden uzun bulunmuştur (Çizelge 4). Yalnız, 68°C/10 d.'lik ısıl işlem görmüş örnek, çiğ sütlüküne yakın pıhtılaşma süresi vermiştir. Burada da ısıl işlem uygulamasının pıhtılaşma süresine etkisi önemli bulunmuştur ($P < 0,01$). Sütlere ilave edilen CaCl_2 ise pıhtılaşma sürelerinin kısaltılmasına neden olmuştur. CaCl_2 'ün pıhtılaşma süresi üzerine olan etkisi de önemli bulunmuştur ($P < 0,01$).

Çizelge 4. Koyun ve Keçi Sütü Karışımlarının (25:75) Pıhtılaşma Süreleri

İlave Edilen CaCl ₂ Miktarı (%)	Pıhtılaşma Süreleri (sn.)					
	Çiğ Süt (Kontrol)	65°C/30 d.	68°C/10 d.	72°C/20 sn.	75°C/20 sn.	80°C/20 sn.
0,00	104	154	106	161	165	174
0,01		133	91	135	145	134
0,02		128	95	120	138	129
0,03		119	89	115	130	120
0,04		111	86	110	126	115
0,05		106	83	103	115	110

Keçi sütlerine ilişkin pıhtılaşma süreleri Çizelge 5'de yer almaktadır. Çizelge incelendiğinde bütün örneklerin pıhtılaşma sürelerinin çiğ sütünekinden uzun olduğu görülebilir. Diğer örneklerde olduğu gibi keçi sütünde de 68°C/10 d.'lık ısı işlemi diğer ısı işlemlere göre pıhtılaşma süresini daha az etkilemiştir. Yapılan istatistiksel analizde ısı işleminin değişimdeki etkisi $P < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. CaCl₂ ilavesi, Keçi sütlerinde de bütün örneklerde olduğu gibi pıhtılaşma sürelerinin kısalması yönünde bir etki göstermiş ve bu etkinin de önemli olduğu saptanmıştır ($P < 0,01$).

Çizelge 5. Keçi Sütlerinin Pıhtılaşma Süreleri

İlave Edilen CaCl ₂ Miktarı (%)	Pıhtılaşma Süreleri (sn.)					
	Çiğ Süt (Kontrol)	65°C/30 d.	68°C/10 d.	72°C/20 sn.	75°C/20 sn.	80°C/20 sn.
0,00	95	170	139	142	168	182
0,01		165	134	131	119	154
0,02		166	95	124	110	143
0,03		159	91	119	106	139
0,04		144	83	109	93	121
0,05		140	74	102	84	91

İncelenen süt örneklerinden koyun (% 75) ve keçi (% 25) sütü karışımı hariç, diğerlerinde uygulanan ısı işlemlerin hepsinin sütlerin peynir mayası ile pıhtılaşma yeteneklerini olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir. Aynı konuda çalışmalar yapan AMER ve ark. (1974), STEPHAN ve GANGULI (1976), AMER ve ark. (1981) ile KOÇAK ve DEVRİM (1989 ve 1993) de farklı ısı işlemlerin sütlerin pıhtılaşma yeteneğini olumsuz yönde etkilediğini saptamışlardır. Ayrıca, ısı işleminin şiddetine bağlı olarak sütlerin pıhtılaşma yeteneklerini olumsuz yönde etkilediği birçok araştırmacı tarafından da belirtilmektedir (SCOTT, 1981; WALSTRA ve JENNESS, 1984; HERMER ve CERF, 1986).

Koyun (% 75) ve Keçi (% 25) sütü karışımında 65°C/30 d.'lık ısı işlemi görmüş örnek, çiğ süte göre biraz, 68°C/10 d.'lık ısı işlemi görmüş örnek ise epeyce düşük pıhtılaşma süresi göstermiştir (Çizelge 2). Ayrıca, 68°C/10 d.'lık ısı işlemi diğer örneklerde de ya çiğ süte yakın (Çizelge 1, 3, 4) ya da diğer ısı işlemlere göre düşük (Çizelge 5) pıhtılaşma süreleri vermiştir. KOÇAK ve DEVRİM (1989 ve 1993) tarafından da belirlenen benzer durum düşük sıcaklıklarda serum proteinlerinde önemli bir denatürasyon olmaması ve GREEN (1984)'ün de belirttiği gibi çözünmüş fazdan koloidal faza kazein ve kalsiyum taşınmasından ileri gelebilir. Çünkü çözünmüş fazla koloidal faz arasındaki denge bozulması (soğutmada olduğu gibi) 60-70°C'de kısa süre ısı işlemi uygulamaları ile tersine döndürülebilmektedir (GREEN, 1984; DALGLEISH, 1987). Nitekim LENOIR ve SCHNEID (1986)'da düşük pastörizasyon normlarının pıhtılaşma süresini kısaltabileceğini belirtmişlerdir. Bunlar yanında sütlerin bileşimlerinde farklılıklar olduğu için, değişik sütlerin ve bunların karışımlarının ortaya koyduğu pıhtılaşma süreleri farklılık gösterebilmektedir. Birçok araştırmacı da ısı işleminin belirli bir düzeyin üzerinde, sütenin pıhtılaşma

gerektiğini bildirmektedir (SCOTT, 1981; WALSTRA ve JENNES, 1984; HERMIER ve CERF, 1986; DAGLEISH, 1987). Araştırmada da, örneklere ilave edilen değişik düzeylerdeki $CaCl_2$ 'ün belirtilen etkisi görülmüştür.

KAYNAKLAR

- AMER,S.N., AL-ABD, M.N., IBRAHİM, M.M.E. 1974. Factors effecting the rennet coagulation time of milk. *Egyption J.Dairy Sci.*, 2(1), 25-32.
- AMER,S.N.,HAMİD, L.B., ZEDAN, A.N. 1981. Rennet coagulation time of goats, sheeps, buffaloes's and cow's milk *Egyption J. Dairy Sci.*, 9 (1) 19-25.
- DALGLEISH,D.G. 1987. The enzymatic coagulation of milk. "in, Cheese: chemistry, physics and microbiology. Volume 1, General aspects Ed P.F. Fox", Elsevier Applied Science Publishers ltd. London, 63-96.
- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., KAVUNCU,O., GÜZBÜZ, F. 1987. Araştırma ve deneme metotları (istatistik metotlar-II). A.Ü.Z.F.Yayınları No: 1021, Ankara, 381 s.
- GREEN, M.L. 1984. Milk coagulation and the development of chees texture. "in, Advances in the microbiology and biochemistry of chees and fermented milk. Ed F.L. Davies and B.A. LAW", Elsevier Applied Science Publishers London, 1-34.
- HERMIER,J., CERF,O. 1986. The preparation of milk. "in, Cheese- making, science and technology Ed A. Eck", Lavoisier Publishing Inc. New York, 149-156.
- KESSLER, H.G. 1981. Food engineering and dairy technology. F.O. Box 1721, D-8050 Freising, F.R., Germany. 621 s.
- KOÇAK,C., DEVRİM,H. 1989. Isıl işlemin inek ve koyun sütlerinin peynir mayası ile pıhtılaşma yeteneği üzerine etkisi. *Gıda*, 14 (1), 3-8.
- KOÇAK,C., DEVRİM,H. 1993. Isıl işlemin inek ve keçi sütlerinin pıhtılaşma yeteneği üzerine etkisi. *Gıda*, 18 (6), 1-5.
- LENOIR,J., SCHNEID, N. 1986. The coagulability of milk by rennet. "in, Cheese making, science and technology Ed A.Eck", Lavoisier Publishing Inc. New York, 139-149.
- 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 effected by heat treatment. *Milchwissenschaft*. 31 (4), 222-223.
- URAZ,T. 1982. Peynir teknolojisinin genel prensipleri. Segem Yayınları No: 103, 116-144.
- ÜÇÜNCÜ, M. 1990. Süt teknolojisi. Ege Üniv. Müh. Fak. Çoğaltma Yayınları, No: 88, Bornova-İZMİR, 226 s.
- WALSTRA,P., JENNESS.R. 1984. Dairy chemistry and physics. John Wiley and Sons Inc. New York, 467 s.