

ISIL İŞLEMİN İNEK ve KEÇİ SÜTLERİNİN PIHTILAŞMA YETENEĞİ ÜZERİNE ETKİSİ

THE EFFECT OF HEAT TREATMENT ON THE RENNETABILITY OF COW AND GOAT MILKS

Celalettin KOÇAK*, Hale DEVRİM**

** Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü-ANKARA

** Sağlık Bakanlığı-ANKARA

ÖZET: Araştırmada, inek, keçi sütleri ile bunların birbirleri ile yapılan % 25, % 50 ve % 75 oranlarındaki karışımlarına uygulanan farklı ısıl işlemlerin, sütlerin 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 ısıl 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 düzeyinde CaCl₂ ilave edilerek pıhtılaşma süreleri saptanmıştır.

Bütün örneklerde, 65°C/30 d., 72°C/20 sn, 75°C/20 sn ve 80°C/20 sn'lik ısıl işlemlerin sütlerin pıhtılaşma sürelerinde uzamalara neden olduğu belirlenmiştir. 68°C/10 d.'lik ısıl işlemin etkisi ise çok belirgin olmamış hatta iki örnekte pıhtılaşma sürelerinde kısaltmalar saptanmıştır. 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 cow and goat 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 an 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 (65°C, 72°C, 75°C and 80°C) increased the renneting time of milk. But heating milk to 68°C for 30 min. resulted in a decrease in renneting time of some of the milks. Addition of CaCl₂ at increasing concentrations to heated milk resulted in shortening the renneting time of milk.

GİRİŞ

Peynir yapımında zorunlu aşamalardan birisi olan sütün pıhtılaştırılmasında, genel olarak pıhtılaştırıcı enzim içeren peynir mayalarından yararlanılmaktadır. Bilindiği gibi, sütün peynir mayası ile pıhtılaşması proteoliz, agregasyon ve jelasyon olmak üzere birbirini izleyen üç aşama sonunda gerçekleşmektedir. Bu aşamaları içine alan ve süte peynir mayası ilavesi ile başlayarak sütün kesilebilir bir pıhtı haline dönüşmesi ile sona eren zaman dilimi, yani sütün pıhtıya dönüşme süresi (coagulation time) iki kısımdan oluşur. Maya ilavesinden gözle görülebilir. pıhtıların oluşmasına kadar geçen süre, pıhtılaşma süresi (renneting time), gözle görülebilir. pıhtıların oluşmasından pıhtının kesilebilir bir nitelik kazanmasına geçen süre ise, pıhtının sıkılaşma süresi (clot-to-cut time) olarak adlandırılmaktadır (KOÇAK ve DEVRİM 1989).

Peynir yapımında, sütün pıhtılaşma yeteneği kaliteyi etkileyen önemli bir faktördür. Pıhtılaşma süresi uzun olan sütler (pıhtılaşma yeteneği düşük olan sütler) zayıf pıhtılar vererek kaliteyi olumsuz, pıhtılaşma süresi kısa olan sütler (pıhtılaşma yeteneği yüksek olan sütler) ise, sıkı ve kısa sürede süzülen pıhtılar vererek kaliteyi olumlu yönde etkilemektedir (URAZ 1982).

Sütün peynir mayasıyla pıhtılaşma yeteneği büyük ölçüde bileşimine (kazein ve kalsiyum içeriği, misel büyüklüğü, pH vb.) bağlı olmakla birlikte süte uygulanan işlemlerden (ısıl işlem, soğutma, homojenizasyon, koyulaştırma ve CaCl₂ ilave gibi) de etkilenmektedir (URAZ 1982, DAVIS ve LAW 1984). Bu nedenle de sütler farklı pıhtılaşma yeteneği gösterebilmektedirler (STEPHAN ve GANGULI 1976, AMER ve ark. 1981).

Peynir yapımında teknik, hijyenik ve randıman artışı sağlama amacıyla süte ısıl işlem uygulanmaktadır (SCOTT 1981 URAZ 1982). Yalnız ısıl işlem uygulamaları kullanılan sıcaklık-zaman

normlarına göre farklı olmakla birlikte, genel olarak sütün pıhtılaşma yeteneklerini olumsuz yönde etkilemektedir (WALSTRA ve JENNESS 1984). Bu yüzden, ısıtma işlem uygulamasının sütün pıhtılaşma yeteneği üzerine olan olumsuz etkisini gidermek için süte CaCl_2 ilavesi önerilmektedir (KESLER 1981).

Bu çalışmada da ülkemizde uygulanan farklı ısıtma işlemlerinin, inek ve keçi sütünleri ile bunların değişik oranlardaki karışımlarının pıhtılaşma yetenekleri üzerine etkisi incelenmiştir. Pıhtılaşma süresi ile sıkılaşma süresi arasında az değişen bir oran bulunması nedeniyle, sütün pıhtılaşma yetenekleri, pıhtılaşma süreleri saptanarak belirlenmiştir. Ayrıca sütün pıhtılaşma yetenekleri üzerine CaCl_2 ilavesinin etkisi de araştırılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Araştırmada kullanılan inek ve keçi sütünleri "Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Hayvancılık İşletmesi'nden, peynir mayası (İdeal Kimya Sanayii A.Ş.) ve CaCl_2 (Merck) ise piyasadan sağlanmıştır.

Metot

Araştırma Mart-Haziran döneminde inek ve keçi sütünleri 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 sütünlerin her biri (karışımlarda sütün karıştırıldıktan sonra) önce altı kısma ayrılmıştır. Bunlardan 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., $75^\circ\text{C}/20$ sn. ve $80^\circ\text{C}/20$ sn.'lik ısıtma işlemlere tabi tutulmuştur. Isıtma işlemlere tabi tutulan sütünlerde tekrar altı kısma ayrılarak bunların herbirine sırasıyla % 0,00, % 0,01, % 0,02, % 0,03, % 0,04 ve % 0,05 (hacim/ağırlık) düzeylerinde CaCl_2 ilave edilmiştir. Daha sonra ise, örneklerde pıhtılaşma süreleri saptanmıştır.

- Sütün 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)'e göre yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

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

Çizelge 1. İnek Sütünlerinin Pıhtılaşma Süreleri

İlave Edilen CaCl_2 miktarı (%)	Pıhtılaşma Süreleri (sn.)					
	Çiğ Süt (Kont.)	$65^\circ\text{C}/30$ 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	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	117
0,05		66	30	105	100	100

Çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, süte uygulanan ısıtma işlemleri ($68^\circ\text{C}/10$ d. hariç) sütün pıhtılaşma süresinin uzamasına neden olmuştur. Ayrıca, uygulanan sıcaklık derecesi yükseldikçe ($68^\circ\text{C}/10$ d. hariç) pıhtılaşma süreleri de uzamıştır. Isıtma işlem uygulamasının pıhtılaşma süresine etkisi de önemli bulunmuştur ($P < 0,01$). Isıtma işleminden sonra sütünlere CaCl_2 ilavesinin pıhtılaşma sürelerini ilave

edilen CaCl_2 miktarındaki artışa paralel olarak kısalttığı ve CaCl_2 ilavesinin pıhtılaşma süresi üzerine olan etkisinin önemli ($P < 0,01$) olduğu saptanmıştır (Çizelge 1).

İnek (% 75) ve keçi (% 25) sütü karışımlarına ilişkin pıhtılaşma süreleri Çizelge 2'de yer almaktadır. Çizelgede de görülebileceği gibi, $68^\circ\text{C}/10$ d.'lık ısı işlem görmüş örnek, kontrole yakın pıhtılaşma süresi verirken diğer örneklerin pıhtılaşma süreleri kontrolden oldukça fazla bulunmuştur. Burada da ısı işlem uygulamasının pıhtılaşma süresine etkisi önemli bulunmuştur ($P < 0,01$). Sütlere ilave edilen CaCl_2 'ün pıhtılaşma süreleri üzerine etkisi ise, inek sütündekine benzer şekilde olmuştur. CaCl_2 'ün pıhtılaşma süresine etkisi de istatistiksel olarak önemli ($P < 0,01$) bulunmuştur.

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

İlave Edilen CaCl_2 miktarı (%)	Pıhtılaşma Süreleri (sn.)					
	Çiğ Süt (Kont.)	$65^\circ\text{C}/30$ 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	66	106	68	124	130	286
0,01		76	61	120	119	257
0,02		77	59	97	111	223
0,03		72	55	94	94	211
0,04		62	48	92	89	167
0,05		58	47	90	90	123

Isıl işlem ve CaCl_2 ilavesinin, inek (% 50) ve keçi (% 50) sütü karışımında pıhtılaşma süresi üzerine etkisi Çizelge 3'de verilmiştir.

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

İlave Edilen CaCl_2 miktarı (%)	Pıhtılaşma Süreleri (sn.)					
	Çiğ Süt (Kont.)	$65^\circ\text{C}/30$ 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	70	86	63	123	163	266
0,01		79	51	120	131	234
0,02		54	45	106	127	189
0,03		50	42	93	113	163
0,04		42	40	90	98	155
0,05		40	39	82	91	111

İnek ve keçi sütünün eşit orandaki karışımı üzeri ısı işlemin etkisi inek sütündeki duruma benzemektedir. Burada da $68^\circ\text{C}/10$ d.'lık ısı işlem görmüş örneğin pıhtılaşma süresi çiğ sütünkünden düşük saptanmıştır (Çizelge 3). Isıl işlemin pıhtılaşma süresi üzerine etkisi ise önemli bulunmuştur ($P < 0,01$). Isıl işlem uygulanmış sütlere CaCl_2 ilavesi ise, pıhtılaşma sürelerinin kısalması yönünde bir etki göstermiştir (Çizelge 3). Bu etki de $P < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

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

Çizelgede de görülebileceği gibi, ısı işlem görmüş bütün örneklerin pıhtılaşma süreleri çiğ sütünkünden uzun bulunmuştur (Çizelge 4). İstatistik kontrolde ısı işlem faktörünün pıhtılaşma süresi üzerine etkisi $P < 0,01$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Isıl işlem uygulanmış sütlere ilave edilen CaCl_2 ise pıhtılaşma sürelerinin kısalmasına neden olmuştur. CaCl_2 'ün pıhtılaşma süresi üzerine olan etkisi de önemli bulunmuştur ($P < 0,01$).

Farklı ısı işleme tabi tutulmuş keçi sütlerinin pıhtılaşma sürelerinin yer aldığı Çizelge 5 incelendiğinde bütün örneklerin pıhtılaşma sürelerinin çiğ sütünkünden uzun olduğu görülebilir. Diğer örneklerde olduğu gibi keçi sütünde de $68^\circ\text{C}/10$ d.'lık ısı işlem diğer ısı işlemlere göre pıhtılaşma süresini daha az etkilemiştir. Yapılan varyans analizinde ısı işlem faktörünün değişimdeki etkisi $P < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

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

İlave Edilen CaCl ₂ miktarı (%)	Pıhtılaşma Süreleri (sn.)					
	Çiğ Süt (Kont.)	65°C/30 d.	68°C/10 d.	72°C/20 sn.	75°C/20 sn.	80°C/20 sn.
0,00	37	73	64	84	104	111
0,01		70	61	75	94	103
0,02		67	60	74	91	93
0,03		65	54	63	84	86
0,04		63	53	60	80	77
0,05		61	51	44	76	68

Çizelge 5. Keçi Sütlerinin Pıhtılaşma Süreleri

İlave Edilen CaCl ₂ miktarı (%)	Pıhtılaşma Süreleri (sn.)					
	Çiğ Süt (Kont.)	65°C/30 d.	68°C/10 d.	72°C/20 sn.	75°C/20 sn.	80°C/20 sn.
0,00	96	170	139	142	168	182
0,01		165	134	131	119	154
0,02		166	95	124	110	143
0,03		169	91	119	106	139
0,04		144	83	109	93	121
0,05		140	74	102	84	91

Isıl işlem görmüş keçi sütlerine CaCl₂ ilavesinin bütün örneklerde olduğu gibi pıhtılaşma sürelerinin kısalması yönünde bir etki gösterdiği ve bu etkinin istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($P < 0,01$).

İncelenen süt örneklerinde 65°C, 72°C, 75°C ve 80°C'lik ısı işlem uygulamalarının sütlerin peynir mayası ile pıhtılaşma yeteneklerini olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir. Yalnız 65°C/30 d.'lik ısı işlemin olumsuz etkisi bir örnekte (inek sütü) çok belirgin olmamıştır (Çizelge 1). Aynı konuda çalışmalar yapan AMER ve ark (1974), STEPHAN ve GANGULI (1976) AMER ve ark (1981) ile KOÇAK ve DEVRİM (1989) de farklı ısı işlemlerin sütlerin pıhtılaşma yeteneği üzerine olumsuz etkilerini saptamışlardır. Ayrıca, ısı işlemin şiddetine bağlı olarak sütlerin pıhtılaşma sürelerini olumsuz yönde etkilediği birçok araştırmacı tarafından da belirtilmektedir (SCOTT 1981, WALSTRA ve JENNESS 1984, HERMER ve CERF 1986).

68°C/10 d.'lik ısı işlem, diğer ısı işlem uygulamalarında görülmeyen bir durum ortaya koyarak, iki örnekte (inek sütü ve % 50 inek ile % 50 keçi sütü karışımı) çiğ sütlere göre daha düşük pıhtılaşma süreleri göstermiştir (Çizelge 1 ve 3). Ayrıca bir örnekte (% 75 inek ile % 25 keçi sütü karışımı) de çiğ sütlükine yakın pıhtılaşma süresi elde edilmiştir (Çizelge 2). KOÇAK ve DEVRİM (1989)'ın inek ve koyun sütleri üzerinde yapmış olduğu araştırmada da rastlanan benzer durum, düşük sıcaklıklarda serum proteinlerinde önemli bir denaturasyon olmaması ve DAVIS ve LAW (1984)'ün de belirttiği gibi çözünmüş fazdan koloidal faza kazein ve kalsiyum taşınmasından ileri gelebilir. Çünkü çözünmüş fazla koloidal faz arasındaki dengenin bozulması, örneğin; soğutmada görülen çözünmüş faza kalsiyum ve kazein taşınımı, 60-70°C de kısa süre ısı işlem uygulamaları ile tersine döndürülmekte, yani kazein ve kalsiyum tekrar misellere taşınabilmektedir (DAVIES ve LAW 1984, DALGLEISH 1987). Nitekim LENOIR ve SCHNEID (1986)'da düşük pastörizasyon normlarının pıhtılaşma süresini kısaltabileceğini belirtmiştir.

Bunlar yanında sütlerin pıhtılaşma süreleri genel olarak birleşimlerine bağlı bir niteliklidir (LENOIR ve SCHNEID 1986). Bu nedenle de farklı sütlerin ve bunların karışımlarının ortaya koyduğu durum değişiklik gösterebilir. Birçok araştırmacı da, ısı işlemin belirli bir düzeyin üzerinde olması durumunda pıhtılaşma süresinin uzattığını, bu nedenle de ısı işlem görmüş sütlere ortaya çıkan olumsuz etkiyi gidermek için CaCl₂ ilave edilmesi gerektiğini bildirmektedir (SCOTT, 1981, WALSTRA ve

JENNESS 1984, HERMIER ve CERF 1986, DAGLEISH 1987). CaCl_2 ilavesi ile kolloidal ve serum fazdaki kalsiyum miktarı artmakta ve pıhtılaşma süresi kısalmaktadır.

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 gcats, 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.
- 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., KESİCİ, T., KAVUNCU,O., GÜZBÜZ, F. 1987. Araştırma ve deneme metotları (istatistik metotlar-II). A.Ü.Z.F.Yayınları No: 1021, Ankara, 381 s.
- HERMIER,J., CERF,O., 1986. The preparation of milk. "in, Cheesemaking, 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.
- LENOİR,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.
- WALSTRA,P., JENNESS.R. 1984. Dairy chemistry and physics. John Wiley and Sons Inc. New York, 467 s.