

# PEYNİRE TUZ GEÇİŞİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

As. YUDA GAHUN  
E.Ü.Z.F. Süt  
Teknolojisi Kürsüsü

## 1 — GİRİŞ

Özel olarak yapılanların dışında tüm peynirlerin karakteristik tat, aroma ve görünümünde etkili olan tuz, ayrıca peynirin olgunlaşma döneminde işlevleri arzulanmayan mikroorganizmaların gelişmelerini engellediğinden peynir teknolojisinde ayrı bir öneme sahiptir.

Peynirlerin tuzlanması ve salamuraların hazırlanmasında kullanılan tuzların peynir kalitesine etkisi fazladır. Bu amaçla kullanılan tuzlar sülfatlardan arınmadığında, salamurada artan C ve Mg sülfatlarla yeni bileşikler oluştururlar. Salamuradan peynire geçen bu bileşikler olgunlaşmış peynirlerde acı bir tada neden olmaktadır. Ayrıca sülfatlar tuzun suda erimesini de güçleştirirler.

Bazı tuzlara su çekme özelliğini azaltmak amacı ile çok az miktarlarda, suda % 1 civarında eriyen magnezyum hidrokarbonat katılmaktadır. Mg hidrokarbonat asid ortamda parçalanarak karbonatlar meydana gelir. Karbonatlar kâlevi olduklarından asitliği nötralize ederler. Bu nedenle salamura hazırlanmasında hidrokarbonatça zengin tuzlar kullanıldığı zaman, salamurada oluşan karbonatlar belirli yerlerde yoğunlaşarak buralarda asitliği nötralize ederler. Asitliği nötralize olmuş kısımlar çoğalırsa, peynirlerin dış yüzeyindeki asitlik iç kısma göre azalmakta, pH yükselmekte ve peynirlerde arzulanmayan bazı bakteri ve küfler gelişmektedir.

Peynirler genellikle salamura içinde bırakılarak veya kuru kuruya tuzlanırlar. Kalıptan çıkan peynirlerin üzerine tuz serpmeye işlemi

olan kuru kuruya tuzlama ülkemizde kaşar peynirinde uygulanmaktadır. Bu tuzlama şeklini külfetli, tuzun peynire geçişinin düzenli olması ve fazla iş gücü gerektirmesi nedeni ile kuru kuruya tuzlanan peynirlerin sayısı gün geçtikçe azalmaktadır. Peynirlerin bir süre belirli oranda tuz içeren çözeltilerde bırakılması şeklinde tanımlanan salamurada tuzlama işleminde ise el emeği az olup, tuzun peynire geçişi düzenli olmakta ve imalatçıya tuz oranını arzulan düzeyde ayarlama olanağını sağlamaktadır.

Bu iki tuzlama şekillerinin yanı sıra bazı yerel ve ulusal peynirlerde diğer tuzlama şekilleride uygulanmaktadır. Örneğin Batı Anadolu'da yapılan tulum peynirlerinin tuzlanması teleme parçacıklarının kalıplamadan önce tuz ile karıştırılması şeklinde yapılmaktadır. Mısır'da yapılan Domiati ve Kariesh peynirleri, süte mayalamadan önce tuz veya tuzlu su katılmasıyla tuzlanmaktadır.

Tenekeye konulan salamuradaki tuzun peynire geçiş olgusunun tam olarak bilinmemesi ve salamuradaki tuz oranının çok basit usullerle, örneğin peynir ustasının bilgi ve görgüsüne göre ayarlanması nedeni ile Türkiye'de en fazla üretilen ve tüketilen beyaz peynirlerde tuz oranı çok değişmektedir. Diğer yandan peynirdeki ve salamuradaki tuz oranı ve peynirlerin burada bırakma süresi bakımından ülkemiz araştırmacıları arasında görüş ayrılıkları bulunmaktadır. Bu durum klâsik kitaplarda rastlanan bildirişlerin çoğunun gözlemlere dayanmasından ileri gelmektedir.

Buna karşın tuzun peynire geçiş olgusunu bilimsel olarak incelemiş bir çok araştırmacı peynirin absorbe ettiği tuz miktarını etkileyen faktörleri, örneğin salamurada kalış süresini, peynirlerin içerdiği su miktarını, tuzu geçirme katsayısını, oransal yüzeyini, içerdiği yağ miktarını, asitliğini, salamuradaki tuz oranını ve salamura sıcaklığını belirlemişler ve peynirdeki tuz miktarını istenilen orana çıkarmak için gerekli formüller ve eğriler hazırlamışlardır.

## 2 — SALAMURADA TUZLAMA SIRASINDA OLUŞAN DEĞİŞMELER

Salamura ve peynirde bulunan suyun ozmotik basıncının farklı oluşu bir diffüzyon olayının gerçekleşmesine neden olmaktadır. Bu olay her iki çözeltideki ozmotik basınçlar birbirine eşit oluncaya kadar sürmekte ve salamuradaki tuz peynire sodyum (+) ve klor (—) iyonları halinde geçmektedir. Bu geçişte sodyum önce peynir kitlesinin dış yüzeyinde birikmekte ve daha sonra peynirin içine nüfuz etmektedir. Dış yüzeyde toplanan sodyumun bir kısmı peynirdeki proteinlerle birleşmektedir. Tuzlama sırasında tuz peynire geçerken peynirden salamuraya peynir suyu, süt şekeri, azotlu maddeler, kalsiyum ve diğer mineral maddeler geçmektedir. Nitekim Centeleghe ve arkadaşları (2) % 26,5 oranında tuz içeren 14°C deki salamurada 35 dakika kalan Camambert peynirinin 1 kg'ında tablo 1 de görüldüğü gibi değişiklikleri saptamışlardır. Ayrıca Yaygın ve Oktar (13) tuz oranı % 14 olan bir salamurada 12 saat kalan beyaz peynirlerde % 1,439 ile % 7,641 arasında su kaybı saptamışlardır.

**Tablo 1. Salamurada kalışı sırasında Camambert peynirinde oluşan değişimler**

	1 kg. peynirde oluşan değişimler
Ca	— 180 mg
K	— 100 mg
Mg	— 6 mg
Toplam N	— 58 mg
Protein olmayan azot	— 38 mg
Süt şekeri	— 720 mg
Na Cl	+ 16 gr.

Tablo 1'de sayılan fiziko-kimyasal değişikliklerin yanı sıra salamuraların hazırlanmasında kullanılan sulardan, çevreden ve peynirden salamuraya mikroorganizmalar geçmekte ve bunlar bir çok değişimlere neden olmaktadır. Mikroorganizma sayısını belirtmek amacı ile yapılan bir çalışmada 22 adet beyaz peynir salamurasının 1 ml sinde genel bakteri sayısının 25.000 ile 17.900.000 arasında değiştiği saptanmıştır. Beyaz peynir salamuralarında fazla miktarda peynir parçacıkları bulunduğundan buradaki mikroorganizmalar daha çok gelişmekte ve yoğunluğu diğer peynirlerin salamuralarına kıyasla daha fazla olmaktadır. Yapılan araştırmalar peynirdeki mikroorganizmaların ilk günlerde hızla çoğaldığını daha sonra ise azaldıklarını ve burada floranın değiştiğini göstermiştir.

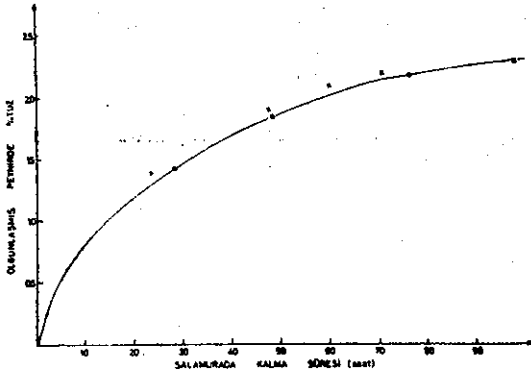
## 3 — PEYNİRE GEÇEN TUZ MİKTARI ÜZERİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Salamuradan peynire tuz geçişi, salamura ile peynirin sıvı fazı arasında cereyan eden diffüzyon olayı ile gerçekleşir. Tuzun peynire geçişi, salamura ve peynirin sıvı fazındaki ozmotik basınçlar birbirine eşit oluncaya kadar devam edebilmektedir. Peynire geçen veya diğer bir deyişle absorbe edilen tuz miktarı üzerine çeşitli faktörler etkili olmaktadır. Bunları peynir ve salamura ile ilgili faktörler olmak üzere iki grup altında incelemek mümkündür.

### 3.1 — Peynirle ilgili faktörler :

#### 3.1.1 — Peynirlerin salamurada kalış süresi :

Peynir tarafından absorbe edilen tuz miktarı üzerine etkili olan en önemli faktörlerden biri hiç şüphesiz peynirin salamuradaki kalış süresidir. Salamurada kalış süresi ile absorbe edilen tuz miktarı Futschik (3), Vujicic (11), Jakubowski ve Reep (6), Geurts ve arkadaşları (5) tarafından incelenmiş ve salamurada kalış süresi arttıkça peynire geçen tuz miktarının da arttığını bulmuşlardır. Futschik, Gouda peynirini aynı oranda tuz içeren salamuralarda değişik sürelerde tutmuş ve belirli bir süre olgunlaştırmıştır. Deneme sonuçları peynirlerde saptanan tuz miktarının salamurada kalış süresine bağlı olarak arttığını belirlemiş ve artışlar Grafik 1 de gösterilmiştir.



Grafik 1

Salamurada kalış süresi ile saptanan % tuz arasındaki ilişki

Buradan görüleceği üzere 40 saat bekleme süresi içinde absorbe edilen tuz miktarı hızla artmasına karşılık, müddet uzadığı zaman tuz geçişi aynı hızla devam etmemektedir. Nitekim Vujcic (11) salamuradan peynire tuz geçişini aşağıdaki şekilde formülize etmiştir.

$$Q = Qm (1 - e^{-kT}) \quad (I)$$

Formülde

Q = Tuzlama sırasında peynir tarafından absorbe edilen % tuz miktarı

Qm = Peynirin maksimum tuz absorbe etme kapasitesi

T = Tuzlama süresi (saat)

e = Tabii logaritma

k = Değişken bir sayı olup, peynirdeki su oranına, salamuradaki tuz oranına ve tuzlama süresine bağlı olarak değişmektedir.

Formülde peynirin maksimum tuz absorbe etme kapasitesi (Qm) sabit olduğundan tuzlama süresi (T) arttıkça peynirin içereceği yüzde tuz miktarı da artacaktır. Vujcic (11) kaşkaval peynirinde maksimum tuz absorbe etme kapasitesini

$$Qm = 0,053 C.H. - 0,166 C + 5,322 \quad (II)$$

olarak saptamıştır.

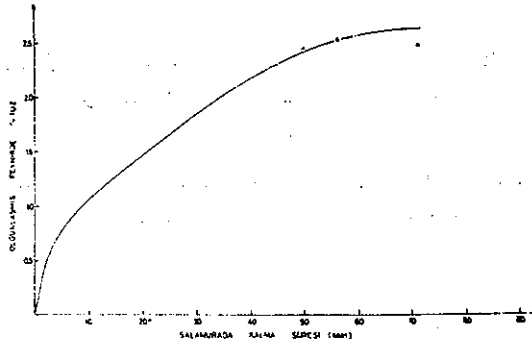
Bu formülde

C = Salamuradaki tuz oranı (%)

H = Peynirdeki su oranı (%) dir.

I ve II nolu formüllerde peynirlerin içerdiği tuz oranının peynirin salamurada kalış süresine uygun olarak arttığı anlaşılmaktadır. Böylece belirli koşullarda tuzlanan peynirlerdeki tuz oranını, tuzlama süresini değiştirerek arzu edilen düzeye getirmek mümkün olacaktır.

Jakubowski ve Reep (6), Tilsit peynirlerini % 20 tuz içeren salamurada 24, 48, 60, 72 ve 84 saat bırakmışlar ve bir süre olgunlaştırmışlardır. Araştırmacılar çalışma dönemi sonunda peynirlerde tuz oranını saptamışlar ve bu oranın peynirin salamurada kalış süresine bağlı olarak arttığını açıklamışlardır (Grafik 2).



Grafik 2

Salamurada kalış süresi ile saptanan % tuz arasındaki ilişki

### 3.1.2 — Peynirin içerdiği su miktarı :

Peynire salamuradan geçen tuz miktarına peynirdeki su oranının da etkili olduğu saptanmıştır. Yapılan çalışmalar peynirdeki su oranı arttıkça, salamuradan absorbe edilen tuz miktarı ile peynirden salamuraya geçen su ve diğer maddelerin arttığını göstermiştir. Jakubowski ve Reep % 20 tuzlu salamurada 48 ve 72 saat bırakılan Tilsit peynirlerini, 2, 6 ve 12 hafta olgunlaştırdıktan sonra su oranı yüksek olan peynirlerin daha çok tuz absorbe ettiklerini saptamışlardır. Tablo 2 den % 54,95 su içeren olgun peynirlerde tuz oranının % 4,39, % 45,25 su içeren olgunlaşmış peynirlerde ise % 2,80 olarak bulunduğu görülmektedir.

Geurts ve arkadaşları (4) Baby Gouda peynirinde yaptıkları çalışmada tablo 3 de görüldüğü gibi benzer sonuçlar vermişlerdir.

Tablo 2. Peynirin su miktarına bağlı olarak peynire geçen tuz miktarının değişimi

Örnek numarası	Ham peynirin içerdiği % su		Salamurada kalış süresi (saat)	Salamurada tuzlandık-tan sonra % su		Olgunlaşmış peynirde % tuz
	Dış yüzey	İç yüzey		Dış yüzey	İç yüzey	
1	54.95	51.28	48	50.17	52.25	4.39
2	57.29	54.09	»	52.19	54.91	4.30
3	51.35	46.34	»	47.17	43.47	4.56
4	51.57	46.75	»	46.44	43.93	4.43
5	52.11	47.68	»	47.84	47.35	4.30
6	51.55	47.74	»	48.09	47.16	4.21
7	47.48	42.26	»	41.15	43.23	4.20
8	47.16	43.16	»	43.37	45.62	3.64
9	47.39	45.57	»	43.94	46.49	3.30
10	45.25	42.18	»	42.72	43.15	2.80
11		42.78	»	40.86	39.03	2.24

Tablo 3. Baby Geuda peynirinin içerdiği su miktarına bağlı olarak absorbe ettiği tuz miktarı

Peynirin içerdiği su Miktarı %	Peynirde saptanan tuz miktarı %
51.1	2.35
50.1	2.10
49.1	1.85
48.5	1.85

## 3.1.3 — Peynirin tuzu geçirme katsayısı :

Araştırmalar peynirlerin dış kısmındaki su oranının iç kısma kıyasla daha yüksek olduğunu göstermiştir. Peynirlerin dış yüzeyindeki su oranı yüksek olduğundan tuzlama sırasında buradan salamuraya geçen su miktarı daha fazla olmaktadır. Bu nedenle salamuradan çıkan peynirlerin dış yüzeyindeki su oranı, ortasına kıyasla daha düşük olmakta, peynir kalıbı az da olsa küçülmekte ve dış yüzey sertleşmektedir. Jakubowski ve Reep (6) % 20 tuzlu salamurada peynirleri 48 saat bıraktıktan sonra peynirlerin dış yüzeyinde ortalama su oranını % 45,54; iç kısımda ise % 46,05 olarak belirlemişlerdir. Adı geçen araştırmacılar, tuzlama sırasında salamuradan geçen tuz miktarının her bir peynir çeşidinde farklı olduğunu, bu durumun peynirlerin dış yüzeyi ile iç kısımdaki su oranının farklılığından ileri geldiğini ve peynirlerdeki tuz geçirme katsayısının değiştiğini belirtmişlerdir. Genel olarak peynir için

tuzu geçirme katsayısı (DK) aşağıdaki şekilde formüllendirmiştir.

$$DK = \left( W + \frac{w \cdot 100}{W} \right) \cdot xs \quad (III)$$

Bu formülde

W = Baskıdan çıkan peynirin dış yüzeyindeki su oranı (%)

w = Peynirin dış yüzeyi ile iç kısımdaki su oranı arasındaki fark (%)

s = Peynir yüzeyinin ağırlığına oranı (cm<sup>2</sup>/gr)

Araştırmacılar % 20 tuzlu salamurada 48 saat süre ile bırakılan peynirlerdeki tuz geçirme katsayısını

$$DK = K_1 \sqrt{y} \quad \text{ve}$$

72 saat salamurada bırakılan peynirler için ise

$$DK = K_2 \sqrt{y} \quad \text{olarak belirtmişlerdir.}$$

K<sub>1</sub> ve K<sub>2</sub> faktör olup  $\frac{DK}{\sqrt{y}}$  oranından bulun-

maktadır. y salamurada 48 saat ve 72 saat bırakılan peynirin kurumaddeindeki tuz oranıdır (%).

Geurts ve arkadaşları (5) Gouda peyniri üzerinde buna benzer bir çalışma yapmışlar ve tuzun peynire geçişi ile ilgili sonuçları Fick formülünden yararlanılarak saptamışlardır.

$$(C' - c) / (C' - C_0) = af (X/Z) = 2\pi^{1/2} \int_0^{x/z} \exp(-w^2) dw$$

$$Z = 2 \cdot (D \times t)^{1/2}$$

Burada

$C'$  = Salamuradaki tuz miktarı

$C_0$  = Başlangıçta peynirin suyundaki tuz miktarı

$c$  = Salamura ve peynir arasındaki temas bölgesinden  $x$  cm mesafedeki tuz miktarı,

$t$  = Görünür diffüzyon katsayısıdır.

Araştırmacılar  $D \times$  değerlerinin salamuradaki tuz oranına ve zamana bağlı olmadığını bildirmişlerdir.

Bütün bu açıklamalardan peynirlerin iç ve dış yüzeyindeki su oranının, peynirlerin tuzu geçirme katsayısı üzerine etkili olduğu anlaşılmaktadır.

#### 3.1.4. — Peynirlerin oransal yüzeyi :

Genel olarak yüzeyin hacme bölünmesi şeklinde tanımlanan oransal yüzey, bazı çalışmalarda yüzeyin ağırlığa bölünmesi olarak kabul edilmiştir. Peynirlerin hacmi küçüldükçe oransal yüzeyi dolayısı ile peynirin salamura ile temas eden yüzeyi arttığından peynire geçen tuz miktarı da artmaktadır. Bu nedenle oransal yüzeyi büyük olan küçük kalıplar halindeki peynirlere geçen tuz miktarı, büyük kalıplar halinde olan peynirlere geçen tuz miktarından fazla olmaktadır. Breen ve arkadaşları 1 ve 1,5 cm. lik dilimler halindeki Cheddar peynirlerinde tuz absorpsiyonunun oransal yüzeye bağlı olarak arttığını ve bu artışın yüksek sıcaklıklarda daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

#### 3.1.5. — Peynirlerin içerdiği yağ miktarı :

Literatürlerde yağ oranının da peynir tarafından absorbe edilen tuz miktarı üzerine etkili olabileceği belirtilmektedir. Geurts ve arkadaşları (4) Gouda peynirinde yağ oranı arttıkça salamuradan peynire geçen tuz miktarının azaldığını belirtmişlerdir. Oktar (10) kürsümüzde % 3, 4, 5, 6, 7 ve 8 oranında yağ içeren sütlerden yaptığı beyaz peynirlerin absorbe ettikleri tuz miktarının farklı olduğunu ve peynir-

$x/z$

$$\int_0^{x/z} \exp(-w^2) dw$$

lerdeki yağ miktarı arttıkça tuz oranının azaldığını yani yağlı peynirlerin daha az tuz absorbe ettiklerini saptamıştır.

#### 3.1.6 — Peynirlerin asitliği :

Araştırmacılar ham peynirdeki asitlik ile olgunlaşmış peynirlerdeki tuz oranı arasında bir bağıntının bulunduğunu, peynirlerde asitlik düşüğe salamuradan peynire geçen tuz oranının da arttığını ileri sürmüşlerdir. Eralp ve arkadaşları (10) yaptıkları bir çalışmada, pastörize edilen ve starter katılmamış sütlerden yapılan peynirlere starter katılan sütlerden yapılan peynirlere kıyasla daha fazla tuz geçişi olduğunu saptamışlardır. Sadek ve Hamed (10) de Mısır'da yapılan Domiati peynirlerinde asitlik ile tuz arasında negatif bir korrelasyonun bulunduğunu bildirmişlerdir. Oktar (10) kürsümüzde beyaz peynirler üzerinde yaptığı bir çalışmada asitliği 47 SH olan peynirde tuz oranını % 5,12; asitliği 44 SH olan bir peynir örneğinde % 7,31 olarak saptamıştır.

#### 3.2. — Salamura ile ilgili faktörler :

##### 3.2.1 — Salamuradaki tuz oranı :

Salamuradaki tuz oranının peynir tarafından absorbe edilen tuz miktarına etkisi diğer faktörlere kıyasla daha fazladır. Salamuradaki tuz oranı arttıkça belirli bir süre için peynire geçen tuz miktarıda artmaktadır. Jakubowski (7), % 10, 15 ve 20 oranında tuz içeren salamuralarda peynirlerin aynı zaman içinde absorbe ettikleri tuz miktarının değiştiğini, salamuradaki tuz konsantrasyonu arttıkça olgunlaşmış peynirdeki tuz oranının yükseldiğini bildirmiştir. Mansour ve Alais (8), 5, 10 ve 20°C deki % 15 ve 18 tuzlu salamuralara 15, 30, 60, 90 ve 120 gün bırakılan beyaz peynirlerde tuz oranını saptamışlardır. Araştırma sonuçları incelendiğinde, peynirlerde saptanan tuz oranı 15 ve 30 gün salamurada kalan peynirlerde salamuradaki tuz oranına göre farklılık gösterdiği, diğerlerinde ise bu farklılığın kaybolduğu görülmüştür.

## 3.2.2 — Salamura sıcaklığı :

Salamura sıcaklığı, peynirin absorbe ettiği tuz miktarına indirekt olarak etkilidir. Sıcaklık arttıkça salamuranın ozmatik basıncı yükseleceğinden peynire geçen tuz miktarında artacaktır. Mansour ve Alais (8) % 10 tuzlu salamuralarda 5, 10 ve 20°C lerde bırakılan beyaz peynirlerde tuz absorpsiyonun 20°C de

yüksek, 10 ve 5°C lerde yavaş olduğunu saptamışlardır.

Açıklamalardan anlaşılacağı gibi, tuzun peynire geçiş olgusu oldukça karmaşık olup, bu olgunun her tip peynir için ayrı ayrı incelenmesi gerekmektedir. Dış ülkelerde bu konu ile ilgili olarak yapılan çalışmaların ülkemizde en çok tüketilen ve üretilen beyaz ve kaşar peynirlerinde tekrarlanması büyük yarar sağlayacaktır.

## L İ T E R A T Ü R

1. BOCHTLER, K., 1971. Die Salzaufnahme bei Käse beeinflussende Faktoren. Deutsche Molkerei Zeitung, 1986 - 1991.
2. CENTELEGHE, J.C., MILLIERE, J.B., VEILLET, I., WEBER, F., 1971. Aspect physicochimiques et microbiologiques du salage en saumure des pâtes molles moisis. La Technique Laitière 708 : 13 - 19.
3. FUTSCHIK, J., 1960. The possibilities of influencing the salt content of semi-hard cheese. D.S.A. 22 (12) 607.
4. GEURTS, J., WALSTRA, P., MULDER, H., 1972. Brine composition and the prevention of the defect «soft rind» in cheese. Netherlands Milk and Dairy Journal 26:168-179.
5. GEURTS, J., WALSTRA, P., MULDER, H., 1974. Transport of salt and water salting of cheese.  
1. Analysis of the processes involved. Netherlands Milk and Dairy Journal 28:102-129.
6. JAKUBOWSKI, J., REEPS, A., 1964. Beitrag zur Kenntnis des Salzabsorption. Vermogen von Käse. Milchwissenschaft 19 (8); 413 - 417.
7. JAKUBOWSKI, J., 1968. Untersuchungen über die Kinetik der Diffusion von Salz in Käse. Milchwissenschaft, 23, (5):282 - 288.
8. MANSOUR, A., ALAIS, C., 1971. Le mécanisme du salage de fromage en saumure. Revue Laitière Française. 250:641 - 645.
9. MANOUR, A., ALAIS, C., 1972. Etude du salage et de l'affinage du fromage en saumure. Le Lait, 52 (518): 515 - 595.
10. OKTAR, E., 1975. İzmir şartlarında manda sütlerinden beyaz peynir yapma imkanları üzerinde araştırma. Doktora çalışması. İzmir.
11. VUJICIC, F., 1963. A study on the relationship between the factors influencing the time of cheese salting. Milchwissenschaft. 18 (6) 282 - 284.
12. YAYGIN, H., 1976. Peynirin tuzlanması sırasında salamurada olan değişmeler. Basıkıda.
13. YAYGIN, H., OKTAR, E., 1976. Değişik asitli sütlerden yapılan beyaz peynirlerin özellikleri üzerinde araştırmalar. Henüz basılmamıştır.
14. ZONSI, D., 1969. Untersuchungen zur Getzmmassigkeit der Salsdiffusion in Käse während des Salzens. Milchwissenschaft 2: 80 - 83.
15. ZONSI, D., 1971. Beitrag zur problematik des Salzens vom Käse in Salzbad. Milchwissenschaft, 12 : 745 - 747.