

## LİYOFİLİZE EDİLMİŞ PROTEİN KAYNAKLI YAĞ İKAMELERİNİN DÜŞÜK YAĞLI EDAM PEYNİRİNİN TEKSTÜR VE OLGUNLAŞMASINA ETKİSİ

### EFFECT OF LIPOPHILIZED PROTEIN BASED FAT-REPLACERS ON TEXTURE AND MATURATION OF LOWFAT EDAM CHEESE

Erdoğan Küçüköner<sup>1</sup>, Zahur U. Haque<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Van Türkiye

<sup>2</sup>Department of Food Science and Technology, Mississippi State University, MS, USA.

**ÖZET:** % 28-30 Yağ içeren normal Edam peynirine karşın, % 15 yağ içeren düşük yağlı Edam peyniri üretilmiştir. Farklı liyofilize edilmiş protein kaynaklı yağ ikameleri (PKYİ) %0.5 (A/A) konsantrasyonunda kullanılmıştır. Peynirler 6 ay 5°C'de olgunlaştırıldı ve farklı zamanlarda analize tabi tutuldu. Olgunlaşma indikatörü olarak suda çözünen protein ve peptid içeriği kullanılmıştır. Suda çözünen protein ve suda çözünen protein olmayan toplam azot miktarı kjeldahl metoduyla belirlenmiştir. Peynir örneklerinin peptid içeriği hidrofobik interaksiyon kromatografisi (HIC) ve zıt-faz kromatografisi (RP-HPLC) ile analiz edilmiştir. HIC peynirlerin suda çözünür fraksiyonları içerisindeki peptidlerin ve proteinlerin ortak eğilimlerinin yansımasını verir. Suda çözünür protein ve toplam protein olmayan azot miktarı PKYİ içeren örneklerde daha yüksek görülmüştür. Olgunlaşma süresince örneklerin genelinde peptid miktarında artış gözlenmiştir. PKYİ'si düşük yağlı Edam peynirinin yapı ve tekstürünü iyileştirdi. Stres değerleri düşük yağlı Edam peynirinde çok yüksek çıkarken, PKYİ içeren örneklerde daha düşük olmuştur.

**ABSTRACT:** Lowfat Edam cheese were produced containing 15% fat compared 30% in normal cheese. Various types of lipophilized proteins were used at a concentration of 0,5% (w/w). The cheese was aged for six months analyzed on different times. The storage temperature was 5°C. Soluble protein and peptide content was used as the indicator of maturation. Soluble protein and non-protein nitrogen were determined by Kjeldahl. Peptid and protein content of the cheese was analyzed hydrophobic interaction chromatography (HIC) and reverse phase chromatography (RP-HPLC). The HIC gave a reflection of the association tendency of the proteins and peptides in soluble fraction of the cheese. Total soluble nitrogen and peptides were higher in cheese containing lipophilized proteins. Overall peptide quantity increased with age. The stress and strain values of cheese samples were determined using Instron material testing machine. Lipophilized proteins improved the texture of lowfat Edam cheese. Stress values were higher on Lowfat control and lower on other cheese samples.

### GİRİŞ

Son yıllarda düşük yağlı ve yağsız süt ürünlerine olan talep giderek artmaktadır. Kalorisi düşük, az yağlı veya yağsız süt ürünleri Avrupa ve Amerika'da marketlerde uzun yıllardır bulunmasına ve giderek sayılarının artmasına karşın ülkemizde bu tip ürünlerin üretimi son yıllarda hız kazanmıştır. Değişik sağlık kuruluşları ve diyetisyenler tarafından önerilen günlük alınacak yağ miktarının %30'un altında olmasıdır. Çünkü son yıllarda fazla yağ tüketimi ile kalp-damar hastalıkları arasında ilişkinin olduğu ispatlanmıştır. Özellikle hayvansal kaynaklı yağların tüketiminin azaltılması önerilmektedir.

Peynirlerde bulunan yağ peynirin tat, aroma, yapı, tekstür ve reolojisi üzerinde büyük bir öneme sahiptir. Şayet peynirin yağı alınırsa yapısında kuruma, sertlik, yapışkanlık ve tat- aroma eksikliği görülür (JAMESON, 1987). Bu anormallikleri gidermek için peynirlerde alınan yağın yerine bazı ikame maddeleri kullanılmaktadır. Gıda endüstrisinin geliştirmiş olduğu yağ ikameleri tüketicilere kaliteli düşük yağlı, kalorisi ürün sunmayı amaçlamaktadır. Bu yeni katkı maddeleri çok az kalori vermekle birlikte düşük yağlı süt ürünlerinde istenen fiziksel, kimyasal ve yapısal özellikleri sağlamaktadır (KÜÇÜKÖNER, 1996; KÜÇÜKÖNER ve DOĞAN, 1999). İyi bir yağ ikamesi istenen tat ve aromayı ve diğer duyuşsal özellikleri değiştirmemelidir (ANONYMOUS, 1990; DUXBURY, 1992). Ayrıca son yıllarda sert ve yarı sert peynirlerin yapı ve tekstürünün araştırılmasında Instron Universal Test sistemi fazlaca kullanılmaya başlanmıştır (ATTAIE ve ark. 1996; SHAMA ve SHERMAN, 1973; KÜÇÜKÖNER ve ark., 1998).

SANTOSO (1992)'nin yağsız Edam peynirlerinde yaptığı çalışmada 6 haftalık depolama süresince suda çözünen azot miktarında (WSN) artış gözlemiştir (%6.40 dan %13.3). Benzer çalışma Cheddar peynirinde de yapılmış ve depolama süresince WSN'nin arttığı tespit edilmiştir (BULLOCK ve IRVINE, 1956).

Peynirde meydana gelen değişimleri özellikle proteolizin derecesini belirlemek ve ayrıca oluşan ürünleri karakterize etmek için kromatografi tekniklerinden yararlanılmaktadır. Bunlardan özellikle yüksek performans sıvı kromatografisi (HPLC) yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (FOX, 1993). Bu metotta peynir ekstraktları alınıp HPLC uygulanarak peptidler ayırt edilmeye başlanmıştır. CLIFFE ve ark. (1989) protein ve peptidlerin ayırımını %0,1'lik Trifloraasetik asit (TFA), su ve metanolden hazırlanmış oldukları çözeltiliye HPLC'de 214 nm'de ölçümleri yapılmıştır.

Bu çalışmanın amacı liyofilize edilmiş protein kaynaklı yağ ikamelerinin ilavesiyle üretilen düşük yağlı Edam peynirinin yapı, tekstür ve biyokimyasal özelliklerinde oluşacak değişimlerin araştırılmasıdır.

## MATERYAL VE METOD

Protein kaynaklı yağ ikameleri Mississippi State Üniversitesi, gıda bilimi ve teknolojisi protein laboratuvarından temin edilmiştir. Bunlar değişik şekillerde isimlendirilmektedir. Liyofilize edilmiş proteinler (LIP-ro), protein kaynaklı yağ benzeri maddeler (protein based fatlike perception), yağ taklitleri (fat-mimetic). Bunların hepsi süt proteinlerinin çeşitli modifikasyonu ile elde edilmişlerdir (HAQUE ve KITO, 1983, a, b). Protein kaynaklı yağ ikamesinin bu çalışmada kullanılan miktarı %0,05 (ağırlık/ağırlık)'dir.

Peynirler KOSIKOWSKI (1982)'de belirtilen Edam peyniri yapım metodu esas alınarak yapılmıştır. Bu metotta bazı küçük değişiklikler yapılmıştır. Peynire işlenecek sütler yağ oranları standardize edildikten sonra, süt dört eşit gruba ayrılmıştır. Bunlardan biri düşük yağlı Edam peynirine işlendi. Diğerlerinin her birine farklı protein kaynaklı yağ ikamesi (PKYİ2, PKYİ4, PKYİ6) ilave edilmiştir. Üretim şekli SANTOSO (1992), HAQUE ve KÜÇÜKÖNER (1997)'de geniş olarak anlatılmıştır.

### Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Peynir örneklerinde yağ miktarı Babco metoduyla tespit edilmiştir (MARTH, 1978). Protein miktarı Lab-conco Semi-Micro Kjeldahl yakma ve distilasyon ünitesi kullanılarak yapılmıştır (AOAC, 1990). Peynir örneklerinin nem ve kül oranlarının tayininde (AOAC, 1990)'da belirtilen metot kullanılmıştır. pH değerleri ise Fisher Accument mini pH metresi ile (Model 640 Fisher Scientific Instruments) ölçülmüştür. Suda çözünen toplam azot miktarı ve eriyebilen protein miktarı Kjeldahl metoduyla çözünür fraksiyonda belirlenmiştir. Suda eriyen protein miktarını tespit için Trichloroacetic acid (TCA) kullanılmıştır. Metot ve örneklerin hazırlanması KÜÇÜKÖNER (1996), KÜÇÜKÖNER ve HAQUE (1997)'de geniş olarak verilmektedir.

### Tekstür Analizleri

Stres ve starin parametreleri Instron Universal Testin Machine kullanılarak tespit edilmiştir. Analizin nasıl yapıldığı LEE ve ark. (1998), KÜÇÜKÖNER ve ark. (1998)'de açıklanmıştır. Peynirlerin yüzeye yakın kabuk kısımları tamamen uzaklaştırıldıktan sonra örnekler alınıp oda ısısında analizler yapılmıştır.

### Zıt – Faz Yüksek Basınç Sıvı Kromatografisi (RP-HPLC)

Peynir örneklerindeki peptid ve proteinlerin analizi için RP-HPLC kullanılmıştır. Örneklerin hazırlanması ve aletin kullanıldığı şartlar KÜÇÜKÖNER (1996)'da belirtilmiştir.

Kolon olarak Primesphere (Phenomenex) (C<sub>4</sub> 300 A, 250x 460 mm) ve metot olarak HAQUE ve MOZAFFER (1992a) da açıklanan metot kullanılmıştır. İki farklı çözücü kullanılmıştır ve bunlar A-%0.1 TFA ve HPLC saflığında su B-% 100 HPLC saflığında Acetonitrile kullanılmıştır.

### Hidrofobik İnteraksiyon Kromatografisi (HIC)

Araştırma örneklerindeki hidrofobik proteinler ve peptidlerin tespiti için Bio-Rad HIC (HRL MP7) kolunu kullanılmıştır. Örneklerin hazırlanması ve analizin nasıl yapıldığı KÜÇÜKÖNER (1996)'da anlatılmıştır.

Bu kolonla birlikte iki çözücü kullanılmıştır. A-0,1 M fosfat çözeltisi çözünmüş 1,7 M Amonyum sülfat (PH=7) B-0,1 M fosfat çözeltisi (pH=7. Metod HAQUE ve MOZAFFER (1992b)'den alınmıştır.

Araştırma sonuçlarının istatistiksel değerlendirmesi Statistical Analysis System programı (1990) (SAS) ile yapılmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Peynir örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Peynir örneklerinin yağ oranları ve pH değerleri arasında istatistiksel olarak bir fark gözlenmemiştir ( $P > 0,05$ ). Buna karşın nem ve protein miktarlarındaki farklılıklar tespit edilmiştir ( $P < 0,05$ ). FLPE ilave edilmiş peynir örnekleri daha fazla su tutmuşlar ve protein oranları kontrolden yüksek çıkmıştır. Protein oranlarının yüksek çıkması iki nedenden kaynaklanabilir, bunlardan birisi peynir altı suyu proteinlerinin suyla birlikte peynirde kalması, ikincisi ise ilave edilen protein kaynaklı yağ ikamelerinden proteinlerin gelmesi. KÜÇÜKÖNER ve ark. (1997)'nin farklı yağ ikameleri kullanarak yaptıkları Cheddar peynirlerinde benzer sonuçları elde etmişlerdir. SCHLESSEER ve ark. (1992)'nin yaptıkları bir çalışmada depolamanın ilk 15 gününde toplam kuru madde, yağ, protein ve tuz oranlarında artış gözlemiştir.

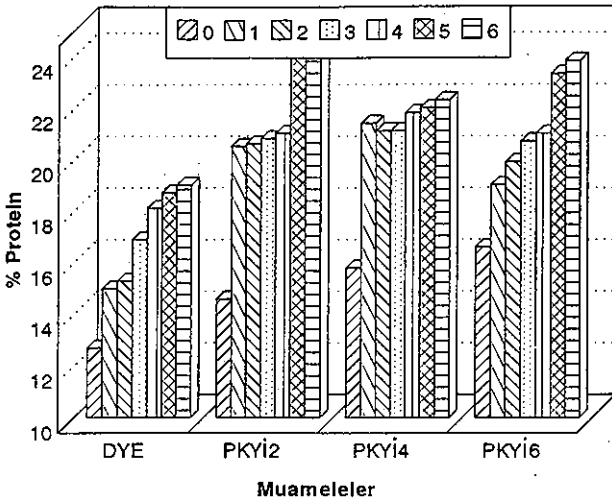
Çizelge 1. Depolama Başlangıcında Düşük Yağlı Edam Peynirinin Kimyasal Bileşimi

Bileşenler	Muameleler			
	DYE	PKYİ2	PKYİ4	PKYİ6
Nem %	50 <sup>a</sup>	51 <sup>b</sup>	53 <sup>d</sup>	52 <sup>c</sup>
Yağ %	15 <sup>a</sup>	15 <sup>a</sup>	14,8 <sup>a</sup>	14,7 <sup>a</sup>
Kül %	3,9 <sup>b</sup>	4,0 <sup>b</sup>	3,3 <sup>a</sup>	3,2 <sup>a</sup>
pH	4,8 <sup>a</sup>	4,9 <sup>a</sup>	5,0 <sup>a</sup>	5,1 <sup>a</sup>
Protein %	28 <sup>a</sup>	29 <sup>b</sup>	30 <sup>c</sup>	30 <sup>c</sup>

a,b,c,d : farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

DYE : Düşük yağlı Edam peyniri, PKYİ2, PKYİ4, PKYİ6: Protein kaynaklı yağ ikameleri ilave edilmiş peynir örnekleri.

Peynirlerdeki toplam çözünür protein, peptid ve amino asit miktarını gösteren, suda çözünen toplam



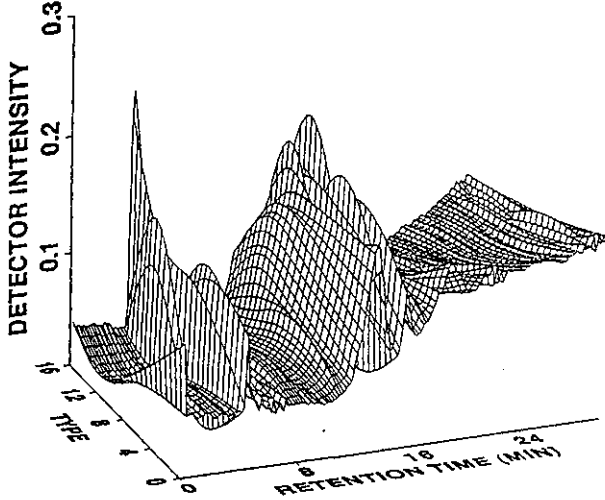
Şekil 1. Düşük yağlı edam peynirlerinde 6 aylık depolama süresince toplam çözünür azot miktarı değişimi

azot miktarı taze peynirde en yüksek PKYİ4 olmuştur (Şekil 1). Peynir olgunlaştıkça suda çözünen toplam azot miktarında değişimler gözlenmiştir. Altı aylık depolamanın sonunda en yüksek PKYİ4 ve PKYİ6'da en düşük ise DYE'de saptanmıştır (Şekil 1). GRIERSON (1985) %12,5 TCA kullanarak yaptığı çalışmada bir haftalık depolama süresinde WSN'in %1,66 dan %1,84'e çıktığını gözlemiştir. SANTOSO (1992) yağsız Edam peynirinde yaptığı çalışmada 6 haftalık süresince WSN miktarında artış saptanmıştır (%6,40 dan %13,3).

Peynir örneklerindeki suda eriyen protein miktarı TCA kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen değerlere göre örnekler arasında farklılıklar gözlenmiştir. Ayrıca peynirlerin hepsinde depolama süresince suda eriyen protein miktarında artışlar olmuştur (Şekil 2). KÜÇÜKÖNER ve HAQUE (1997) Cheddar peynirlerinde yaptıkları çalışmada benzer sonuçları elde etmişlerdir.

Son yıllarda peptid ve proteinlerin karakterize edilmesinde RP-HPLC fazla miktarda kullanılmaktadır. Özellikle zıt fazlı kolonlar yaygın olarak kullanılıyor (FOX,1993). Bu çalışmada peynirin suda çözünür kıs-

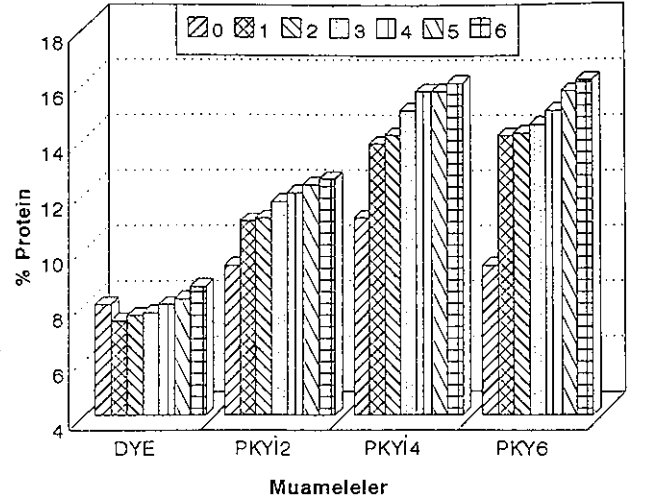
mında peptid ve protein içeriğine bakılmıştır. Elde edilen sonuçlardan 1. aya ait olanlar Şekil 3'de ve 6. aya ait olanlar Şekil 4'de verilmiştir. Şekle bakıldığında olgunlaşmanın başlangıcında yüksek alıkonma zamanlarında çok az sayıda pik bulunmaktadır. Buna karşın düşük alıkonma zamanlarında ise fazla miktarda değişimler görülmektedir. Bu düşük alıkonma zamanlarında ise fazla miktarda değişimler görülmektedir. Bu düşük alıkonma zamanlarındaki değişim peptidlerin değişimlerini göstermektedir (Şekil 4). Peynirler olgunlaştıkça, büyük molekül yapısına sahip kazein ve diğer büyük molekülü peptidler küçük yapıya peptidlere hidroliz olmaktadır. Ayrıca peynirlerin olgunlaşması sırasında peptidlerde artışlar gözlenmektedir ve bu artış özellikle düşük yağlı veya yağsız peynirlerde daha fazla olmaktadır.



Şekil 3. Düşük yağlı edam peynirlerine ait 1. aydaki RP-HPLC sonuçları

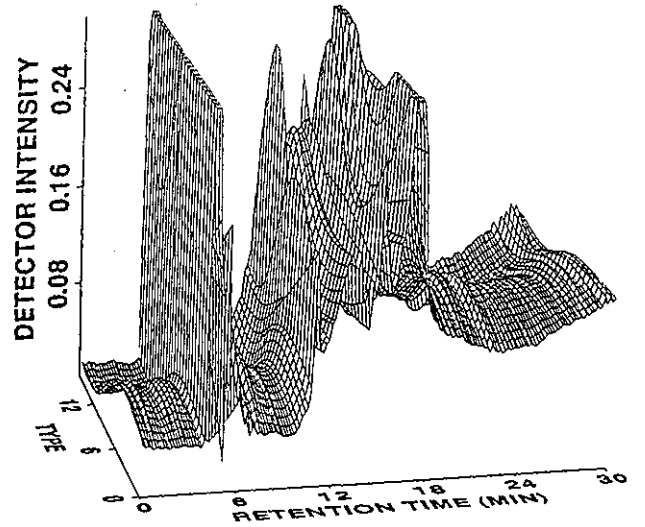
TOVE ve ark. (1992) peynirlerdeki proteolizi HPLC ile çalışmışlar ve RP-HPLC'nin olgunlaşma süresinde  $\alpha_{s1}$  ve  $\beta$ -kazeinin değişimini izlemede başarıyla kullanılacağını bildirmektedir. Ayrıca KUCHROO and FOX (1982) yaptıkları bir çalışmada olgunlaşma süresince oluşan peptidlerin bazıları istenen tat ve aromayı oluştururken bazıları da acılığa neden olacağını bildirmektedirler.

Düşük yağlı Edam peynirine ait HIC sonuçları Şekil 5'de (2. ay) ve 6'da (6. ay) verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi hidrofobik peptidler depolama süresince artmıştır. Depolamanın başlangı-

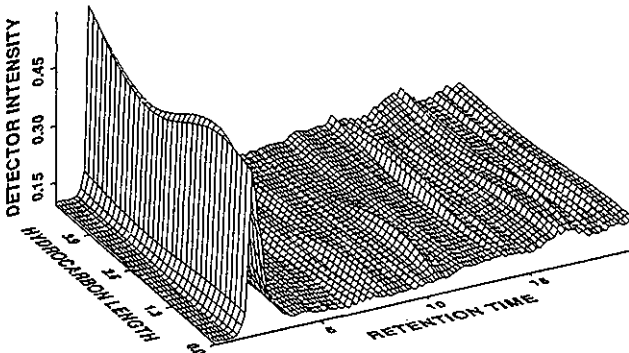


Şekil 2. Düşük yağlı edam peynirlerinde 6 aylık depolama süresince suda eriyen protein miktarı değişimi

Depolamanın sonuna doğru yüksek alıkonma zamanlarında peptid miktarında artış olmuştur. ASTON ve CREAMER (1986); TIELEMAN ve WARTHESEN (1991) benzer sonuçları Cheddar peynirlerinde saptamışlardır. CLIFFE ve ark. (1989) Cheddar peynirinde protein ve peptidlerin ayrımında benzer metodu kullanmışlar ve diğer bazı metodlarla karşılaştırıp yakın sonuçları elde etmişlerdir. Şekil 4 incelendiğinde protein kaynaklı yağ ikamesi içeren peynir örneklerinin daha fazla protein ve peptid içerdiği görülmektedir.



Şekil 4. Düşük yağlı edam peynirlerine ait 6. aydaki RP-HPLC sonuçları



Şekil 5. Düşük yağlı edam peynirlerine ait 2. aydaki HIC sonuçları

sonra stresde hızlı bir düşüş izlenmiştir. En hızlı düşüş PKYİ4 ve PKYİ6'da gözlenmiştir. Bu nedenle bu örnekler için daha kısa bir depolama zamanı önerilebilir. Olgunlaşma süresince yapı ve tekstürde iyi bir gelişme gözlenmiştir. Olgunlaşma süresinin uzatılması peynirlerde yapı, tekstür ve tat aromanın iyileşmesini sağlar (McGREGOR ve WHITE,1990). Elde edilen sonuçlar De YONG (1976) ve LAWRENCE ve ark. (1983)'nın buldukları sonuçlara yakın çıkmıştır. Depolamanın ilk ayında kazein ağı zayıflıyor ve kazein fraksiyonları hidrolize uğruyor. Daha sonraki dönemlerde peynir yumuşayarak istenen yapıyı alıyor. ATTAIE ve ark. (1996) Cheddar peyniri benzeri keçi sütünden yapılmış peynirlerde olgunlaşma

Çizelge 2. Depolama Süresinde (5 ay) Ortalama Olarak Düşük Yağlı Edam Peynirinin Stres ve Strain Değerleri

Sıralama <sup>1</sup>	Muameleler	Stres (KN/m <sup>2</sup> )	Strain
1	PKYİ6	488	0,3710
2	PKYİ4	572	0,4123
3	PKYİ2	652	0,372
4	DYE	1018	0,3702

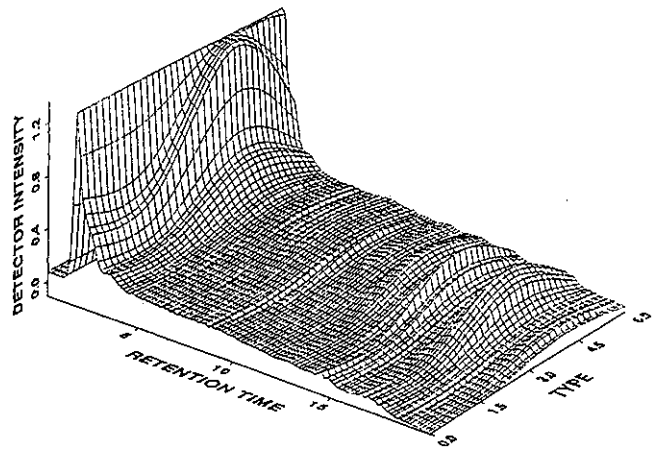
<sup>1</sup> Sıralama yükseldikçe peynirin sertliği artmaktadır.

görülmüştür. KÜÇÜKÖNER ve ark. (1998) benzer sonuçları Cheddar peynirinde saptamışlardır.

Sonuç olarak farklı muameleler yağsız veya az yağlı peynirlerin stres ve strain değerlerini önemli ölçüde etkilemektedir. Bunun sonucu olarak yapı ve tekstürde önemli değişimler görülmektedir. Düşük yağlı peynir çeşitleri yağ ikamesi kullanılarak yapısal iyileştirmeler elde edilir. Fakat tat ve aroma bakımından daha fazla çalışmalara ihtiyaç vardır. Son yıllarda üzerinde çok araştırmalar yapılan bu konuda daha çok araştırmalar yapılacağı benziyor.

cında hidrofobik peptidler düşük olmasına rağmen daha sonra yükselmiştir. PKYİ içeren peynirlerde bu artış daha fazla olmuştur. KUM ve ark. (19991) pastörize süttten yaptıkları peynirlerin çiğ süttten yapılarına göre daha fazla hidrofobik peptid içerdiğini gözlemlemiş Bunların elde ettiği sonuçlar bu çalışmanın sonuçlarına benzerlik göstermiştir.

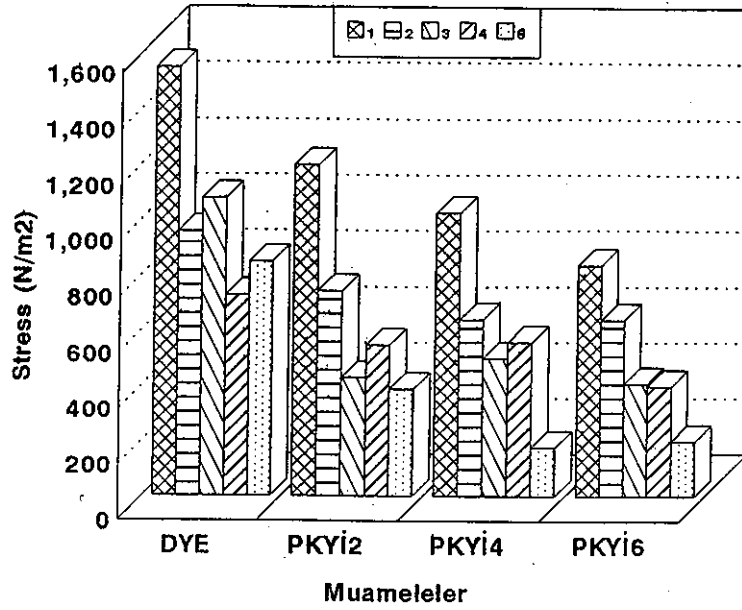
Stres değerleri incelendiğinde depolamanın bütün dönemlerinde kontrolün yüksek değerlere sahip olduğu açıkça görülür (Şekil 7). Olgunlaşmanın üçüncü ayından



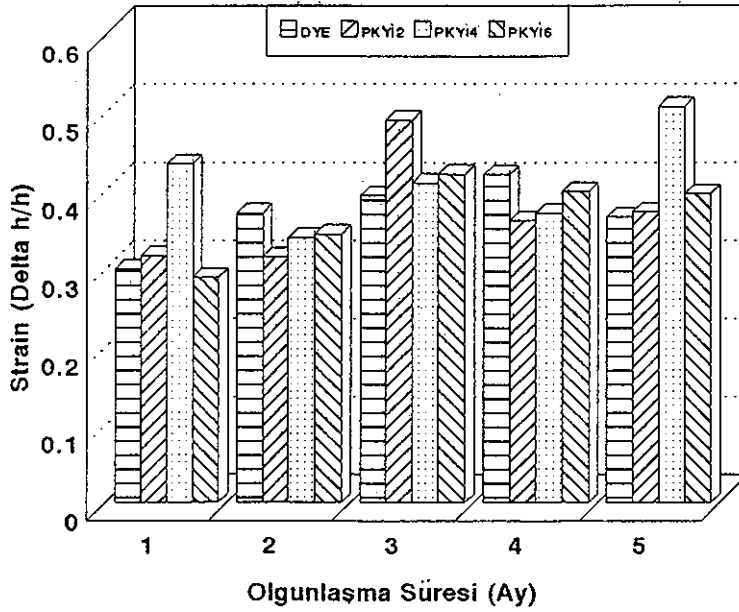
Şekil 6. Düşük yağlı edam peynirlerine ait 6. aydaki HIC sonuçları

süresince reolojik değişimlere bakmışlar ve benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Starin değerleri peynirin ne kadar hızlı parçalanıp ufalandığını gösterir. En düşük strain değerini DYE almıştır ve bu da bunun hızlı bir şekilde kırılıp ufalandığını ifade eder. Depolamanın ilk iki ayından sonra hızlı bir değişim olmuş ve daha sonra fazla bir değişim gözlenmemiştir. (Şekil 8). Protein kaynaklı yağ ikamesi ilave edilen bütün örneklerde daha yüksek strain değeri



Şekil 7. Düşük yağlı edam peynirlerinde 6 aylık depolama süresince stres değerleri değişimi



Şekil 8. Düşük yağlı edam peynirlerinde 6 aylık depolama süresince strain değerleri değişimi

## KAYNAKLAR

- ANONYMOUS, 1990. Fat Substitute Update. Food Technology. March:92-97.
- Association of Official Analytical Chemists International.1990. Official Methods of Analysis. 15 th Ed. AOAC, Arlington, VA.
- ATTAIE,R.,RONALD,L.R., and RISCH,E.1996. Manufacturing parameters and rheological characteristics of Cheddar-like hard Goat cheese. J. Dairy Sci.79:1-7.
- BULLOCK,D.H and O.R.IRVINE. 1956. A chromatographic study of Cheddar cheese ripening. J. Dairy Sci. 39:1229-1235.
- CLIFFE,A.J.,REVELL,D. And LAW, B.A. 1989. A method for reverse phase HPLC of peptides from Cheddar cheese. Food Chem. 34:147-160.

- CREAMER, L.K and OLSON, N.F. 1982. Rheological evaluation of maturing Cheddar cheese. *J. Food Sci.* 47:631-644.
- DE YONG, L. 1976. Protein breakdown in soft cheese and its relation to consistency. *Neth. Milk Dairy J.* 30:242-253.
- DUXBURY, D.D. 1990. Starch-Protein is Key to no Fat, no Cholesterol Reduced Calorie Frozen Dairy Dessert by Bresler's Food Processing. 51:46-48.
- FOX, P.F. 1993. *Cheese: Chemistry Physics and Microbiology*. 2 th ed. Chapman and Hill Inc. New YORK, N.Y
- GRIERSON, G.R. 1985. The liberation of water soluble nitrogen during cheese ripening. *S. Afr. J. Dairy Technol.* 17:71-78.
- HAQUE, Z.U. and KITO, M. 1983a. Lipophilization of  $\alpha$ s1-casein I. Covalent attachment of palmitoyl residue. *J. Agric. Food. Chem.* 31:1225-1230.
- HAQUE, Z.U. and KITO, M. 1983b. Lipophilization of  $\alpha$ s1-casein II. Conformational and functional effects. *J. Agric. Food. Chem.* 31:1231-1237.
- HAQUE, Z.U. and MOZAFFER. 1992a. Casein hydrolysate: 1. continuous production using immobilized enzyme bioreactors. *Food Hydrocolloids.* 5:549-559.
- HAQUE, Z.U. and MOZAFFER. 1992b. Casein hydrolysate: 2. Functional properties of peptides. *Food Hydrocolloids.* 5:559-565.
- JAMESON, G.W. 1987. Dietary Cheeses: Lowfat, low salt. *Food Technol. Aust.* 38:99-102.
- KOSIKOWSKI, F.W. 1982. *Cheese and Fermented Milk Foods*. 2 nd ed. F.V. Kosikowski and Assoc Brooktondale, NY.
- KUCHROO, C.N., and P.F.FOX. 1982. Fractionation of the water soluble nitrogen from cheddar cheese: chemical methods. *Milchwissenschaft.* 37(11):651-657.
- KUM, Y.L.M.B.DAVID., and R.R.ROBERT. 1991. Influence of pasteurization of milk on protein breakdown Cheddar cheese during aging. *J. Dairy Sci.* 74:727-740.
- KÜÇÜKÖNER, E. 1996. Effect of Commercial Fat Replacers on the Physico- Chemical Properties and Rheology of Lowfat Cheddar cheese. Ph. D. Dissertation, Mississippi State University, MS State, USA.
- KÜÇÜKÖNER, E. and Z.U. HAQUE. 1997. Physico-chemical and rheological properties of full fat and low fat Edam cheeses (Submitted *J. Dairy Sci.*).
- KÜÇÜKÖNER, E., ARYANA, K.J., and HAQUE, Z.U. 1998. Rheology and Microstructure of Lowfat (%5) Cheddar Cheese Containing a Fat-Like Perception Enhancers and Fat Replacers. *Food Sci. Int Tokyo*, 4(3):178-183
- KÜÇÜKÖNER, E. ve DOĞAN, İ.Sİ 1999. Gıda Sanayinde Kullanılan Bazı Yağ İkameleri ve Özellikleri. *Gıda, Nisan*:47-50.
- LAW, B.A., Z.D.HOSKING and H.R. CHAPMAN. 1979. The effect of some manufacturing conditions on the development of flavor in Cheddar cheese. *J. Soc. Dairy Techn.* 32:87-90.
- LAWRENCE, R.C., GILLES, J., and CREAMER, L.K. 1983. The relationship between cheese texture and flavour. *N.Z.J. Dairy Sci. Technol.* 18:175-190.
- LEE, C.M., FILIPI, X.Y., SMITH, D., REGENSTEIN, J., DAMODARAN, S.M.A, C.Y. and HAQUE, Z.U. 1998. Standardized failure compression test of protein gels from a collaborative study. *F. Food Sci.* 62(6):1163-1168.
- MARTH, E.H. 1978. *Standart Methods for the Examination of Dairy Products*. 14 th Edition. Am. Public Health Assoc. Washington, D.C.
- MCGREGOR, J.U. and C.H.WHITE. 1990. Optimizing ultrafiltration parameters for the development of low fat Cheddar cheese. *J. Dairy Sci.* 73:314-329.
- RICHARDSON, G.H. 1985. *Standart Methods for the Examination of Dairy Products*. 15 th ed. Am. Pub. Health Assn. Washington D.C.
- SONTOSO, W. 1992. Effect of fat-like Perception Enhancer, Lipo 4 on the Flavor and Texture of Lowfat Edam Cheese. M.S. Thesis, Mississippi State University, MS State, USA.
- SAS Institute, INC. 1990. *SAS Procedure Guide*. Cary, N.C.
- TIELEMAN, A.E. and J.J. WARTHESEN. 1991. Comparison of three extraction procedures to characterize Cheddar cheese proteolysis. *J. Dairy Sci.* 74:3686-3694.
- TOVE, M., E.CHRISTENSEN, R.KRISTIANSEN, and J.S.MADSEN. 1992. Proteolysis in cheese investigated by HPLC. *J. Dairy Res.* 59:124-132.