

## KÜÇÜK EKMEK YAPIMINDA BAZI KATKI MADDELERİNİN KULLANILMASININ EKMEK NİTELİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ\*

### EFFECT OF USING SOME ADDITIVES ON BREAD ROLLS QUALITY

M.Sertaç ÖZER, Ali ALTAN

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, ADANA

**ÖZET:** Ticari koşullarda, mekanik hamur olgunlaştırma yöntemiyle küçük ekmek yapımında; bazı katkı maddelerinin ekmeğin hacim verimi, gözenek değeri, Neuman pişme değeri, nem içeriği ve yumuşaklığı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla; her kg un için 75 mg askorbik asit, 2 mg amilaz preparatı, 5-15 g şeker, 0-2,5 g lesitin, 0-10 g katıyağ ve 0-10 g düzeylerinde süt tozu değişik şekillerde kombine edilerek 16 değişik formülle ekmek yapılmıştır.

Elde edilen bulgulara göre L-askorbik asit ve amilaz preparatı ile birlikte lesitin ve katı yağ kullanılması ekmek niteliklerini önemli ölçüde iyileştirmektedir. Lesitin ya da katı yağ olmaksızın formüle süt tozu katılmasının ve/ya da şeker düzeyinin artırılmasının incelenen ekmek nitelikleri üzerinde belirgin bir etkisi görülmemiştir. Lesitin ve katıyağla birlikte, hamura katılan şeker miktarının artırılması özellikle ekmek hacim verimi ve pişme değerini olumlu yönde etkilemektedir. 72 saat sonraki ekmek yumuşaklığı üzerinde en etkili katkı maddesi lesitin olup lesitin + katıyağ kombinasyonu ekmek sertleşmesini yavaşlatmada daha da etkili olmaktadır.

**SUMMARY:** Effects of some additives on the characteristics (volume, grain, Neuman baking value, moisture content and firmness) of bread rolls made by mechanical dough development system in bakery conditions were investigated. For this purpose, 16 different bread formulas were studied by combining six different additives (75 mg Ascorbic acid, 2 mg Amylase, 5-15 g Sugar 0-25 g Lecithin, 0-10 g Shortening and 0-10 g Non fat dry milk/kg Flour).

According to the results obtained by adding lecithin and shortening together with ascorbic acid and amylase to bread formulas, the quality of breads was improved. Adding non fat dry milk and/or increasing the quantity of added sugar without using lecithin or shortening did not affect the bread quality significantly. Bread volume and baking value were effected positively by additive increased level of sugar together with lecithin and shortening. It was found out that lecithin was the most efficient additive on bread softness for 72 hours, and Lecithin + shortening was the best combination for decreasing the firming rate of bread.

### GİRİŞ

Temel gıda maddelerinin başında yer alan ekmek, ülkemizde günlük kalori gereksiniminin % 44'ünü, protein gereksiniminin ise yaklaşık % 50'sini karşılamaktadır (ERCAN ve ÖZKAYA, 1984). Halen ülkemizde üretilen ekmeğin azımsanamıyacak bir kısmı üretim fazlası ve tüketim artışı olarak israf edilmektedir. Ekmeklerin büyük oluşu ve hızlı bayatlamaları tüketim artışının başlıca nedenleri arasında yer almaktadır. Batılı ülkelerde uzun zamandan beri yaygın olan küçük ekmek üretimi son yıllarda ülkemizde de önem kazanmaya başlamıştır.

Ekmek yapımında; hammaddelerden ve işlemlerden kaynaklanan kusurları gidermek, ekmek niteliklerini iyileştirmek, bayatlamayı geciktirmek, zaman, yer ve iş gücü tasarrufu sağlamak amaçlarıyla çeşitli katkı maddelerinin kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Bu katkı maddelerinin başlıcalarını; okside edici maddeler, amilaz preparatları, şeker, yağ, yüzey aktif maddeler, süt tozu, proteince zengin katkıları vb. oluşturmaktadır (ANON, 1990).

Hamurun olgunlaştırılmasında kullanılan en eski yöntem olan biyolojik olgunlaştırma yönteminin yerine, günümüzde, ekmek yapım süresini kısaltarak yer, zaman ve iş gücü tasarrufu sağlayan, kimyasal ve mekanik hamur olgunlaştırma yöntemleri geliştirilmiştir. Halen ülkemizde, yaygın olarak, mekanik hamur olgunlaştırma yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemin en önemli iki unsurundan biri hamura yoğun bir mekanik enerji uygulamak, diğeri ise Potasyum bromat ve/ya da Askorbik asit gibi oksitleyici kimyasal maddeler kullanmaktır (KENT, 1984; BLANSHARD ve ark., 1988).

Ekmek hazırlama süresini kısaltmak ve ekmek niteliklerini iyileştirmek için hamurda  $\alpha$ -amilaz preparatı kullanımı da yaygın bir uygulamadır. Ülkemiz buğdaylarının  $\alpha$ -amilaz aktivitesinin düşük olması bu katkının önemini daha da arttırmaktadır (ERCAN ve ÖZKAYA, 1984).

\* Bu makale M.Sertaç ÖZER'in, Çukurova Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenen Yüksek Lisans Çalışmasına dayalı olarak hazırlanmıştır.

Un lipidlerinin yaklaşık yarısını, yüzey aktif madde karakterli polar lipidler oluşturmaktadır (PYLER, 1988). Yüzey aktif maddeler; polar ve apolar kollar içermeleri (MANLEY, 1983) nedeniyle gluten gelişimini teşvik edici, protein-nişasta, protein-yağ komplekslerinin oluşumunu sağlayıcı, hamurun gaz tutma yeteneğini dolayısıyla ekmek hacmini artırıcı, ekmek içi sertliğini ve yapışkanlığını azaltıcı ve bayatlamayı geciktirici etkilere sahiptirler (KROG, 1981; BRUINSMA ve FINNEY, 1984; WAYNE ve HOSENEY, 1986; ASLAN ve ark., 1992). Ekmek yapımında yaygın olarak kullanılan yüzey aktif maddelerin başlıcaları; lesitin, mono ve digliseritlerin diasetil tartarik asit esterleri (DATEM), sodyum stearoil-2-laktilat (SSL), kalsiyum stearoil-2-laktilat (CSL) olarak sıralanabilir (ÜNAL, 1991; ELGÜN ve ERTUGAY, 1992).

Yağ; hamurda yağlayıcı, nişasta jelatinizasyonu sırasında viskozite artışını geciktirici, yüzey aktif maddelerle beraber köpük oluşturu ve dolayısıyla gaz kabarcıklarının yüzeyini film halinde kaplayarak hamurdan gaz çıkışını geciktirici etkileri nedeniyle ekmek yapımında kullanılan temel katkı maddelerinden birini oluşturur (BLANSHARD ve ark., 1988, ERTUGAY ve ark., 1988).

Şeker; mayalar için temel besin maddesi olmasının yanısıra kabuk rengi ile tat ve aroma oluşumundaki işlevleri nedeniyle de ekmek yapımında özel bir öneme sahiptir. Fermentasyon süresinin klasik ekmek yapım yöntemine göre daha kısa olduğu mekanik hamur olgunlaştırma yönteminde, amilazların nişastayı parçalayarak yeterli şeker oluşturacakları zamana kadar geçecek süre içerisinde mayaların enerji gereksinimini karşılamak için hamura şeker katılması yaygın bir işlem haline gelmiştir (ÜNAL, 1980; MILLER, 1981).

Ekmekğin besin değerini arttırmak amacıyla, özellikle ABD'de yaygın olarak kullanılan bir diğer katkı maddesi de süt tozudur (AYKROYD ve DOUGHTY, 1971; HOSENEY, 1983). Süttozunun, ayrıca, unun su absorpsiyonunu yükseltici, hamurun yoğurulma ve fermentasyon toleranslarını artırıcı etkilerinin de bulunduğu bildirilmektedir (ELGÜN ve ark., 1987).

Bu çalışmada; ticari koşullarda mekanik hamur olgunlaştırma yöntemiyle küçük ekmek yapımında, yaygın olarak kullanılan bazı katkı maddelerinin, değişik kombinasyonlar halinde ve nisbeten düşük miktarlarda kullanılmasının, ekmekğin bazı nitelikleri üzerindeki bağımsız ve ortak etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## ÖZDEK VE YÖNTEM

### Özdek

Denemelerde özdek olarak piyasadan sağlanan Tip 1 ve Tip 3 unların 2:1 oranında paçalları, preslenmiş yaş maya, şehir şebeke suyu, kristal tuz, kristal toz şeker, katı yağ, yağsız süt tozu, ağartılmış ticari sıvı lesitin ile L-Askorbik asit (Merck) ve -amilaz preparatı (Rholase Röhm) kullanılmıştır.

### Ekmek Yapım Yöntemi ve Ekmek Formülleri

Hamur hazırlamada, her kg un için; farinografya belirlenen değerlerin % 1 fazlası kadar su, 30 g maya, 15 g tuz, 75 mg askorbik asit ve 2 mg amilaz preparatı sabit bileşenler olarak kullanılmıştır. Bunların yanısıra, hamur bileşimine her kg un için: 5-15 g şeker, 0-10 g katı yağ, 0-2,5 g lesitin ve 0-10 g süt tozu değişken katkılar olarak, Çizelge 1'de gösterildiği gibi, yalnız başlarına ya da değişik kombinasyonlar şeklinde katılarak 16 değişik formülle hamur ve ekmek yapılmıştır. Her formül 3'er kez yinelenmiştir.

Ekmek hamuru 55 d/d hızındaki, eğik milli ve tek paletli yoğurma makinasında 25 dakika süre ile yoğurulmuştur. Elde edilen hamur kitlesi fermentasyon kabinde 10 dakika süre ile bekletilmiş, takiben el ile 100'er gramlık parçalara bölünüp şekil verilerek tabanı delikli bir tavaya dizilmiş ve 60 dakika süre ile parça fermentasyonuna bırakılmıştır. Bu süre sonunda hamur parçaları sabit tabanlı fırında (Sarmaksan-Matador)  $240 \pm 10^\circ\text{C}$  sıcaklıkta,  $20 \pm 1$  dakika süre ile pişirilmiştir.

Denemeler, Adana'da, küçük ekmek üreten ticari bir fırında gerçekleştirilmiştir.

### Analiz Yöntemleri

Denemelerde kullanılan unların özelliklerini belirlemek amacıyla; bunların nem ve protein içerikleri ile farinografik ve ekstensografik özellikleri ULUÖZ (1965)'e, kül içerikleri ANON (1983)'a, yağ ve kuru öz miktarları ile düşme sayısı değerleri ise ÖZKAYA ve KAHVECİ (1990)'ye göre ölçülmüştür.

**Çizelge 1. Denemelerde Uygulanan Ekmek Formüllerinin Kodları ve İçerdikleri Değişken Katkıların Mikarları<sup>(1)</sup>**

Formül kodu	Değişken Katkı Miktarları (g/kg Un)			
	Şeker	Katı Yağ	Lesitin	Süt Tozu
E <sub>1</sub> (Tanık)	5	0	0	0
E <sub>2</sub>	15	0	0	0
E <sub>3</sub>	5	10	0	0
E <sub>4</sub>	5	0	2,5	0
E <sub>5</sub>	5	0	0	10
E <sub>6</sub>	5	10	2,5	0
E <sub>7</sub>	5	10	0	10
E <sub>8</sub>	5	0	2,5	10
E <sub>9</sub>	15	10	0	0
E <sub>10</sub>	15	0	2,5	0
E <sub>11</sub>	15	0	0	10
E <sub>12</sub>	5	10	2,5	10
E <sub>13</sub>	15	10	2,5	0
E <sub>14</sub>	15	10	0	10
E <sub>15</sub>	15	0	2,5	10
E <sub>16</sub>	15	10	2,5	10

(1) Her formülde ayrıca 75 mg/kg askorbik asit ve 2 mg/kg amilaz preparatı kullanılmıştır.

gösterilmiştir. Çizelgelerin incelenmesiyle de görülebileceği gibi çalışmada kullanılan unlar TS 4500 un standardına uygun ve orta kalite ekmeklik un niteliğindedirler.

**Çizelge 2. Araştırmada Kullanılan Unların Bazı Özellikleri**

Un Örneği	Özellikler					
	Nem (%)	Küi (%)	Protein (%)	Yaş Gluten (%)	Kuru Gluten (%)	Düşme sayısı (sn)
Tip 1	13,80	0,41	11,76	28,65	10,58	375
Tip 3	14,50	0,53	11,69	23,74	9,13	406

### Ekmeklerin Özellikleri

Denemelerde değişik formüllerle yapılan ekmeklerin hacim verimi, gözenek değeri, Neuman pişme katsayısı, nem içeriği ve yumuşaklık değerlerine ilişkin olarak yapılan ölçümlerden elde edilen ortalama değerler çizelge 4'te verilmiştir. Çizelge'de aynı sütunda yer alan ve istatistiksel analizler sonucunda 0,01 güven eşliğine göre birbirinden farksız bulunan değerler aynı harfle işaretlenmiştir.

Denemelerde üretilen ekmeklerde hacim verimi ve Neuman Pişme Katsayısı ULUÖZ (1965)'e, gözenek değeri ve ekmekler fırından çıktıktan 6,24 ve 72 saat sonraki nem tayinleri ise ANON (1985)'a göre yapılmıştır.

Ekmek içi yumuşaklığı (Penetro-metre değerleri) tayini; Petrotest, PNR 6 model penetrometre cihazı ile 215 g ağırlığında ve 7,5 cm çapında penetrometre başlığı kullanılarak; ağırlık, yaklaşık 4 cm kalınlığında kesilen ekmek dilimi üzerinde 5saniye süre ile bırakılarak başlığın ekmeğe batma derinliğinin (1/10 mm) ölçülmesi suretiyle gerçekleştirilmiştir.

Analizlerden elde edilen veriler Ç.Ü. Bilgi İşlem Merkezinde SPSSX paket programı ile istatistiksel olarak değerlendirilmiş, analizler sonucunda 0,01 güven sınırına göre birbirinden farksız bulunan değerler çizelgelerde aynı harfle işaretlenmiştir.

### ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

#### Unların Özellikleri

Araştırmada kullanılan unların ekmekçilik açısından önemli olan bazı özellikleri çizelge 2'de, farinogram ve ekstensogram değerleri ise Çizelge 3'de

Çizelge 3. Araştırmada Kullanılan Unların Farinogram ve Ekstensogram Değerleri

Un Örneği	Farinogram Değerleri						Ekstensogram Değerleri			
	Abs. <sup>(1)</sup> (%)	Gelişme Süresi (Dk)	Stabilite Süresi (Dk)	Yumuşama Değeri (B.U)	MTI <sup>(2)</sup> (B.U)	Valori- metre Değeri	Direnç (B.U)	Maksimum Direnç (B.U)	Uzama Yeteneği (mm)	Enerji Değeri (cm <sup>2</sup> )
Tip 1	57,0	1,5	6,8	70,0	30	47	530	570	115	57,7
Tip 3	57,5	1,8	5,5	80,3	40	46	385	410	118	56,9

(1) Su absorpsiyonu. (2) Yoğurma Tolerans Sayısı

### Hacim Verimi

Çizelge 4'ten de görülebileceği gibi, uygulanan formüller arasında en düşük hacim verimine (468 cm<sup>3</sup>/100 g un) yalnızca 5 g/kg düzeyinde şeker kullanılan tanık ekmeklerin (E1), en yüksek hacim verimine ise (580 cm<sup>3</sup>/100 g Un) tüm katkıların birlikte kullanıldığı formülle yapılan ekmeklerin (E16) sahip oldukları belirlenmiştir. E16 formülüyle yapılan ekmeklerin hacimleri tanıya göre yaklaşık % 24 daha büyük olmuştur.

Formülde, değişen katılardan lesitin ya da katı yağ kullanılmasının hacim verimini arttırdığı (p<0,01), buna karşılık, yalnız başına süt tozu kullanılmasının ve/ya da şeker düzeyinin 15 g/kg'a çıkarılmasının hacim verimi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı (p>0,01) belirlenmiştir. Bunun yanısıra, lesitin ve katıyağın birlikte kullanılmasının, hacim üzerinde, sözkonusu katkıların yalnız başlarına kullanılmalarına oranla daha etkili olduğu, bu katkıların süt tozu ve/ya da 15 g/kg şekerle takviye edilmeleri durumunda sağlanan hacim artışının daha da fazla olduğu görülmüştür.

Aynı konuda yapılan diğer bazı çalışmalarda da hamura yalnızca lesitin katılmasının hacim üzerinde belirgin bir etkisinin olmamasına karşın "şeker + lesitin + askorbik asit" ve "şeker + bitkisel yağ + askorbik asit" kullanılmasının ekmek hacmini arttırdığı (ÜNAL, 1980); çeşitli yüzey aktif maddelerin yalnız başlarına nisbeten sınırlı olan hacim artırıcı etkilerinin, askorbik asit ve amilaz preparatları ile birlikte kullanıldıklarında önemli ölçüde arttığı (SAYGIN ve ark. 1988); tam süt kullanılmasının ekmek hacmini arttırmasına karşın yağsız süt tozunun belirgin bir etkisinin görülmediği (ELGÜN ve ark., 1987); "Lesitin + katı yağ" kombinasyonunun hacmi artırıcı yönde etki yaptığı (ERTUGAY ve ark. 1988); sert buğday unlarında "şeker + süt tozu + katı yağ" kombinasyonunun kullanılmasının ekmek hacminde % 2-7 kadar bir artış sağladığı (CZUCHAJOWSKA ve POMERANZ, 1993) sonuçlarına varılmıştır.

Elde edilen bulgular: Lesitin hamurdaki polar ve apolar fraksiyonlar arasında birleştirici köprü işlevi görmesi (BLANSHARD ve ark., 1988), yağın kendi gibi apolar karakterli hava kabarcıklarına tutunacak yüzey sağlayarak özellikle yoğurma sırasında gaz hücrelerinin oluşumu ve stabilitesinde katkı sağlaması, iki katkı maddesinin ortak etkisiyle protein, lipid, nişasta, su ve gaz fraksiyonları arasındaki ikili-üçlü İnteraksiyonların gelişmesi, öz yapısının güçlenmesi (POMERANZ, 1987); böylece hamurun gaz tutma yeteneğinin artması (KROG, 1981) ve gaz kaçırma eşliğinin yükselmesi (WAYNE ve HOSENEY, 1986) olaylarının meydana gelen hacim artışlarında birinci derecede etkili olduklarını düşündürmektedir.

### Gözenek Değeri

Uygulanan formüller arasında 5 g/kg şeker katkısı ile yapılan tanık ekmeklerin (E1) en düşük gözenek değerine (5 puan) sahip oldukları görülmüştür (Çizelge 4). Buna karşılık E12, E13 ve E16 formüllerini ile yapılan ekmeklerin gözenek değerlerinin (8 puan); 5 g/kg şeker ile hazırlananın yanısıra, 15 g/kg şekerle (E2) ve 5 g/kg şeker + süt tozu ile (E5) hazırlanan ekmeklerden de üstün oldukları (p<0,01) belirlenmiştir.

Elde edilen bulguların incelenmesiyle; E1, E2 ve E5 formülleri ile yapılanların dışındaki tüm örneklerin gözenek yapılarının iyi olduğu, özellikle "lesitin + katı yağ" katkı kombinasyonunun ekmeklerin gözenek yapısını iyileştirdiği sonucuna varılmış, yalnız başına şeker yada süt tozu katılmasının ise olumlu bir etkisi saptanamamıştır.

Çizelge 4. Farklı Formüllerle Yapılan Ekmeklerin Bozu Özelliklerine İlişkin Ortalama Değerler											
Formül Kodu	Hacim Verimi (cm <sup>3</sup> /100g un)	Gözenek (0-8 Puan)	Neuman Pısmı Katsayısı	Nem Değerleri (%)			Penetrometre Değerleri (1/10 mm)				
				6. Saat	24. Saat	72. Saat	6. Saat	24. Saat	72. Saat		
E <sub>1</sub> (Tamik)	468 <sup>h(1)</sup>	5 <sup>c</sup>	9 <sup>d</sup>	32,0 <sup>e</sup>	31,1 <sup>de</sup>	30,9 <sup>de</sup>	80 <sup>f</sup>	42 <sup>h</sup>	24 <sup>g</sup>		
E <sub>2</sub>	480 <sup>gh</sup>	6 <sup>bc</sup>	112 <sup>ef</sup>	32,2 <sup>de</sup>	31,5 <sup>cde</sup>	31,2 <sup>d</sup>	86 <sup>ef</sup>	46 <sup>gh</sup>	27 <sup>fg</sup>		
E <sub>3</sub>	492 <sup>g</sup>	7 <sup>ab</sup>	131 <sup>de</sup>	33,0 <sup>bc</sup>	32,2 <sup>cd</sup>	31,9 <sup>bc</sup>	102 <sup>d</sup>	65 <sup>e</sup>	51 <sup>d</sup>		
E <sub>4</sub>	499 <sup>fg</sup>	7 <sup>ab</sup>	135 <sup>de</sup>	33,1 <sup>bc</sup>	32,4 <sup>bc</sup>	31,9 <sup>bc</sup>	102 <sup>d</sup>	70 <sup>cd</sup>	57 <sup>bc</sup>		
E <sub>5</sub>	489 <sup>gh</sup>	6 <sup>bc</sup>	115 <sup>ef</sup>	32,3 <sup>de</sup>	31,8 <sup>cde</sup>	31,4 <sup>cd</sup>	89 <sup>e</sup>	48 <sup>fg</sup>	30 <sup>ef</sup>		
E <sub>6</sub>	554 <sup>bcd</sup>	7 <sup>ab</sup>	159 <sup>bc</sup>	33,6 <sup>ab</sup>	32,9 <sup>ob</sup>	32,5 <sup>ab</sup>	118 <sup>b</sup>	77 <sup>b</sup>	58 <sup>ab</sup>		
E <sub>7</sub>	525 <sup>e</sup>	7 <sup>ab</sup>	146 <sup>cd</sup>	33,3 <sup>b</sup>	32,5 <sup>bc</sup>	32,0 <sup>bc</sup>	103 <sup>d</sup>	64 <sup>e</sup>	52 <sup>cd</sup>		
E <sub>8</sub>	529 <sup>e</sup>	7 <sup>ab</sup>	148 <sup>cd</sup>	33,2 <sup>bc</sup>	32,6 <sup>bc</sup>	32,2 <sup>b</sup>	107 <sup>cd</sup>	72 <sup>c</sup>	58 <sup>ab</sup>		
E <sub>9</sub>	521 <sup>ef</sup>	7 <sup>ab</sup>	145 <sup>cd</sup>	33,1 <sup>bc</sup>	32,2 <sup>cd</sup>	31,9 <sup>bc</sup>	104 <sup>d</sup>	66 <sup>de</sup>	51 <sup>d</sup>		
E <sub>10</sub>	527 <sup>e</sup>	7 <sup>ab</sup>	147 <sup>cd</sup>	33,2 <sup>bc</sup>	32,5 <sup>bc</sup>	31,9 <sup>bc</sup>	106 <sup>cd</sup>	71 <sup>cd</sup>	56 <sup>bc</sup>		
E <sub>11</sub>	490 <sup>gh</sup>	7 <sup>ab</sup>	131 <sup>de</sup>	32,7 <sup>cd</sup>	31,9 <sup>cde</sup>	31,6 <sup>cd</sup>	90 <sup>e</sup>	52 <sup>f</sup>	33 <sup>e</sup>		
E <sub>12</sub>	559 <sup>abc</sup>	8 <sup>a</sup>	179 <sup>ab</sup>	33,8 <sup>ab</sup>	33,2 <sup>a</sup>	32,6 <sup>a</sup>	131 <sup>ab</sup>	82 <sup>ab</sup>	58 <sup>ab</sup>		
E <sub>13</sub>	570 <sup>ab</sup>	8 <sup>a</sup>	185 <sup>a</sup>	33,6 <sup>ab</sup>	33,0 <sup>ab</sup>	32,4 <sup>ab</sup>	126 <sup>ab</sup>	77 <sup>b</sup>	62 <sup>a</sup>		
E <sub>14</sub>	536 <sup>de</sup>	7 <sup>ab</sup>	151 <sup>cd</sup>	33,3 <sup>b</sup>	32,6 <sup>bc</sup>	32,1 <sup>b</sup>	116 <sup>bc</sup>	64 <sup>e</sup>	53 <sup>cd</sup>		
E <sub>15</sub>	542 <sup>cde</sup>	7 <sup>ab</sup>	154 <sup>cd</sup>	33,3 <sup>b</sup>	32,5 <sup>bc</sup>	32,0 <sup>bc</sup>	114 <sup>bc</sup>	75 <sup>bc</sup>	59 <sup>ab</sup>		
E <sub>16</sub>	580 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	190 <sup>a</sup>	34,1 <sup>a</sup>	33,4 <sup>a</sup>	32,7 <sup>a</sup>	140 <sup>a</sup>	86 <sup>a</sup>	64 <sup>a</sup>		

(1) Her sütunda, aynı hantle belirtilen değerler arasındaki farklar 0,01 güven sınırına göre önemsizdir.

Aynı konuda yapılan bazı çalışmalarda da, ekmek yapımında lesitin (ÜNAL, 1980; ELGÜN ve ark., 1987), çeşitli yüzey aktif maddeler ve bitkisel yağ (ERTUGAY ve ark., 1988), çeşitli yüzey aktif maddelerin askorbik asit ve amilaz preparatıyla birlikte (SAYGIN ve ark., 1988) kullanılmasının gözenek yapısını olumlu yönde etkilediği bildirilmektedir.

#### Neuman Pişme Katsayısı

Ekmeklerin Neuman pişme katsayısı (NPK) değerleri çizelge 4'te verilmiştir. Gözenek değerine bağlı olarak pişme katsayısı da oldukça düşük olan E1 formülü dışındaki hemen tüm örneklerin NPK değerleri kabul edilir düzeylerde bulunmuştur.

Farklı formüllerin NPK üzerindeki etkilerinin incelenmesiyle; formüle yalnızca süt tozu eklenmesi ya da şeker düzeyinin 15 g/kg'a çıkarılmasının önemli bir etkisinin olmadığı ( $p > 0,01$ ), buna karşılık lesitin ya da yağ katılmasının pişme değerini yükselttiği ( $p < 0,01$ ), "lesitin+katı yağ" kombinasyonunun NPK değerini daha da arttırdığı, bu kombinasyonla birlikte şeker düzeyinin de 15 g/kg'a çıkarılmasının pişme değerini olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

#### Nem İçeriği

Ekmeklerin fırından çıktıktan 6,24 ve 72 saat sonra ölçülen nem içerikleri Çizelge 4'te verilmiştir. Çizelgeden de görülebileceği gibi, her üç ölçümde de en düşük nem değerine (sırasıyla, % 32,0; 31,1 ve 30,9) E1 formülüyle, en yüksek nem değerine ise (sırasıyla, % 34,1; 33,4 ve 32,7) E16 formülüyle yapılan ekmekler sahip olmuşlardır.

Yalnız başına süt tozu kullanılmasının ya da şeker düzeyinin 15 g/kg'a çıkarılmasının ekmeğin su içeriği üzerinde istatistiksel anlamda önemli bir etkisi belirlenmemiştir ( $p > 0,01$ ). Buna karşılık, yalnız başına lesitin ya da katı yağ katılmasının ekmeğin nem içeriğini az da olsa arttırdığı ( $p < 0,01$ ), bu iki katkının birlikte kullanılması ve bunlara süttozunun da ilave edilmesiyle ekmek nem içeriğinin % 1,5-2 kadar artabileceği belirlenmiştir.

Ancak, ekmeğin 6-72 saatlik süre içerisindeki nem yitirme hızı üzerinde hiç bir katkının ya da katkı kombinasyonunun belirgin bir etkisi görülmemiştir.

#### Ekmek İçi Yumuşaklığı

Ekmekler fırından çıktıktan 6 saat sonra yapılan ölçümlerde tüm örneklerin ekmek içi yumuşaklık değerlerinin (penetrometre değerleri) yüksek olduğu, ancak katı yağ ve lesitin katkılarından birinin kullanıldığı formüllerle yapılan ekmeklerin yalnızca süt tozu ve/ya da şeker kullanılanlardan daha yumuşak oldukları ( $p < 0,01$ ) görülmüştür (Çizelge 4).

Lesitin ve katı yağın birlikte kullanılmasının bu katkıların tek başlarına kullanılmalara göre ekmek içi yumuşaklığında daha etkili olduğu ( $p < 0,01$ ) belirlenmiş, yalnız başlarına kullanıldıklarında pek etkili olmayan süt tozu ve şekerin de lesitin ve katı yağla birlikte kullanıldıklarında yumuşaklık üzerinde olumlu katkı sağladıkları kanısına varılmıştır.

24 ve 72 saat sonra yapılan ölçümlerde; lesitin ve katı yağ katılan örneklerin katılmayanlara göre daha yavaş sertleştikleri, özellikle 72 saat sonra lesitin katkısının yumuşaklık üzerindeki etkisini başat olduğu görülmüş, lesitin katılan ekmeklerin katılmayanlardan daha yumuşak oldukları ( $p < 0,01$ ) belirlenmiştir.

Üç ölçümün birlikte değerlendirilmesiyle: Lesitin ve katı yağ katılan ekmeklerin fırından çıktıktan 24 saat sonraki yumuşaklıklarının yalnızca 5 g/kg şeker katılan (tanık) ekmeklerin 6 saat sonraki yumuşaklıkları ile hemen aynı düzeyde, hatta "Lesitin+katı yağ+süt tozu" kombinasyonu ile yapılanların da a yumuşak oldukları; yalnızca lesitin katılan ekmeklerin 72 saat sonraki yumuşaklık değerlerinin tanık ekmeklerin 24 saat sonraki değerlerinden daha üstün olduğu görülmüştür.

Elde edilen bulgular, diğer araştırmacıların (ÜNAL, 1980; ELGÜN ve ark., 1987; ERTUGAY ve ark., 1988; ASLAN ve ark., 1992) bulgularıyla benzerlik göstermekte olup ROGERS ve ark. (1988)'nin katı yağ ve yüzey aktif maddelerin her ikisinin de ekmek içi yumuşaklığını arttırdığı, uzun süre bekletilen ekmeklerde yüzey aktif madde kullanılanların katıyağ kullanılanlara göre daha yumuşak olduğu ve yüzey aktif madde-katı yağ kombinasyonunun bu maddelerin yalnız başlarına kullanılmalara göre daha iyi sonuç verdiğine ilişkin bulguları ile de uyumludur.

## SONUÇ

Ekmegin hacim verimi, gözenek değeri, NPK değeri, nem içeriği ve yumuşaklık değerlerine ilişkin olarak elde edilen bulguların bir arada değerlendirilmesiyle;

- Ticari koşullarda küçük ekmek yapımında, L-askorbik asit ve amilaz preparatı ile birlikte "Lesitin + katıyağ" kombinasyonunun düşük düzeylerde kullanılmasının bile ekmek niteliklerini önemli ölçüde iyileştirebildiği,
- Lesitin ya da katı yağ olmaksızın formüle süt tozu katılmasının ve/ya da şeker düzeyinin arttırılmasının incelenen ekmek nitelikleri üzerinde belirgin bir etkisinin görülmediği,
- Lesitin ve katı yağla birlikte hamura katılan şeker düzeyini de arttırmanın ekmek niteliklerini, özellikle hacim verimini olumlu yönde etkilediği,
- Lesitin ve katı yağ katılan ekmeklerin katılmayanlardan daha yumuşak oldukları ve daha geç sertleştikleri,
- Denemede kullanılan özelliklere sahip orta kalite bir ekmeklik unun her bir kilogramına yeterli miktarda L-askorbik asit ve amilaz preparatı ile birlikte 2,5 g lesitin + 10 g katı yağ + 15 g şeker katılmasıyla beğenilir niteliklere sahip küçük ekmek yapılabileceği sonuçlarına varılmıştır.

## KAYNAKLAR

- ANONYMOUS, 1983. Buğday Unu Standardı (TS 4500). Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- ANONYMOUS, 1985. Ekmek Standardı (TS 5000). Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- ANONYMOUS, 1990. Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği. 07 Haziran 1990 tarih ve 20541 sayılı Resmi Gazete, sayfa 2-41. Ankara.
- ASLAN, A., S.S. ÜNAL, E.SAYGIN, T.TAMERLER, E.KÖSE 1992. Ekmek Sanayiinde Bayatlamayı Geciktirici Olarak Kullanılacak Emülgatör Üretimi ve Sanayiide Kullanım İmkanlarının Araştırılması. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi. Seri B: Gıda Mühendisliği. 10(1). 1-39.
- AYKROYD, W.R., J.DOUGHTY. 1971. Wheat In Human Nutrition. F.A.O. Press, London, 160 sayfa.
- BLANSHARD, J.M.V., P.J. FRAZIER, T.GALLIARD. 1988. Chemistry and Physics of Baking. Royal Society of Chemistry, London, 276 sayfa.
- BRUINSMA, B.L., K.F. FINNEY. 1984. Various Oils, Surfactants, and Their Blends as Replacements for Shortening in Breadmaking. Cereal Chemistry 16(4) 279-282.
- CZUCHASOWSKA, Z., Y. POMERANZ. 1993. Gas Formation and Gas Retention, I. The System and Methodology. Cereal Foods World 38(7) 499-503.
- ELGÜN, A.Z., ERTUGAY, F.KOCA. 1987. Tam Süt ve Yağsız Süttozunun Hamur ve Ekmek Özelliklerine Etkisi Üzerinde Bir Araştırma. Gıda 12(6) 369-372.
- ELGÜN, A., Z.ERTUGAY. 1992. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 18. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum 376 sayfa.
- ERCAN, R., H.ÖZKAYA. 1984. Enzimlerin Ekmekçilikteki Önemi. Türk Standartları Enstitüsü Dergisi 24-28.
- ERTUGAY, Z., A.ELGÜN, F.KOCA. 1988. Bitkisel Kaynaklı Katı ve Sıvı Shorteningler İle Yüzey Aktif Madde Kombinasyonlarının Ekmek İçi Özellikleri ve Bayatlaması Üzerine Etkileri. Gıda 13(5) 323-327.
- HOSENEY, C.R. 1983. Principles of Cereals. A.A.C.C. Press, St. Paul, Minnesota, 327 sayfa.
- KENT, N.L. 1984. Technology of Cereals. Pergamon Press, Oxford, 221 sayfa.
- KROG, N. 1981. Therotical Aspects of Surfactants In Relation to Their Use in Breadmaking. Cereal Chemistry 58(3) 158-163.
- MANLEY, D.J.R. 1983. Technology of Biscuits, Crackers and Cookies. Ellis Horwood Ltd., Chichester, West Sussex, 446 sayfa.
- MILLER, B.S. 1981. Variety Breads In the United States. A.A.C.C. Press, Mincosota, 138 sayfa
- ÖZKAYA, H., B.KAHVECI. 1990. Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Dergisi Yayınları No: 14, Ankara, 152 sayfa.
- POMERANZ, Y. 1987. Modern Cereal Science and Technology. VCH Publishers Inc., New York, 486 sayfa.
- PYLER, E.J. 1988. Baking Science and Technology. 2 Volumes. Sosland Publishing Company, Merriam, Kansas, 1346 sayfa.
- ROGERS, D.E., K.J. ZELEZNAK, C.S. LAI, R.C. HOSENEY. 1988. Effect of Native Lipids, Shortening and Bread Moisture on Bread Firming. Cereal Chemistry 6(5) 401-407.
- SAYGIN, E., S.S. ÜNAL, T.TAMERLER, H.BOYACIOğLU, E.KÖS. 1988. Ekmek Nitelikleri ve Bayatlama Süresine Değişik Dozda Emülgatörlerin ve C Vitamini-Emülgatör-Enzim Kombinasyonlarının Etkilerinin Belirlenmesi. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri B: Gıda Mühendisliği 6(2) 99-108.
- ULUÖZ, M. 1965. Buğday, un ve Ekmek Analiz Metodları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir, 91 sayfa.
- ÜNAL, S.S. 1980. C Vitamini, Buğday Malt Unu, şeker, Bitkisel Yağ, Lesitin, Diasetil Tartarik Asiti Monogliserid Esterinin Ekmek Niteliklerine Etkisi. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri B: Gıda Mühendisliği 1(1) 57-64.
- ÜNAL, S.S. 1991. Hububat Teknolojisi. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çoğaltma Yayın Noü: 29, İzmir, 215 sayfa.
- WAYNE, R.M., R.C. HOSENEY. 1986. Influence of Shortening and Surfactants on Retention of Carbon Dioxide in Bread Dough. Cereal Chemistry 63(2) 67-75.