

Bitkisel Kaynaklı Katı ve Sıvı Shorteningler İle Yüzeyaktif Madde Kombinasyonlarının Ekmek İçi Özellikleri ve Bayatlaması Üzerine Etkileri

Doç. Dr. Zeki ERTUGAY — Doç. Dr. Adem ELGÜN — Arş. Gör. A. Faik KOCA
Atatürk Üniv. Ziraat Fak. T.Ü.T. Dölimü — ERZURUM

ÖZET

Bu araştırmada farklı katkı düzeylerinde (% 0,1 ve 2) katı ve sıvı (çiçek ve pamuk yağı), shorteningler ile birlikte kullanılan % 0,5'lik yüzeyaktif maddelerin (sodium stearoyl 2-lactilate, mono gliserol stearat ve teknik lesitin) ekmeğin kalitatif özelliklerine etkileri, 2 farklı un üzerinde araştırılmıştır. İstatistiksel düzeyde önemli bulunan sonuçlar aşağıdaki gibidir ($P < 0.05$).

Yağlar, doymuşluk derecesine (çiçek, pamuk, katı) paralel olarak spesifik hacmi artırırken, ekmeğin kabuk renginde tersine bir etki gözlenmiştir. İç özelliklerinden en iyi gözenek, tekstür ve düşük renk intensitesi ve yumuşaklığı katı shortening sağlamıştır. Shorteningin artan katkı düzeyleri, kontrole göre daha iyi ekmeğin özellikleri vermiştir. Kullanılan yüzeyaktif maddelerin tamamı kontrole göre ekmeğin özelliklerini önemli düzeyde düzeltmiştir. Sıvı yağların teknik özellikteki sıvı lesitin, diğer yüzeyaktif maddelere göre daha iyi sonuç vermiş, yalnız ekmeğin renginde esmerleşmeye neden olmuştur. Bu sonuç, teknik lesitin yüksek ve zengin fosfolipid içeriğine bağlanmıştır. Sıvı yağlar (% 1 ve 2) ile yüzeyaktif maddelerin (% 0,5) birlikte kullanılmaları, yaklaşık katı yağ eşdeğerinde ekmeğin özelliklerini geliştirici etki sağlamıştır. Daha doymuş özellikte olan pamuk yağının çiçek yağına göre ekmeğin rengi dışında diğer iç özelliklerine etkisi daha olumlu bulunmuştur.

SUMMARY

In this study, the effects of the use of semi-solid bakery and liquid shortenings (sunflower and cottonseed) at different levels (0,1 and 2 %) together with 0,5 % surfactant versus control such as sodium stearoyl 2-lactilate, mono gliserol stearat and unpurified technique lecithin on the qualitative characteristics of bread were examined. The results obtained at statistically significant levels ($P < 0.05$) are as followed.

Shortening additions in relation to their saturation degree; increased the specific volume of the loaf, decreased crumb color intensity. The semisolid shortening was the best in crumb properties being grain, texture, whiteness and softness. The addition of shortening levels from control to 2 % enhanced all bread properties. While the use of each surfactant was showing good results, the lecithin was the best among them in all bread properties except for crumb color, due to the high and rich phospholipid content of unpurified lecithin. The use of liquid shortenings at the levels of 1 and 2 % together with 0,5 % surfactant level supplied a satisfactory results in bread characteristics equivalent to that of semi-solid bakery shortening. Except crumb color, the cottonseed oil becoming more saturated than sunflower oil, showed a more satisfactory results in the other crumb properties of the bread.

GİRİŞ

Kısmen veya tamamen hidrojenize edilmiş bitkisel yağlardan elde edilen shorteningler; hamurda yağlayıcı, gaz hücrelerini kapatıcı, köpük teşkil edici, hidrojen ve hidrofobik bağlar oluşturucu, CO₂'nin serbest kalmasını geciktirici özelliklere sahiptirler. Bu özelliklere bağlı olarak shortening katılmış ürünlerde, hamurdaki gaz hücrelerinin birleşmesine engel olarak küçük gözenekli, düzgün ekmeğin içi özelliklerine sahip, yüksek hacimli ve kaliteli son ürünler elde edilebilmektedir (10, 16). Hamurdaki katı yağ, özellikle pişirmenin ilk devrelerinde hızlı gaz teşekkülü yanında gaz tutma özelliğini de artırarak fırın sıçramasının ve dolayısıyla ekmeğin hacminin yüksek olmasını sağlamaktadır (12). Belirli oranda katı fraksiyonlar içeren katı-plastik shorteningler, sıvı yağlara göre son ürün kalitesi açısından önemli teknolojik üstünlüklere sahiptir (10). Maliyet, kullanım kolaylığı, tüketici tercihinin daha fazla oluşu gibi avantajları dolayısıyla, bu çalışmada shortening olarak sıvı yağlar da kulla-

nlmış olup, sıvı yağların teknolojik yönden yetersizliklerinin yüzeyaktif madde kullanımı ile giderilebileceği düşünülmüştür.

Ekmekçilikte yaygın olarak kullanılan gelmekte olan yüzeyaktif maddeler, özellikle protein ve nişasta ile oluşturdukları kompleks sonucu başlıca; hamur özelliklerini düzeltici, hamur geliştirici, yoğurma toleransını artırıcı ve ekmek içini yumuşatıcı özelliklere sahiptirler (3, 13). Bunlardan ekmek içini yumuşatıcı fonksiyonu dominant olan mono ve digliseridler, pişirme sırasında nişastanın amiloz fraksiyonu ile kompleks oluşturarak, nişasta jelatinizasyonunu geciktirmekte, pişmeden sonraki amiloz retrogradasyonunu önleyici özelliği ile de, ekmek içi sertliğinin gelişmesini engellemektedirler (9). Başta SSL (Sodium stearoyl 2-lactilate) olmak üzere hamur kuvvetlendirici etkisi dominant olan bir diğer yüzeyaktif madde grubu, daha ziyade hamur gluteni ile kompleks teşkil etmekte, ayrıca ekmek içinin bayatlamasını geciktirmektedirler (3). Saf lesitin kullanımını ise, daha çok kimyasal yolla kabartılmış bisküvi tipi ürünlerde yaygındır.

Bu çalışmanın amacı; shortening olarak kullanılan bitkisel kaynaklı katı ve sıvı yağlarla, çeşitli yüzeyaktif maddelerin birlikte ekmek özellikleri üzerindeki etkilerini belirlemek ve yüzeyaktif maddelerin katı shorteningler yerine tek başına ve sıvı yağlarla birlikte kullanım imkânlarını araştırmaktır.

MATERYAL VE METOT

MATERYAL

Un : Araştırmada T.p II, ekmeklik, ticari değirmen unu kullanılmıştır. Aynı değirmenin ürettiği farklı partilerden ikişer çuval un alınmıştır. Unlar kullanılmadan önce optimum düzeyde malt ve 40 ppm L - askorbik asit ile katılmıştır.

Shortening : Biri katı, ikisi sıvı olmak üzere 3 çeşit bitkisel kaynaklı shortening kullanılmıştır. Katı shortening olarak erime noktası 34°C, katı yağ indeksi (SFI 20°C) = % 26 - 29 olan katısız shortening, sıvı shortening olarak da, doymamış yağ asidi miktarları sırasıyla % 92, % 74 olan ayçiçek yağı ile pamuk yağı kullanılmıştır.

Yüzeyaktif madde : Deteks A.Ş. tarafından üretilen katı pulcuk formda, teknik bir monogliserid tipi olan % 40 saflıkta monogliserol stearat (MGS), Patko, Kansas City tarafından üretilen toz formda, teknik sodium stearoyl 2-lactilate (SSL) ve Çukobirlik Adana Yağ Fabrikasından sağlanan işlem görmemiş, saflaştırılmamış teknik soya lesitini olmak üzere 3 çeşit yüzeyaktif madde kullanılmıştır.

METOT

Bu araştırmada, faktöriyel plana göre hamur formülasyonlarında 3 çeşit shortening (katı shortening, pamuk yağı, ayçiçeği yağı), 3 farklı düzeyde (% 0, 1, 2) kullanılmıştır. Herbir düzeyde kullanılan shortening ile birlikte 3 çeşit yüzeyaktif madde sabit düzeyde (% 0.5) denenmiş olup, deneme deseni 2 defa tekrarlanmıştır.

Araştırmada kullanılan unlarda kurumadde, kül, Zeleny sedimentasyon değeri (11) ve protein miktarı (1) tayin edilmiştir. Hamurun fiziksel özellikleri farinograf ve ekstensografta (11), unların α -amilaz aktivitesi ve optimum malt katkı düzeyleri amilografta (1) tesbit edilmiştir. Ekmek pişirme denemelerinde AACC metod 10/10 modifiye edilerek uygulanmıştır (1). Hobart tipi yoğurucuda optimum süre yoğrulan hamur 30 ± 30 dakikalık ana fermentasyon, 45 dakikalık son fermentasyondan sonra 230°C de 25 dakika pişirilmiştir. Fırından çıkan ekmeklerde ağırlık ve hacim ölçümleri derhal yapılmış, bu değerlere göre spesifik hacim tesbit edilmiş ve 1 saat sonra bayatlama denemelerinde kullanılmak üzere 2 katlı polietilen torbalara yerleştirilerek muhafaza edilmiştir. Fırından çıktıktan 24 ve 72 saat sonraki ekmek içi sertliğindeki artış Alvetron (Tip 11 - 3)'da gram/cm² olarak tesbit edilmiştir. Kabuk ve ekmek içi rengi tayini Lovibond tintometrede total renk istensitesi değerlendirilerek yapılmıştır. Ayrıca ekmek içi özelliklerinden gözenek durumu ve tekstür fırından çıktıktan 1 saat sonra değerlendirilmiştir (16).

Sonuçlar, uygulanan plana uygun şekilde varyans analizlerine tabi tutulmuş, önemli bulunan ana varyasyon kaynakları Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile değerlendirilmiş ve önemli interaksiyonlar ise şekillerle açıklanmıştır (6, 18).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Analitik Çalışma Sonuçları : Araştırmanın birinci ve ikinci tekerrüründe kullanılan unların sırasıyla protein oranı (% km) 10.75, 10.67; kül miktarı (% km) 0.46 ,0.58; sedimentasyon değeri (cc) 24,21; farinograf absorpsiyonu (%) 60.9, 58.7; ekstensograf enerji değeri (cm²) 27.3, 14.5 olarak tesbit edilmiştir.

Araştırma Sonuçları : 3 çeşit shorteningin 3 düzeyde uygulanması ve 3 çeşit yüzeyaktif maddenin kullanılması ile üretilen ekmeklerde tesbit edilen kalitatif özelliklere ait değerlerin varyans analizi sonuçları Tablo 1'de topluca verilmiştir.

İstatistiksel olarak önemli bulunan varyasyon kaynaklarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

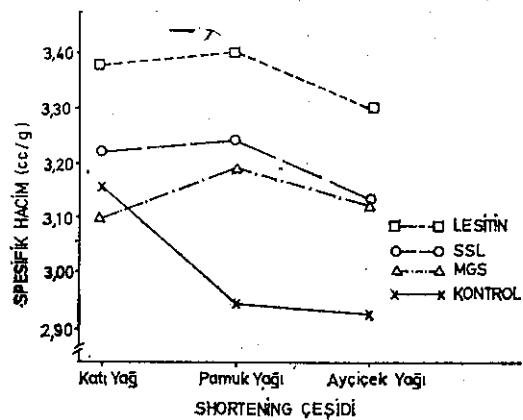
Spesifik Hacim : Tablo 1'den anlaşıldığı gibi shortening çeşidinin, katkı düzeyinin ve yüzeyaktif maddelerin, ekmeğin spesifik hacmi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.01$). Bunların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçlarına göre ise (Tablo 2) en yüksek spesifik hacim katı shortening ve pamuk yağı kullanımı ile sağlanmıştır. Shortening katkı düzeyi arttıkça, spesifik hacim de artmıştır. Bu sonuç literatür bulguları ile doğrulanmaktadır (5, 10, 12). Burada ilgi çeken bir husus, pamuk yağının katı yağa çok yakın hatta istatistiksel olarak farksız düzeyde yüksek spesifik hacim sağlamasıdır. Bu konuda akla gelen en makul sebep, pamuk yağının doymuşluk oranının, çiçek yağına göre yüksek oluşudur (14). Hidrojenize katı yağda ise doymuşluk en yüksek düzeyde olup, en yüksek spesifik hacim sağlanmıştır (Tablo 2).

Sıvı bitkisel shorteninglerden doymamışlığı en yüksek olan ayçiçek yağının en düşük spesifik hacim meydana getirmesi, bunların hamurda oldukça küçük globüler halde dağılmaları sonucu ortaya çıkan teknolojik yetersizliklerinden kaynaklanmaktadır (16) Doymuşluk plastik özelliği artırarak, yağa olumlu yönde fonksiyonel özellik kazandırmaktadır.

Hamur formülasyonlarında shortening ile kullanılan yüzeyaktif maddelerden en yüksek

spesifik hacmi lesitin sonra SSL ve sonra MGS vermiştir. Saf lesitinin ekmekten ziyade kimyasal olarak mayalanmış bisküvi tipi ürünlerde olumlu sonuç veren bir yüzeyaktif madde olmasına karşılık, çalışmamızda diğer yüzeyaktif maddelere, özellikle SSL'e göre daha iyi sonuç vermesi, soyadan elde edilmiş ve herhangi bir muamele görmemiş teknik lesitinin fosfolipid içeriğinin zengin ve yüksek olmasından kaynaklanabilir (14). Ülkemizde soya yağından teknik lesitin üretiminin mümkün ve ucuz oluşu dikkate alınırca elde edilen bu sonuç oldukça önemli olarak değerlendirilmektedir. Saflaştırılmamış teknik lesitin ekmek özellikleri üzerine olan olumlu etkisi daha önce yapılmış araştırmalarda da tesbit edilmiştir (7, 8).

Ekmeklerin spesifik hacmine ait shortening çeşidi x yüzeyaktif madde interaksyonu Şekil 1'de verilmiştir. Buna göre, sıvı shortening olarak pamuk yağının lesitin ile birlikte kullanılması halinde, katı shortening yerine ikame edilebileceği ortaya çıkmaktadır. Yüzeyaktif madde olarak SSL kullanılması halinde ise, SSL x pamuk yağı kombinasyonu en iyi sonucu vermiştir. Her üç yüzeyaktif maddenin de pamuk yağı ile birlikte kullanılması ayçiçeği yağı ile kullanıma göre daha avantajlı görülmektedir. Yüzeyaktif madde kullanılmaksızın üretilen ekmeklerde, yalnız başına ayçiçeği yağı kullanımı en düşük spesifik hacmi vermiştir.



Şekil 1. Ekmeğin Spesifik Hacminde Shortening Çeşidi x Yüzeyaktif Madde İnteraksyonu

Tablo 1. Ekmek Özelliklerinin Varyans Analizlerine Ait «F» Değerleri ile Önemiilik Düzeyleri

V. K.	SD	Spesifik Hacim	Ekmek İçinde					Ekmek İçi Sertliği	
			Gözenek	Tekstür	Renk	Kabuk Rengi	24 saat	72 saat	
Shortening Çeşidi (S)	2	6.148 ^{xx}	12.224 ^{xx}	7.581 ^{xx}	23.055 ^{xx}	23.445 ^{xx}	12.030 ^{xx}	2.041	
Katkı Düzeyi (K)	2	51.818 ^{xx}	20.284 ^{xx}	7.152 ^{xx}	3.168	7.683 ^{xx}	27.615 ^{xx}	28.575 ^{xx}	
Yüzey Aktif Mad. (Y)	3	39.107 ^{xx}	7.896 ^{xx}	14.181 ^{xx}	1.210	5.269 ^{xx}	19.825 ^{xx}	22.517 ^{xx}	
S X K	4	1.845	2.955 ^x	3.452 ^x	0.559	0.861	0.226	0.757	
S X Y	6	3.252 ^x	3.866 ^{xx}	0.876	1.374	1.856	2.234	2.242	
K X Y	6	2.074	1.239	0.410	1.519	2.632 ^x	1.735	0.908	
S X K X Y	12	1.921	1.642	0.919	0.815	0.687	0.584	0.905	
Hata	36	—	—	—	—	—	—	—	

(xx) P < 0.01 düzeyinde önemli (x) P < 0.05 düzeyinde önemli

Tablo 2. Ekmek Özelliklerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları ($P < 0.05$)⁽¹⁾

V. K.	n	Ekmek içinde					Ekmek İçi Sertliği (g/cm ²)		
		Sp. Hacim (cc/g)	Gözenek (0 - 10 P)	Tekstür (0 - 10 P)	Renk (Top. Renk İnt.)	Kabuk Rengi (Top. Renk İnt.)	24 saat	72 saat	
Shortening Çeşidi									
Katı Yağ	12	3.22 a	6.79 a	6.77 a	3.91 a	9.25 a	107.06 a	—	
Panuk Yağı	12	3.20 a	6.17 b	6.15 b	5.10 b	9.75 a	129.76 b	—	
Ayçiçek Yağı	12	3.12 b	6.23 b	6.22 b	4.37 c	11.18 b	130.23 b	—	
Shortening Katkısı düzeyi									
Kontrol	12	3.04 a	5.92 a	6.02 a	4.71 a	9.50 a	143.75 a	214.53 a	
% 1	12	3.18 b	6.48 b	6.46 b	4.30 b	10.05 a	119.71 b	178.24 b	
% 2	12	3.33 c	6.79 c	6.67 b	4.37 ab	10.65 b	103.81 c	156.56 c	
Yüzeyaktif Madde									
Kontrol	9	3.02 a	6.00 a	5.78 a	—	9.34 a	136.08 a	201.62 a	
SSL	9	3.20 b	6.36 b	6.33 bc	—	10.03 b	114.79 b	169.81 b	
Lesitin	9	3.36 c	6.78 c	7.08 c	—	10.24 b	98.18 c	147.52 c	
MGS	9	3.15 b	6.44 b	6.33 b	—	10.65 b	140.40 a	213.43 a	

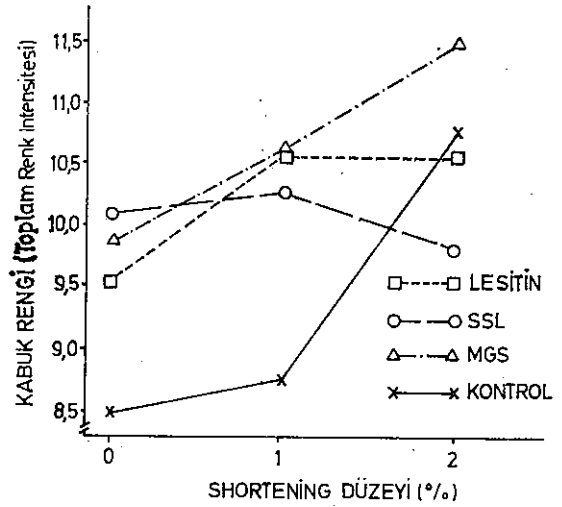
(1) Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Sonuç olarak özellikle sıvı shortening çeşitlerinin yalnız başlarına etkilerinin sınırlı olduğu, buna karşılık % 0.5 lik yüzeyaktif madde ilavesi ile yaklaşık katı yağa eşdeğerde spesifik hacim verdikleri, en uygun kombinasyonun ise lesitin katkısının pamuk yağı ile birlikte kullanımı ile sağlandığı anlaşılmaktadır. Öte yandan, pamuk yağı her üç yüzeyaktif madde ile diğer yağlara göre daha olumlu sonuç vermiştir.

Ekmek Kabuk Rengi : Tablo 1'den görüldüğü gibi, kabuk rengi üzerinde shortening çeşidinin, katkı düzeyinin ve yüzeyaktif madde tipinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup ($P < 0.01$), yağların doymamışlığı ile doğru orantılı olarak toplam renk intensitesi artmıştır (Tablo 2). Yine shortening katkı düzeyinin artışı ile birlikte genelde toplam renk intensitesi de artış göstermiştir. Kabuktaki toplam renk intensitesinin artışı bakımından yüzeyaktif madde tipleri arasında önemli farklılık bulunmamasına karşılık, yüzeyaktif madde kullanılmayan ekmeklere göre renk intensitesi önemli düzeyde artmıştır.

Özellikle sıvı ve daha akıcı yağların (ayçiçek yağı) kabuktaki renk intensitesini artırması, ısı absorpsiyonlarının daha yüksek oluşuna bağlı olarak sıcaklık etkisine daha kolay maruz kalması ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarını hızlandırmalarına bağlanabilir. Ekmek formülasyonlarının zengin oluşu, formülasyonda özellikle shortening ve şekerin bulunuşu nisbetinde kabuk renginin koyulaşması ise beklenen bir sonuçtur (2, 10).

Şekil 2'de verilen ekmek kabuk rengine ait shortening düzeyi x yüzeyaktif madde etkisi incelendiğinde shorteningin genelde kabuk rengini artırıcı etkisi yanında, artan shortening düzeyi ile birlikte katılan yüzeyaktif maddelerin hepsi % 1 shortening düzeyine kadar kabukta renk intensitesini yükseltici etkide bulunmuşlardır. % 2 shortening düzeyinde ise kontrol ve monogliserid katkılı ekmeklerde kabuk renk intensitesi artarken, lesitin katkılıda sabit kalmış, SSL katkılıda ise biraz düşme göstermiştir.



Şekil 2. Ekmek Kabuk Renginde Shortening Düzeyi x Yüzeyaktif Madde İnteraksiyonu

Ekmek İçi Özellikleri

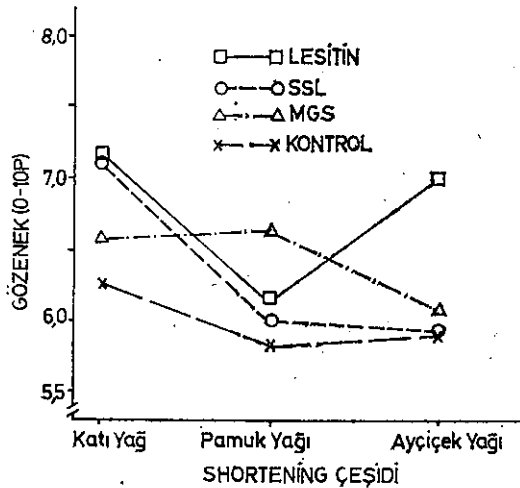
Ekmek İçi Rengi : Ekmek içi rengi olarak toplam renk intensitesi değerlendirilmiştir. Ana varyasyon kaynaklarından sadece shortening çeşidi ekmek içi rengini istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilemiştir (Tablo 1). En yüksek toplam renk intensitesi pamuk yağında, sonra ayçiçeği yağında daha sonra ise kat shorteningde elde edilmiştir (Tablo 2).

Ekmek içinin koyu renk intensitesi genellikle undan ve undaki kabuk nisbetinden kaynaklanabileceği gibi, mevcut hamur ingredientlerinin homojen olmayan dağılımlarından ve tabii renklerinden de kaynaklanmaktadır (17). Bu arada istatistiksel bakımdan önemli olmamakla birlikte lesitin katkısının ekmek içi renk intensitesini artırdığı görülmektedir. Bu husus teknik lesitin içeriğinin oksidasyona kolayca uğrayabilmesi sonucu renginin kırmızıya dönüşmüş olmasından kaynaklanmaktadır (14). Teknik lesitin içi rengine olan olumsuz etkisi daha önce yapılmış araştırmalarda da saptanmıştı (7, 8).

Gözenek Durumu : Ekmeklerde gözenek yapısı; shortening çeşidi, katkı düzeyi ve yüzeyaktif madde tipi tarafından istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilenmiştir. Ayrıca shortening çeşidi x katkı düzeyi ve shortening çeşidi x yüzeyaktif madde tipi arasındaki inte-

raksiyon da önemli bulunmuştur (Tablo 1). Tablo 2'den görüleceği gibi, katı shortening katkısı, sıvı shorteninglere göre daha iyi ekmek içi gözenek yapısı sağlamıştır. Bu durum katı shorteningin bilinen etkisinden kaynaklanmaktadır (12, 15, 16). Öte yandan shortening katkı düzeyinin artışı ile birlikte gözenek durumu iyileşmiştir. Yüzeyaktif maddelerin kullanımı ile kontrole göre daha iyi bir gözenek yapısı elde edilmesi, yüzeyaktif maddelerin shortening etkisini kuvvetlendirmesinden ileri gelmektedir (4, 17). Yüzeyaktif maddelerde en iyi gözenek yapısı lesitin, sonra monogliserid ve SSL ile sağlanmıştır.

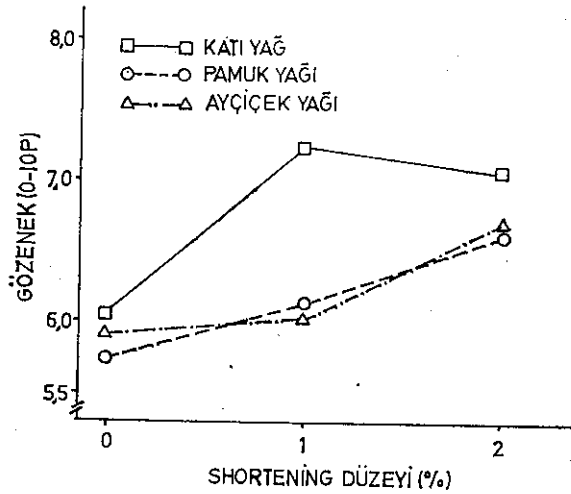
Şekil 3'te görüldüğü gibi, katı shortening, sıvı olanlara göre daha iyi gözenek yapısı vermiştir. % 0.5 yüzeyaktif madde katkısı genelde gözenek yapısını daha da iyileştirici etkide bulunmuştur. Yalnız katı shortening ile SSL ve lesitin, ayçiçek yağı ile lesitin, pamuk yağı ile monogliserid katkıları birlikte diğer kombinasyonlara göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Gözenek yapısında pamuk yağı diğer yağlara göre ikinci derecede iyi gözenek sağlamaktadır.



Şekil 3. Ekmek İçi Gözenek Yapısında Shortening Çeşidi x Yüzeyaktif Madde İnteraksiyonu

Şekil 4'de görüldüğü gibi, ayçiçeği ve pamuk yağının artan katkı düzeyinin gözenek durumunu iyileştirmesine karşılık, % 1 düzeyinde katılan katı shortening en yüksek gözenek

durumunu sağlamış, ileri katkı düzeyinde ise değişmemiştir. Bu sonuç, katı yağ katkısını % 1 düzeyinden sonra gözenek üzerine olumlu etkide bulunmadığını, sıvı yağlarda ise devam ettiğini göstermektedir.



Şekil 4. Ekmek İçi Gözenek Yapısında Shortening Düzeyi x Shortening Çeşidi İnteraksiyonu

Tekstür : Ekmek içi tekstürü üzerinde shortening çeşidi, katkı düzeyi ve yüzeyaktif madde tipinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup, (Tablo 1), en iyi tekstürü katı yağ, sonra ayçiçek yağı ve sonra pamuk yağı vermiş ve katkı düzeyi arttıkça tekstür düzelmiştir. Yüzeyaktif maddelerden yine en iyi sonuç lesitin ile elde edilmiştir.

Bu sonuçlara göre, ekmek içinin gözenek durumu ve tekstürü üzerinde shortening çeşidi, katkı düzeyi ve yüzeyaktif madde tipinin etkileri birbirine yakınlık göstermektedir.

Ekmek İçi Sertliği : Ekmek içi sertliği tayinleri fırından çıktıktan 24 saat ve 72 saat sonra yapılmıştır.

Tablo 1'de verilen sonuçlara göre fırından çıktıktan 24 saat sonra tesbit edilen ekmek içi sertliği üzerinde; shortening çeşidinin, katkı düzeyinin ve yüzeyaktif madde tipinin etkisi istatistiksel olarak önemli görülmüştür ($P < 0.01$).

Katı shortening katkısı, istatistiksel olarak önemli ve en yumuşak ekmek içini verirken, sıvı shorteningler arasında önemli farklılıklar görülmemiştir. Beklenildiği gibi, shortening katkı düzeyi arttıkça ekmek içi sertliği gelişimi yavaşlamıştır. Yüzeyaktif maddeler içerisinde, ekmek içi yumuşaklığını sağlaması açısından en iyi sonuç lesitinle sonra SSL ve monoglisericid ile elde edilmiştir. Genelde yüzeyaktif madde katkısı, ekmek içi yumuşaklığını artırması bakımından shortening etkisini kuvvetlendirmiştir.

Fırından çıktıktan 72 saat sonra yapılan ölçümlerde, shortening çeşidinin etkisi hariç, diğer sonuçlar 24 saat sonra yapılan ölçümlerle paralellik göstermiştir. 72 saat sonraki ekmek içi sertliği gelişimi üzerinde shortening çeşidinin etkisinin önemsiz bulunması şu şekil-

de açıklanabilir. Katı shorteningin nişasta granülüne yüzeysel etkide bulunarak jelatinizasyonu, dolayısıyla retrogradasyonu geciktirerek pişme sonrası ekmek içi yumuşaklığını tayin ettiği ve bunun 24 saat sonraki ekmek içi sertliği ölçümlerine yansıdığı, öte yandan sıvı shorteninglerin nüfuz kabiliyetlerinin daha yüksek oluşuna bağlı olarak su alarak şişmiş nişasta granülü içine girebildikleri ve pişme sonrası ekmek içi sertliğinde etkin kabul edilen amilopektin agregasyonunu engelleyerek 72 saat boyunca ekmek içi sertliği artışını düşürdükleri söylenebilir. Muhtemelen, sıvı ve kristal kısımları belli bir dengede bünyesinde bulunduran yarı sert plastiside gösteren shorteninglerin ekmekçilikte kullanım nedenlerinden biri de bu iki yönlü etki mekanizması olabilir.

KAYNAKLAR

1. AACC, 1972, Approved Methods, The Association, St. Paul, Minn., USA.
2. Anon, 1985, Advanced Bakery Production, American Institute of Baking Manhattan, Kansas, USA.
3. Bewbold, M.N., 1976, Crumb Softeners and Dough Conditioners. Bakers Digest 50 (4): 37.
4. Birnbaum, H., 1977, Interactions of Surfactants in Breadmaking. Bakers Digest 51 (3): 16.
5. Chamberlain, N., Collins, T.H. and Elton, G.A.H. 1965, Chorleywood Bread Process. Recent Development, Cereal Science Today, 10 (412).
6. Düzgüneş, O., 1963, Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metodları, Ege Üniv. Matbaası, İzmir.
7. Elgün, A., Ertugay, Z.; Koca, A.F., 1987, Tamsılt ve Yağsız Sültözünün Hamur ve Ekmek Özelliklerine Etkisi Üzerinde Bir Araştırma, Gıda 12 (6): 369.
8. Ertugay, Z.; Elgün, A.; Koca, A.F., 1987, Peyniraltı Suyu ve Tozunun Hamur ve Ekmek Özelliklerine Etkisi Üzerinde Bir Araştırma, Gıda 12 (3): 167.
9. Garti, N., Linder, C. and Dunthus, E.J. 1980, Evaluation of Food Emulsifiers in the Bread Baking Industry. Bakers Digest. 53 (5): 24.
10. Harnett, D.L. and Thalheimer, W.G., 1979, Use of Oil in Baked Products Part 1, Background and Bread. Journal of the American Oil Chemists Society 56 (12): 24.
11. ICC, 1965, Standart Methods of the International Association for Cereal Chemistry Detmold.
12. Junge, R.C. and Hoseney, R.C., 1981, A Mechanism by Which Shortening and Certain Surfactants Improve Loaf Volume in Bread Cereal Chem. 58 (5): 408.
13. Pisesookbunter W. D'Appolonia B.L., 1983, Bread Staling I. Cereal Chem. 60 (4): 298.
14. Pomeranz, Y.Z., 1971, Wheat Chemistry and Technology, Monograph Series Vol. III, 2nd Ed., AACC, St. Paul, MINN, USA.
15. Pomeranz, Y., and Chung O.K., 1978, Interaction of the Lipids with Protein and Carbohydrates in Breadmaking. Journal of the American Oil Chemists Society, 55 (2): 225.
16. Pyler, E.J., 1979, Baking Science and Technology, Vol. I-II Siebel Publishing Co. Chicago, ILL., USA.
17. Stauffer, C.E., 1983, Dough Conditioners Cereal Foods World. 28 (12): 729.
18. Steel, G.D.; Torie, J.H. 1960, Principles of Procedures of Statistics, Mc. Graw Hill Book Co., New York, USA.