

DÜŞÜK KALORİLİ KEK ÜRETİMİ: I. FORMÜL OPTİMİZASYONU¹

LOW CALORIE CAKE PRODUCTION: I. FORMULA OPTIMIZATION

İsmail Sait DOĞAN², Önder YILDIZ³

²Y.Y.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Van

³Y.Y.Ü. Özalp M.Y.O., Van

ÖZET: Bu çalışmada N-Flate (yağsız süt tozu, modifiye mısır nişastası, guar gam ve emülgatör karışımı), CMC formülü (karboksil metil selüloz, mono-digliseritler ve propilen glikol monoesterleri karışımı) ve Paselli formülü (patates maltodekstrini, mono-digliseritler ve propilen glikol monoesterleri karışımı) ile üretilen keklerin özellikleri karşılaştırılmıştır. Farklı yağ seviyelerinde en iyi kek üretimi için gerekli olan ikame edicilerin oranları belirlenmiştir. Standartta en yakın kekler, formüldeki yağın %50 oranında azaltılıp, yağ ikamelerinden N-Flate'in %8-10, CMC (karboksil metil selüloz)'nin %1 ve Paselli-SA2 (patates maltodekstrini)'nin ise %20 seviyelerinde kullanılmasıyla üretilmiştir.

ABSTRACT: Cake properties of the samples prepared with N-Flate (consisting of non-fat dried milk powder, modified potato starch, guar gum and emulsifier), Paselli formula (potato maltodextrin, mono and diglyceride and propylene glycol monoesters) and CMC formula (carboxy methyl cellulose, mono and diglyceride and propylene glycol mono esters) were compared. For each fat level optimum combinations of replacers were determined. Cakes properties such as cake volume, crust and crumb properties, tenderness, gumminess prepared with fat replacers at 50 % of fat level with N-Flate, CMC carboxy methyl cellulose) and Paselli-SA2 (potato maltodextrin) were not significantly different from the control ($p < 0,05$). N-Flate, CMC and Paselli-SA2) levels for these cakes were 8-10%, 1% and 20%, respectively.

GİRİŞ

Kek; kimyasal ve mekaniksel olarak kabartılan ve sevilerek tüketilen bir unlu mamuldür. Unlu mamuller arasında önemli yer tutan kek çeşitlerine olan ilgi günden güne hızla artmaktadır. Bunlar arasında top, baton, dilim, kalıp, pasta altı ve bar kek pazarı hızla büyümektedir. 1994 yılında 5,399 ton/yıl olan kek pazarı 1995 yılında 8,156 ton/yıl, 1996 yılında 10,439 ton/yıl ve 1997 yılında 14,310 ton/yıl olarak gerçekleşmiş ve son dört yılda %165 oranında büyüme göstermiştir (ANONYMOUS, 1997).

Günümüzde gıda endüstrisi; ürün yelpazelerini genişletmek ve daha sağlıklı ürünler üretmek için araştırma ve yeni ürün geliştirme çalışmalarını hızlandırmıştır. Bu ürünlerin başında yağı azaltılmış ürünler, yağ ve şeker yerine yağ ikameleri ve yapay tatlandırıcıların kullanıldığı ürünler ve bitkisel lif eklenmiş ürünler gelmektedir. Diyet gıdalar arasında düşük kalorili ekmek, bisküvi ve kek gibi unlu mamuller hızla büyüyen market payına sahiptir (ANONYMOUS, 1993). Yağ ikameleri ile arzu edilen tat ve tekstür kaybolmadan gıdanın sağladığı kalörinin azaltılması amaçlanır.

Diyet unlu mamullerin hazırlanmasında kullanılan ikame maddelerinin fonksiyonlarının bilinmesi yağın verdiği duyuşsal özelliklerin yakalanması için oldukça önemlidir. Duyusal olarak yağın ağızda bıraktığı his birkaç faktörün birleşmesi ile ortaya çıkar. Bunlar arasında yağlayıcılık (yumuşaklık, krema özelliği), viskozite (dolgunluk), absorpsiyon ve adsorpsiyon (tat alıcı hücreler üzerindeki fiziksel etkisi) yapışkanlık ve ağız kaplama özellikleri sayılabilir. Bu faktörler tam olarak tanımlanamamakla birlikte, yağ içeren gıdalarda kolayca algılanabilir (DOĞAN ve KÜÇÜKÖNER, 1998).

Gıdalarda kalörinin azaltılması, kalori sağlayan protein, nişasta ve yağın, kalori içermeyen veya kalori içeriği daha düşük olan bitkisel lif, gam ve emülgatör gibi bazı fonksiyonel katkılarla belirli oranlarda ikamesi ile sağlanmaktadır. Çoğu zaman ikame edilen bileşen yağdır. Emülgatörler yağla ikame edilirken aynı kaloriyi taşıdıkları için bir avantaj sağlamazlar. Fakat çok az miktarda, gamlar ve modifiye nişasta ürünleri ile birlikte kullanılmaları onların ikame edici özelliklerini artırır.

¹ 2000-ZF-061 nolu proje kapsamında Y.Y.Ü. Araştırma Fonu Başkanlığı tarafından desteklenen bu çalışma Önder YILDIZ'ın Yüksek Lisans Tezinden alınmıştır.

Tüketicinin formüle edilen düşük kalorili gıdayı tercih etmesi, modifiye edilmemiş ürün ile aynı kalitede olmasına ve standart ürünün sahip olduğu tekstür ve lezzetin korunmasına bağlıdır. Bu nedenle geliştirilen düşük kalorili kek te arzu edilen özellikler için kek formüllerinin çok iyi ayarlanması gerekmektedir (DOĞAN, 1999).

Kek gibi ürünlerde yağ seviyesi azaltıldığında nem oranı artar. Oluşabilecek mikrobiyal bozulmayı önlemek için ortamda bulunan suyun bağlanması gerekir. Bu amaçla, üretilecek diyet ürün tipine bağlı olarak proteinler, gamlar, nişasta ürünleri, stabilizatörler, emülgatörler, dolgu maddeleri ve bitkisel lifler kullanılır. Yağ ikamelerinden hangilerinin kullanılacağı ürün tipine ve ikame edilecek yağın oranına bağlı olarak değişir (JONES, 1996). Arzu edilen kalitenin yakalanması, formüle giren bileşenlerin fonksiyonlarının bilinmesine ve her bir ürün için ayrı ayrı optimizasyon çalışmalarının yapılmasına bağlıdır.

Bu çalışmada, ülkemizde sevilerek tüketilen kek üretiminde formülden uzaklaştırılan yağ yerine kullanılabilecek ikamelerin miktarı belirlenmiş ve yağ ikameleri, emülgatör ve yağ seviyelerinin kek özelliklerine etkileri araştırılmış, hangi seviyelerde standarda en yakın kekin elde edilebileceği belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Denemede %9.5 protein ve %0.41 kül içeren (%14 nem) kek unu (Fresh Kek, İstanbul), emülsüfiye edilmiş bitkisel şortening (Besler, İstanbul) yumurta beyazı tozu (Dalya, İstanbul), yağsız süt tozu (Pınar, İzmir), mono kalsiyum fosfat (MCP) ve sodyum asit pirofosfat (SAPP) içeren çift etkili kabartma tozu (Ovaleks, İstanbul) ve piyasadan temin edilen kristal şeker kullanılmıştır. Yağ ikamesi olarak DE 3'ten küçük olan patates maltodekstrini-Paselli-SA2 (Avebe Nişasta, İzmir), N-Flate (National Starch, Almanya), karboksi metil selüloz, CMC (Acıselsan, Denizli), mono-digliserit-MDG ve propilen glükol monoesterleri-PGME (Grünau Illertissen GmbH, Almanya) kullanılmıştır. Yağ ikamelerinden Paselli-SA2'nin kullanılmadan önce %25'lik jeli hazırlanmıştır. Denemede kullanılan CMC'nin yer değiştirme (DS) değeri 0.75-0.85 ve %2'lik çözeltisinin viskozitesi ise 4500-5500 cP arasındadır. N-Flate ise bir karışım olup; yağsız süt tozu, modifiye mısır nişastası, guar gam ve emülgatörden oluşmaktadır.

Yöntem

Kek Yapımı

Kek, AACC standart Metot 10-90'a göre KitchenAid Mikser (Model KSM45) kullanılarak yapılmıştır. Yağ ve su hariç diğer bileşenler karıştırma kabına konulduktan sonra yağ ve suyun %60'ı ilave edilmiştir. Düşük hızda (Devir-2) 30 s ve orta hızda (Devir-4) 4 dak karıştırıldıktan sonra kalan suyun yarısı ilave edilerek Devir-2'de 30 s ve Devir-4'de 2 dak daha karıştırılmıştır son olarak suyun geri kalan kısmı ilave edilip Devir-2'de 30 sn ve Devir-4'de 2 dak daha karıştırılmıştır (ANONYMOUS, 1995). Karıştırmanın homojen olması için her orta hızda çalıştırmadan önce mikser kabı spatula ile kazınmıştır. Hazırlanan kek hamurunun sıcaklığı ve özgül ağırlığı belirlenmiştir.

Kek pişirme tavaları (Ø22 cm) tava yağı ile yağlandıktan sonra, hazırlanan kek hamuru iki adet tavaya 478 g miktarında tartılmıştır. Kek hamuru 175±5°C'de 24 dak süre ile pişirilmiş, ardından 30 dak tel ızgara üzerinde soğutulmuştur.

Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Araştırma sırasında üretilen kek hamurlarının yoğunluğu daha önceden su ile tartılan ve darası alınan hacmi belirli bir kap ile ölçülmüştür. Hamur ağırlığı elde edilen su ağırlığına bölünerek hamur yoğunluğu hesaplanmıştır.

Nem miktarı için kek örnekleri kurutma dolabında 105°C'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur. Kül tayini ise 550°C'de beyazımsı renk elde edilinceye kadar kül fırınında tutularak yapılmıştır. Toplam protein miktarı ise Kjeldahl metoduna göre belirlenmiştir. Sedimentasyon değeri, laktik asit çözeltisi içerisinde un gluteninin şişmesi prensibine dayanan Zeleny metoduna göre yapılmıştır. Ayrıca, un proteinin miktar ve kalitesinin göstergesi olarak yağ ve kuru gluten miktarı tayin edilmiştir (ELGÜN ve ark. 1999).

Keklerin iç ve dış özellikleri tarafımızdan hazırlanan değerlendirme formuna göre yapılmıştır. Kek iç özellikleri toplam 100 puan, dış özellikleri ise toplam 30 puan üzerinden değerlendirilmiştir.

Araştırmada üretilen keklerin hacimleri kolza tohumlarıyla yer değiştirme prensibine göre belirlenmiştir. Pişirme sonunda kek ağırlığında meydana gelen % pişirme kaybı ise tartılarak hesaplanmıştır. Pişirilen keklerde %çekme oranı modifiye edilen şablon metodu (Metot 10-91) kullanılarak ölçülmüştür (ANONYMOUS, 1995).

Kek pişirme denemeleri

Denemede kullanılacak kek formülünü optimize etmek için Çizelge 1'deki Yanıt Yüzey Yöntemi-YYY (Response Surface Methodology, RSM) deneme deseni kullanılmıştır. Yağ ikameleri-

Çizelge 2. Standart Kek Formülü

Bileşenler	Standart (g)
Un	100
Su	100
Şeker	80
Şortening	50
Yağsız süt tozu	12
Yumurta akı tozu	8
Kabartma tozu	6
Tuz	1.5
Vanilya	1

nin etkilerinin belirlendiği denemeler, optimizasyon sonucunda elde edilen standart kek formülü (Çizelge 2) yağ oranı hariç, diğer bileşenlerin oranı sabit tutularak yapılmıştır. Kullanılacak yağ ikamelerinden N-Flate, CMC formülü (CMC+MDG+PGME) ve Paselli

formülü (Paselli-SA2+ MDG+PGME) için kullanılacak oranlar, daha önce yapılan çalışmalar göz önünde bulundurularak ön denemeler ile belirlenmiştir. CMC ve Paselli formülleri için Çizelge 3 ve 4'de verilen kombinasyonlar denenmiştir. Yağ ikamelerinden N-Flate için, N-Flate'in %8,12 ve 16 seviyeleri ile yağın %50,75 ve 100 oranında azaltılmış seviyeleri test edilmiştir.

İstatistik Analizler

Bu çalışmada CMC ve Paselli formülleri için DOĞAN ve WALKER (1999) tarafından belirtilen YYY deneme deseni kullanılmıştır. Kullanılan bu yağ ikameleri için Çizelge 3 ve 4'de verilen kombinasyonlar denenmiştir. Diğer yağ ikamesi olan N-Flate için, N-Flate'in

%8,12 ve 16 seviyeleri ile yağın %50, 75 ve 100 oranında azaltılmış seviyeleri tam şansa bağlı deneme deseni kullanılarak test edilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Kullanılan Unun Özellikleri

Çalışmada kullanılan unun protein ve kül oranları sırasıyla %9.5 ve %0.41 olarak bulunulmuştur. Diğer taraftan protein kalitesinin göstergesi olarak; yaş glüten miktarı %19.3,

Çizelge 1. Standart Kek Formülünde YYY'e Göre Denenen Bileşenlerin Seviyeleri

Su (%)	Şeker (%)	Yağ (%)
90	70	50
90	80	40
90	80	60
90	90	50
100	70	40
100	70	60
100	80	50
100	90	40
100	90	60
110	70	50
110	80	40
110	80	60
110	90	50

Çizelge 3. Paselli Formülü ile Üretilen Kekler İçin YYY'e Göre Denenen Bileşenlerin Seviyeleri

Paselli - SA2	MDG-PGME	Yağ (%)
20	2	25
20	4	0
20	4	50
20	6	25
30	2	0
30	2	50
30	4	25
30	6	0
30	6	50
40	2	25
40	4	0
40	4	50
40	6	25

Çizelge 4. Karboksi Metil Selüloz (CMC) Formülü ile Üretilen Kekler İçin YYY'e Göre Denenen Bileşenlerin Seviyeleri

CMC (%)	MDG-PGME (%)	Yağ (%)
1	2	25
1	4	0
1	4	50
1	6	25
1.5	2	0
1.5	2	50
1.5	4	25
1.5	6	0
1.5	6	50
2	2	25
2	4	0
2	4	50
2	6	25

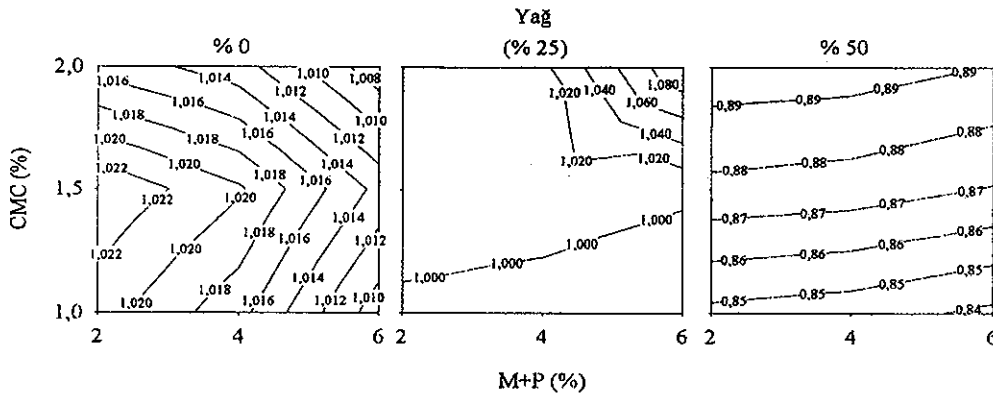
kuru glüten miktarı %6.4 ve sedimantasyon değeri de 22 olarak tespit edilmiştir. Bu da kullanılan unun üretilecek olan kek türü için uygun özellikte olduğunu göstermektedir.

Formüllerinin Optimizasyonu ve Karşılaştırılması

Hamur Yoğunluğu

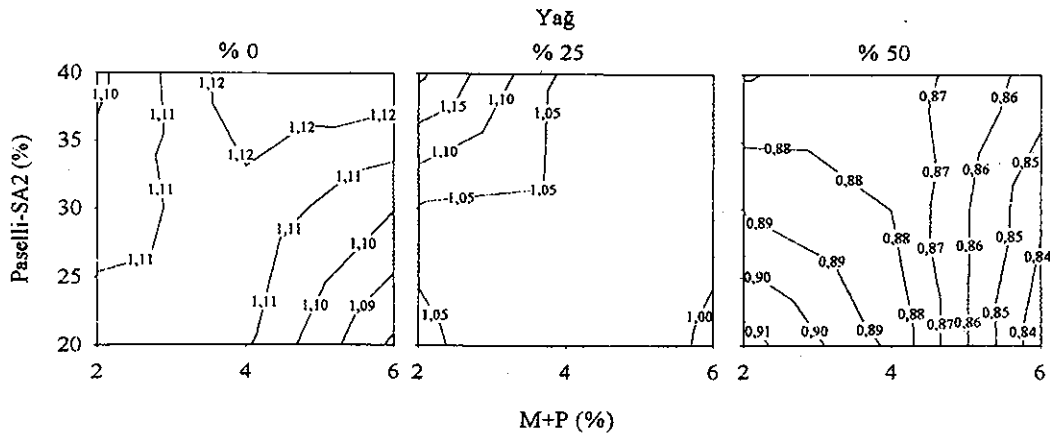
Kek hamurunun karıştırılması sırasında daha fazla hava tutulması hamurun yoğunluğunun düşmesine neden olur. Bu da elde edilecek olan kekin hacmini ve gözenek yapısını etkiler. Standart kek hamurunun yoğunluğu 0.78-0.80 arasında değişmiştir.

Yağ oranının artırılması ile hamur yoğunluğunda azalma meydana gelmiştir. Yağsız kekta CMC ve M+P artan seviyelerinde yoğunlukta azalma meydana gelirken, CMC'nin seviyesinin artması %25 ve 50 yağ seviyesinde hamur yoğunluğunu artırmıştır (Şekil 1). CMC seviyelerinin yoğunluğa etkisi $p < 0.05$ düzeyinde, yağ oranının etkisi ise $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Yağ oranı %50 olan keklerde M+P seviyelerinin yoğunluğa etkisi ise önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$).



Şekil 1. CMC formülündeki yağ, CMC ve M+P ve seviyelerinin hamur yoğunluğuna etkisi

Paselli-SA2'nin test edilen bütün seviyelerinde, standarda en yakın yoğunluk (0.84-0.85 g/ml) yağın %50 oranında azaltılıp, %6 oranında M+P kullanılması ile elde edilmiştir. Üretilen keklerde yağ ve M+P seviyelerinin yoğunluğa etkisi sırasıyla $p < 0.01$ ve $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunurken, yağ ikamesi olarak kullanılan Paselli-SA2 seviyeleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Paselli-SA2 ile birlikte emülgatör olarak M+P ilavesi yağın fonksiyonunu üstlendiğinden yoğunluk azalmıştır. M+P'nin hamur yoğunluğunu azaltıcı etkisi yağ oranının artmasına bağlıdır (Şekil 2). Bu da kek hamurunda tutulan havanın artması anlamını taşımaktadır. Paselli formülünde M+P ilavesi kritik rol oynamaktadır.



Şekil 2. Paselli formülündeki yağ, Paselli-SA2 ve M+P seviyelerinin hamur yoğunluğuna etkisi

N-Flate ile üretilen keklerde standarda en yakın yoğunluk (0.91-0.92 g/ml), yağın %50 oranında azaltılıp, %8 oranında N-Flate kullanıldığında elde edilmiştir (Şekil 3). Formüldeki yağ ve N-Flate seviyesi hamur yoğunluğunu önemli ölçüde etkilemiştir ($p<0.01$). KHALİL (1998) yaptığı bir çalışmada, N-Flate kullandığı kek örneklerinde formüle dışarıdan %3 oranında emülgatör ilave etmiş, ürettiği kekin yoğunluğunun değişmediğini gözlemiştir. Buradan N-Flate bileşimindeki emülgatörün yeterli, ayrıca dışarıdan emülgatör ilavesinin gereksiz olduğu sonucuna varılmıştır.

Pişme kaybı

En az pişme kaybı (%8) yağın %50 oranında azaltılıp, Paselli-SA2'nin %40 ve M+P'nin %2 oranında kullanılmasıyla elde edilmiştir. Yağın %75 oranında azaltılıp %40 düzeyinde Paselli-SA2 ilave edilen keklerin pişme kaybı %8.4 ve bu değer standart kek değeri ile aynıdır. M+P ve Paselli-SA2 seviyelerinin pişme kaybına etkisi $p<0.01$ ve $p<0.05$ olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur.

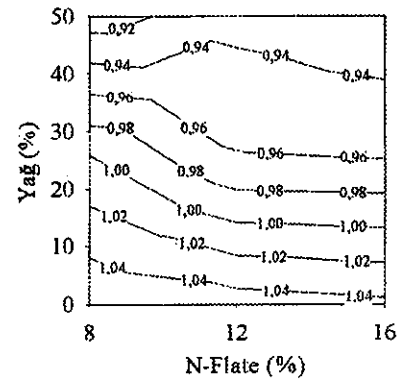
Yağ artırılıp CMC azaltıldığında veya tersi durumunda %2 seviyesinde ilave edilen M+P ile pişme kaybı en az olmuştur. Yağın %50 azaltılması ve %1 CMC ile üretilen keklerin pişme kaybı %7.9 bulunmuştur. CMC'nin %1.5-2 arasında kullanıldığı yağsız keklerde pişme kaybı %8.5 olarak bulunmuştur. İlave edilen CMC, hidrofilik özelliğinden dolayı pişme kaybına etkisi $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunurken, M+P'nin etkisi önemsiz bulunmuştur.

Yağ ikamesi olarak N-Flate'in kullanıldığında en az pişme kaybı (%7.6) N-Flate'in %12 ile 16 arasında kullanıldığı yağsız keklerde elde edilmiş, N-Flate seviyesinin pişme kaybına etkisinin olmadığı gözlenmiştir ($p>0.05$).

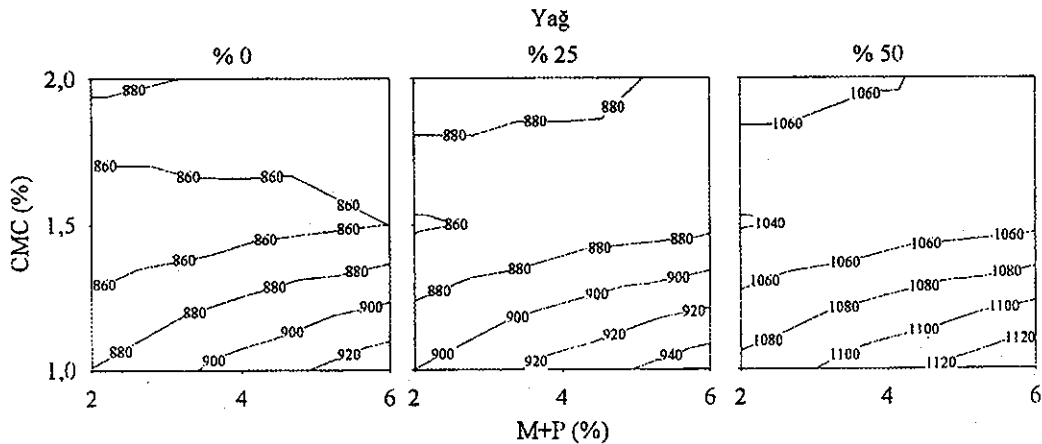
Kek hacmi

Yağ ikameleri kullanıldığında hacmi birinci derecede etkileyen faktör toplam yağ miktarıdır (Şekil 4,5 ve 6). Formüldeki yağ oranının artması ile hacim artarken, kullanılan yağ ikamesi ve emülgatör seviyesi de hacmi etkilemiştir.

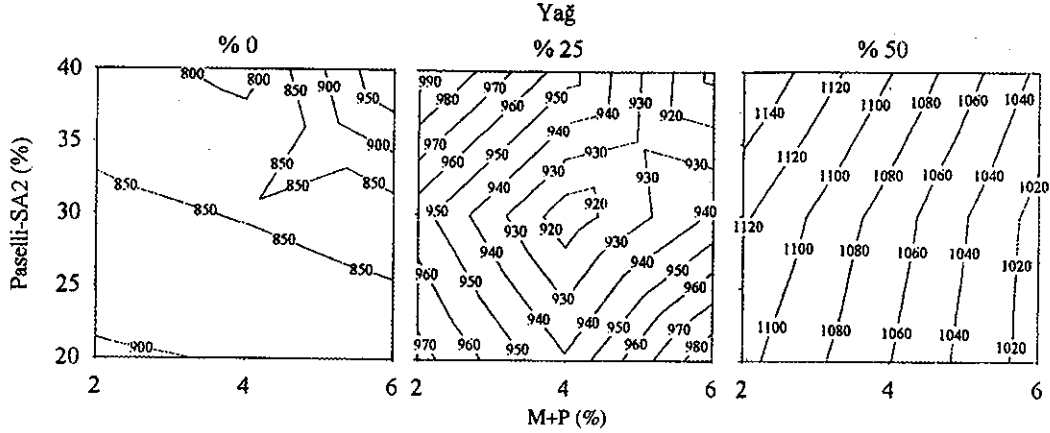
İkame olarak CMC formülü ile yağın %50 oranında azaltılıp, %2 M+P ve %1 oranında CMC ilave edildiğinde kek hacmi 1080-1120 cc arasında bulunmuştur (Şekil 4). Denenen bütün yağ seviyelerinde CMC'nin miktarının artması hacmi olumsuz yönde etkilemiştir ($p<0.05$). İlave edilen M+P seviyelerinden kek hacmine etkisi daha az olmuştur.



Şekil 3. N-Flate ve yağ seviyelerinin hamur yoğunluğuna etkisi



Paselli formülü kullanıldığında yağın %50 oranında azaltılıp M+P'nin %2 ve Paselli-SA2'nin %40 seviyelerinde ilavesi ile üretilen kek hacmi, 1120-1140 cc değeri ile hacmi en yüksek kek olup (Şekil 5), 1195 cc olan standart kek hacmine en yakın değerdir. Yağ oranın %50 olan keklerde M+P'nin artması ile kek hacmi azalırken, Paselli'nin seviyelerinde hacim etkilenmemiştir.



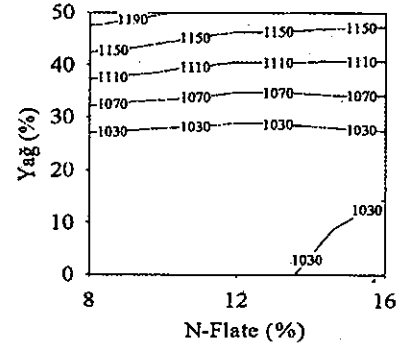
Şekil 5. Paselli formülündeki yağ, Paselli-SA2 ve M+P seviyelerinin kek hacmine etkisi

Denenen üç yağ ikamesi arasında standarda en yakın kek hacmi (1180-1190 cc), yağın %50 oranında azalır ve %8-10 oranında N-Flate kullanımı ile elde edilmiştir (Şekil 6). Artan N-Flate seviyesinden hacim etkilenmemiştir. Arzu edilen hacmin elde edilmesi için yağın ortamdand uzaklaştırılması halinde kombine ikame sistemi kullanımının gerekmektedir.

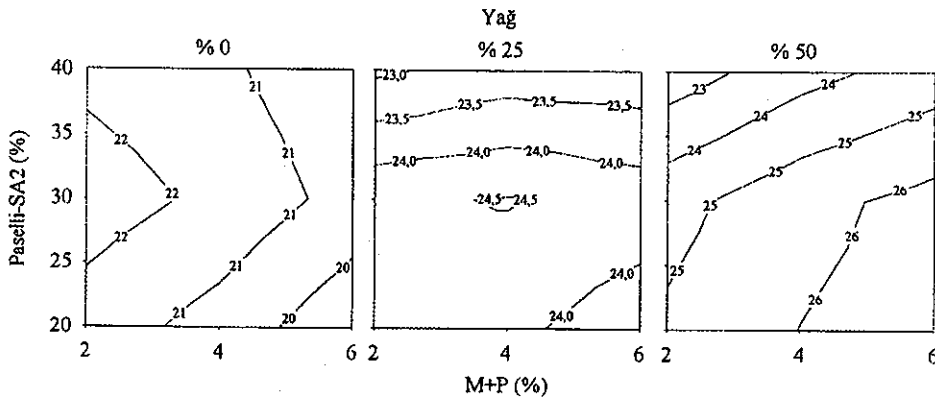
Kek dış özellikleri

Albeniyi etkileyen en önemli özelliklerden birisi kekin dış görünüşüdür. Kabuk rengi ve homojenliği, kabuk kalınlığı ve kek simetrisi oldukça önemlidir. Bu çalışmada dış özellikler toplam 30 puan üzerinden değerlendirilmiştir.

Paselli formülü için en iyi dış özellik değeri, yağın %50 oranında azaltılıp M+P'nin %4-6, Paselli-SA2'nin %20-30 arasında kullanımıyla elde edilmiştir. Dış özellikleri etkilemesi bakımından ilave edilen yağ miktarı oldukça önemlidir ($p < 0.05$). Kabul edilebilir kek üretimi için Paselli-SA2 seviyesi artırılırken M+P miktarının da artırılması gerekmektedir (Şekil 7).

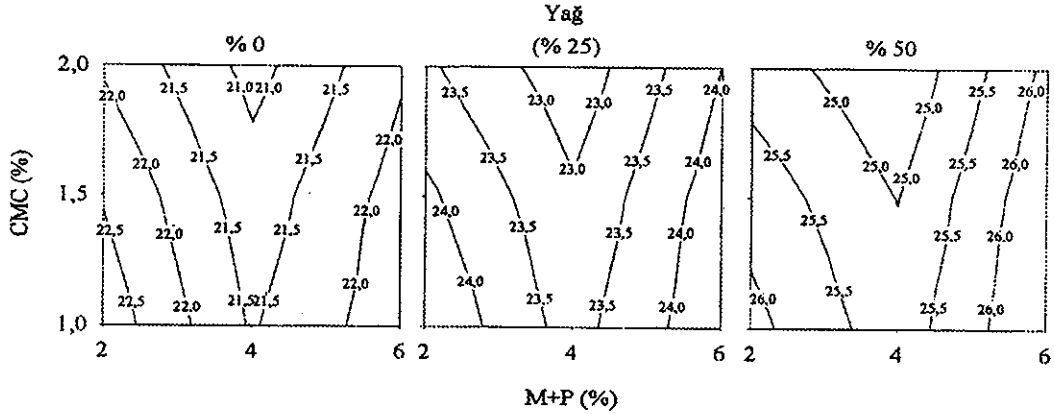


Şekil 6. N-Flate ile yağ seviyelerinin kek hacmine etkisi



Şekil 7. Paselli formülündeki yağ, paselli-SA2 ve M+P seviyelerinin kekin dış özelliklerine etkisi

CMC formülü için en iyi dış özellik 26/30 değeri ile standarda (28/30) en yakın bulunmuş; bu kek, yağın %50 oranında azaltılıp, M+P'nin %6 ve CMC'nin %1 ile 1.5 arasında ilave edilmesiyle üretilmiştir (Şekil 8). Dış özellikler üzerine yağ seviyesi ve M+P seviyelerinin etkisi sırasıyla $p<0.01$ ve $p<0.05$ olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur. Daha önce bahsedildiği gibi formüldeki yağ miktarı azaltıldığında, arzu edilen özelliklerin yakalanması için ilave edilen emülgatör (M+P) miktarı artırılmalıdır.



Şekil 8. CMC formülündeki yağ, CMC ve M+P seviyelerinin keklerin dış özelliklerine etkisi

N-Flate ilave edilerek üretilen keklerde en iyi dış özellik (25/30), yağın %50 oranında azaltılıp, %8 seviyesinde N-Flate kullanımı ile elde edilmiştir. Dış özellikler üzerine formüldeki yağ seviyesi N-Flate'ten daha fazla etkili olmuştur (Şekil 9).

Çekme oranına etkileri

Paselli-SA2'nin seviyesi %20 den 40'a çıkarılıp yağ seviyesi azaltıldığında çekme oranında azalma meydana gelmiştir. Çekme oranının en az olduğu durum; standart kek formülündeki yağın %50 oranında azaltılıp, bunun yerine %40 oranında Paselli-SA2'nin ilave edilmesiyle gerçekleşmiştir. Formüle ilave edilen M+P seviyesi de çekme oranını etkilemiştir, M+P oranı %0.5-1 olduğunda meydana gelen çekme en az olmuştur.

Test edilen CMC değerleri için yağ %70 ve daha fazla azaltıldığında çekme oranı %3 gibi en düşük değerdedir. M+P ve CMC'nin çekme oranına etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunurken, yağ oranının etkisi $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

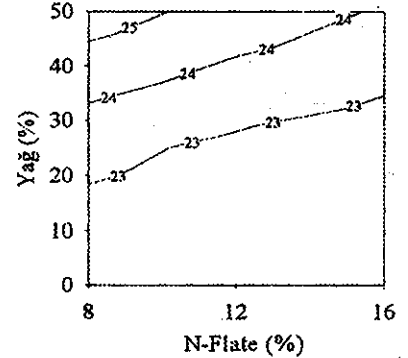
N-Flate miktarı %13-16 arasında tutulup, yağ %50-60 oranında azaltıldığında ise çekme oranı en düşük (%2) değerdedir. N-Flate miktarının %10'un altına düşmesiyle çekme miktarı da artmıştır.

Kek iç özellikleri

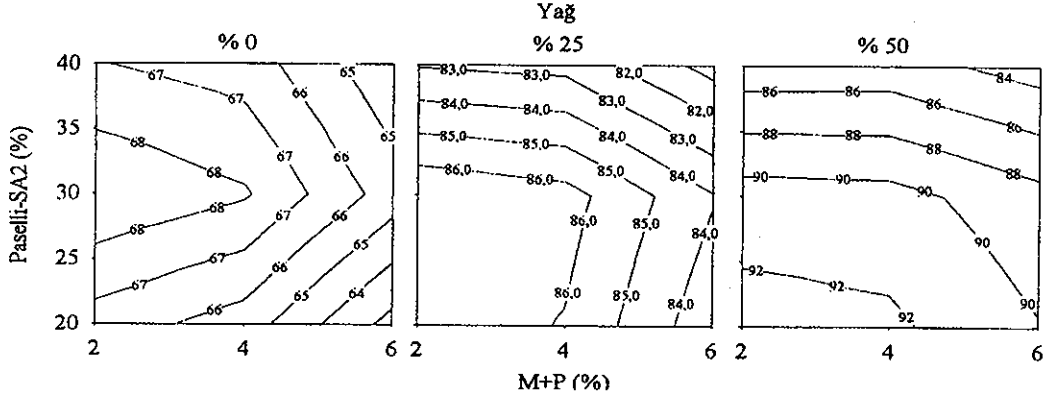
Bileşenler ve üretim aşamaları hakkında bilgi veren ve tüketicinin beğenisini etkileyen en önemli kriter gözenek yapısıdır. İç özellikler denildiğinde gözeneklerin büyüklüğü, homojenliği, tekstürü ve iç rengi ifade etmektedir.

Paselli formülü kullanıldığında en iyi iç özellik (92/100), yağın %50 oranında azaltılıp, M+P'nin %2-4 ve Paselli-SA2'nin %30'nun altında kullanıldığı keklerde elde edilmiştir. Yağ ve Paselli-SA2 seviyelerinin kek iç özelliklerine etkisi $p<0.01$, M+P düzeyinin etkisi ise $p<0.05$ seviyelerinde önemli bulunmuştur (Şekil 10).

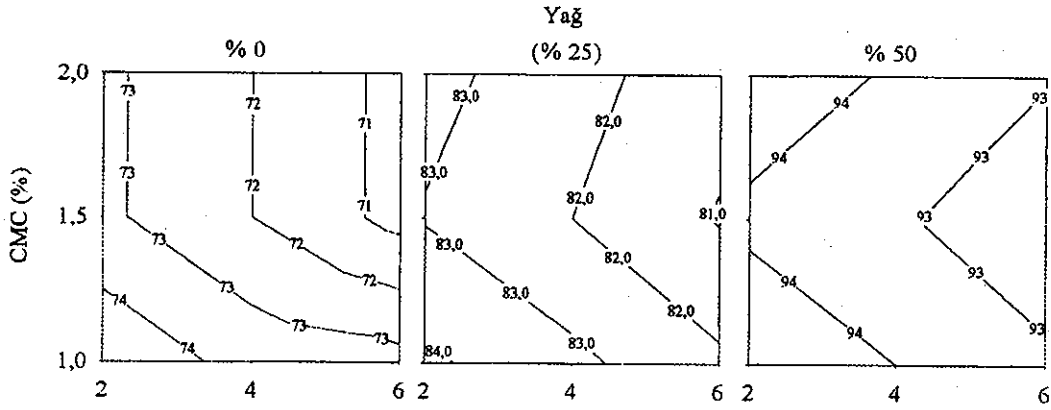
Denenen CMC seviyelerinde iç özellikleri kontrol eden en önemli faktör yağ oranıdır (Şekil 11). CMC formülü ile hazırlanan kekler arasında 94/100 puan ile en iyi iç özellik değerleri yağın %50 oranında azaltılması ile elde edilmiştir. Denenen CMC ve M+P seviyelerinden, kek iç özellikleri önemli ölçüde etkilenmemiştir ($p>0.05$).



Şekil 9. N-Flate ve yağ seviyelerinin keklerin dış özelliklerine etkisi



Şekil 10. Paselli formülündeki yağ, Paselli-SA2 ve M+P seviyelerinin keklerin iç özelliklerine etkisi



Şekil 11. CMC formülündeki yağ, CMC ve M+P seviyelerinin keklerin iç özelliklerine etkisi

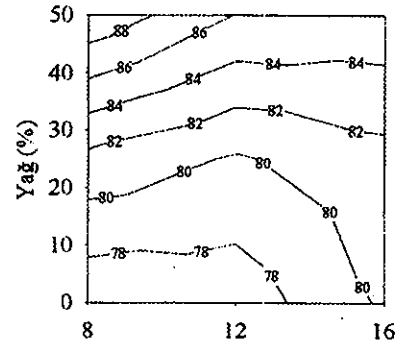
Yağ ikamesi olarak kullanılan N-Flate seviyeleri arasında standartlarda en yakın kek iç özellikleri 90/100 puan ile yağın %50 oranında azaltılıp, %8-10 arasında N-Flate ile kullanımıyla elde edilmiştir. Kek iç özellikleri üzerinde birinci derecede ilave edilen yağ miktarı etkili olurken, kullanılan N-Flate seviyesinin artması iç özellikleri iç özellikleri iyileştirmemiştir (Şekil 12).

SONUÇ

Kek kalitesini formülü oluşturan bileşenlerden önemli ölçüde etkilenmiştir. Bunlar arasında yağ kritik bir bileşendir. CMC ilavesi yağsız keklerde yoğunluğu azaltırken, yağın %25 ve 50 seviyelerinde yoğunluğu artırmıştır ve kek hacmini olumsuz yönde etkilemiştir.

Pişme esnasında kek çapının küçülmesini ifade eden % çekme oranında ise CMC formülünde yağ miktarı etkili olurken, CMC ve emülgatör düzeyleri arasında fark görülmüştür. Paselli formülü ve N-Flate ile hazırlanan keklerde ise yağ, yağ ikamesi ve emülgatör seviyelerinin çekme oranına etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). N-Flate ile üretilen keklerde ise yağ düzeyi pişme kaybını etkilerken, N-Flate seviyeleri arasında fark görülmemiştir ($p<0.05$).

Paselli formülünde pişme kaybını kontrol edebilmek için Paselli-SA2 miktarının %40, M+P'nin ise %2 düzeyinde tutulması uygun olacaktır. Paselli formülünde emülgatör olarak kullanılan M+P kritik rol oynamakta-



Şekil 12. N-Flate ve yağ seviyelerinin keklerin iç özelliklerine etkisi

dır. Yağın azaltılması ile birlikte ilave edilen %2 oranındaki M+P formüldeki yağın fonksiyonunu artırmaktadır. Yağ ikamelerinden N-Flate kullanıldığında hacmi en fazla olan kek elde edilmiş ve N-Flate formülünde mevcut olan emülgatörün yeterli olduğu görülmüştür.

En iyi kek dış ve iç özellik değerleri CMC'nin %1, Paselli SA2'nin %20 ve N-Flate'in %8 seviyelerinde kullanılması ile elde edilmiştir. Bu çalışma, ortamdaki yağın uzaklaştırılması halinde, arzu edilen kek özelliklerinin yakalanmasının kombine ikame sistemlerinin kullanımını ile mümkün olabileceğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

- ANONYMOUS, 1993. Find/sup, Low-Fat/Low Cholesterol Products Hit New Highs. Food process. 54 (3):11.
- ANONYMOUS, 1995. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists (AACC),9th Edition. Method 10-90, Method 10-91. The Association: ST. Paul, MN- USA.
- ANONYMOUS, 1997. Perakendeci Ölçüm El Kitabı. AC-Nielsen Zet Araştırma Şirketi. İstanbul
- DOĞAN, İ.S., E. KÜÇÜKÖNER, 1998. Düşük Yağ ve Kalori İçeren Gıdalarda Kullanılan Bazı Yağ İkamelerinin Rolü. Gıda Dergisi 24(6): 417-424.
- DOĞAN, İ.S., 1999. Bazı Yağ İkamelerinin Düşük Kalorili Unlu Mamullerde Kullanımı. Üretimden Tüketime Diyet Gıdalar Sempozyumu, TÜBİTAK ve İSO. 18 Şubat 1999, sayfa 130-137. İstanbul Sanayi Odası, Odakule, İstanbul.
- ELGÜN, A., Z. ERGUTAY, M. CERTEL, H.G. KOTANCILAR, 1999. Tahıl Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. A.Ü. Ziraat Fak., Yay. No: 335, Erzurum. 28-100.
- JONES, S.A., 1996. Issues in Fat Replacement in: Handbook of Fat Replacers (Editors: Roller S., Jones, S.A.) CRC Press, Florida, USA. 3-26.
- KHALIL, A.H., 1998. The influence of Carbohydrate-Based Fat Replacers with and without Emulsifiers on The Quality Characteristics of Low-fat Cake. Plant Foods for Human Nutrition 52:299-313.