

KEK KALİTESİNİN VE RAF ÖMRÜNÜN İYİLEŞTİRİLMESİ

Burçak Uçar¹, Mehmet Hayta²

¹Cumhuriyet Üniversitesi, Gemerek Meslek Yüksek Okulu, Gıda Teknolojisi Bölümü, Sivas

²Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kayseri

Geliş tarihi / *Received*: 07.06.2012

Düzeltilerek Geliş tarihi / *Received in revised form*: 24.09.2012

Kabul tarihi / *Accepted*: 22.10.2012

Özet

Son yıllarda gelişen teknoloji ile birlikte hazır yemeğe ve farklı tatlara olan ilgi nedeniyle ülkemizde kek üretimi giderek artmaktadır. Keklerde en önemli problem olan raf ömrünün uzatılmasıdır ve kekler daha kaliteli hale getirilmek istenmektedir. Bu amaçla koruyucular, farklı ambalajlama sistemleri ve doğal maddeler kullanılarak keklerin raf ömrü uzatılmaya ve kalite özellikleri iyileştirilmeye çalışılmaktadır. Raf ömrü için bayatlama ve küflenme problemleri üzerinde durulmaktadır. Son çalışmalar; özellikle artan tüketici talepleri de göz önüne alınarak doğal maddeler kullanılarak kek kalite özelliklerinin iyi olması yönünde yoğunlaşmaktadır. Böylelikle hem kaliteli hem de sağlıklı ürünler elde edilmektedir. Bu derlemede, keklerin raf ömrünün uzatılması ve kalitelerinin geliştirilmesi konusunda yapılan çalışmalar üzerinde durulmuştur.

Anahtar kelimeler: Kek, raf ömrü, kek kalitesi

IMPROVEMENT OF QUALITY AND SHELF LIFE OF CAKE

Abstract

In recent years, together with advanced technology, cake production has been increasing in our country as a result of the interest in ready to eat meals and different tastes. Extending the shelf life of cakes is the most important problem and enhancement in the cake quality has been desired. For this purpose, extension of the shelf life and improvement of the quality characteristics of cakes have been endeavored by using preservatives, different packaging systems and natural ingredients. The problems of staling and mold growth have been focused for the shelf life. Recent studies, especially taking into consideration the increasing demand of consumers, have been focused on the improvement in the quality of cakes by using natural ingredients. In this way, both qualified and healthy products are obtained. In this review, the studies on the extension of shelf-life and the improvement of quality characteristics of cakes have been emphasized.

Keywords: Cake, shelf life, cake quality

*Yazışmalardan sorumlu yazar / *Corresponding author*;

✉ bucar@cumhuriyet.edu.tr,

☎ (+90) 346 614 2341,

☎ (+90) 346 614 2362

GİRİŞ

Kek; %8-9 proteinli yumuşak buğday unundan şeker, yağ ve yumurta ilavesiyle hazırlanan hamurun fırınlanmasıyla elde edilen hazır gıda maddesidir (1). Keklerin sınıflandırılması formülde yer alan bileşenlere göre dilim, top, baton, kalıp, pasta altı ve bar kekler olarak yapılmaktadır. Ayrıca baharatlı, peynirli ve kakaolu kekler de mevcuttur (2).

Kekin kabarmasında etkili olan hava kabarcıkları proteinler tarafında tutularak hamurun hacim kazanması sağlanır. Böylece stabil ve yüksek hacimli kekler elde edilmektedir (3). Kimyasal ve mekanik olarak kabartılabilen keklerde, formüle giren bileşenlerin miktarlarının ayarlanması, bileşenlerinin işlevlerinin bilinmesi son ürün kalitesi açısından önem taşımaktadır. Hazırlanan kek hamurunda kıvam artırıcı ve gevrekleştirici maddelerin emülsiyonu son üründe istenilen tat, tekstür ve hacmin oluşmasını sağlamaktadır (4).

Raf ömrü ve bayatlamaya karşı tolerans endüstriyel keklerin kalitelerini belirlemektedir. Keklerin formülasyonuna, ambalajlanmasına, su aktivitesine (a_w) ve depolama sıcaklığına bağlı olmakla birlikte genellikle 1-4 hafta taze kalmaları beklenir (5). Tüketicilerin ilgisinin giderek arttığı keklerin endüstriyel alandaki en önemli problemi raf ömrünün kısa olmasıdır. Raf ömrü; gıda maddelerinin üretim tarihinden itibaren uygun koşullarda spesifik özelliklerini muhafaza edebildiği süreyi ifade etmektedir (6). Raf ömrünü etkileyen etmenler gıdaların bozulmalarıdır. Gıdalar depolama süresince fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişime uğrarlar. Keklerde fiziksel olarak bayatlama, kimyasal olarak oksidasyon ve mikrobiyolojik olarak küflenme raf ömrünü olumsuz etkileyen temel faktörlerdir.

RAF ÖMRÜNÜN UZATILMASI ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bayatlamayı Geciktirme

Fiziksel bozulma olarak görülen bayatlama keklerde en sık görülen problemlerdendir. Lezzet kaybı, tekstürel değişimler ve kısmi kuruma tipik bayatlama göstergeleridir (7). Yapılan bir çalışmada; kek üretiminde kullanılan buğday ununa belli oranlarda arpa unu ilave edilmiştir. Kek örneklerinde 120 saatlik depolama sonunda kontrol grubuyla karşılaştırıldığında sertliğin daha az olduğu görülmüş ve bayatlamayı engelleyici olarak kullanılabilceği önerilmiştir (8).

Kimyasal Koruyucuların Kullanımı

Mikrobiyel bozulmalar genellikle maya, küf ve bakterilerden kaynaklanmaktadır. Ürünün tipine, işleme metodu ve iklime bağlı olarak kayıpların %1 ile 5'i küflere bağlıdır. Fırın ürünlerindeki biyolojik bozulmalarda en yaygın ve en önemli küf türleri *Eurotium*, *Aspergillus* ve *Penicillium*'dur. *Eurotium* türü küflerin gelişmesini engellemek için; potasyum sorbat (PS), sodyum benzoat (SB) ve kalsiyum propiyonat (KP) çeşitli pH ve su aktivitesinde pandispanya keklerine ilave edilerek küflerin gelişmeleri incelendiği çalışmada üç antifungal ajanında pH 6'da ve 0.80 ile 0.85 a_w 'lerinde etkili olduğu görülürken bunlardan en etkilisinin PS olduğu bildirilmiştir. Ayrıca PS'in pH 6'da ve düşük su aktivitesindeki etkisi de incelenmiş ve özellikle *E. repens* ve *E. rubrum*'da gelişmenin daha az olduğu ortaya konmuştur (9). *Eurotium* türleri herhangi önemli bir mikotoksin üretmezken *Aspergillus* ve *Penicillium* türleri üretmektedir. Bu yüzden pandispanya keklerde *P. aurantiogriseum*, *P. corylophilum*, *P. chrysogenum* ve *A. flavus* türlerinin gelişimine sıcaklık (15-30 °C) ve a_w (0.85 ve 0.9) etkisi araştırılmıştır. *Penicillium* türleri için 15 ve 30 °C sıcaklıklarda her iki a_w değerleri için gelişme gözlemlenmezken *A. flavus* için a_w : 0.9 ve 30 °C'de en fazla gelişme görülmüştür (10).

Doğal Antioksidan Kullanımı

Kimyasal bozulma olarak oksidasyonların önlenmesinde antioksidanlar kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada; sentetik antioksidanların toksijenik, mutajenik, karsinojenik etkilerinden dolayı bunun yerine doğal antioksidan madde içeren yeşil çay ekstratlarının pandispanya keke ilavesinin kekin kalite ve antioksidan özelliklerine etkileri incelenmiştir. Yeşil çayda bulunan kateşin ve besinsel lif özellikle buğday unu yerine %20 oranında yeşil çay ekstraktı ilave edilen örneklerin bioaktif özelliklerinin daha iyi olduğu belirlenmiştir. Duyusal analizler sonunda da pandispanya keklerinde hoş bir tada sahip olduğu ayrıca yeşil çay ekstraktının antioksidan özelliklerinden dolayı keklerde fonksiyonel olarak kullanılabilceği belirtilmiştir (11).

Modifiye Atmosferde Paketleme Uygulamaları

Ürünlerin bozulmasını engelleyen en önemli yöntemlerden biri de ambalajlamadır. Gıdalarda bozulmalar çoğunlukla mikrobiyal bulaşma ile proses sonrası elle işlem görmeye bağlı olarak öncelikle gıda yüzeyinde meydana gelmekte ve gıdanın raf ömrünü kısaltırken, gıda kaynaklı hastalık riskini de arttırmaktadır (12). Modifiye atmosferde ambalajlama sisteminde, hava genellikle CO₂ ve N₂ gazları ile yer değiştirilerek kullanılır.

CO₂ bakteriyostatik ve fungistatik olmasından dolayı gaz bileşimi içinde en önemli gazdır. Ayrıca küfler aerobik olduğundan CO₂ konsantrasyonlarına daha hassastırlar (13). Modifiye atmosfer ambalajlama sistemi kullanılarak pandispanya keklerde raf ömrünün uzatılması amaçlandığı bir çalışmada otuz adet kek örnekleri 15-20 °C, %53-61 bağıl nem ve %50 CO₂: %50 N₂, %100 N₂ ve kontrol olarak da havanın kullanıldığı ortamlarda depolanarak 2, 6, 13, 22 ve 27 gün sonunda mikrobiyolojik analizleri yapılmış. Kontrol grubunun raf ömrü 3 gün olarak bildirilirken 6 gün sonunda küf gelişmeleri gözlemlenmiştir. Buna karşın %100 N₂ ile ambalajlanan örneklerde 13 güne kadar herhangi bir küf gelişmesi gözlemlenmezken %50 CO₂: %50 N₂ ile ambalajlanan örneklerin %60'ında küf belirtileri görülmüştür. 6 gün sonunda, %100 N₂ hazırlanan ambalajın mezofilik aerobik bakteri sayısı %50 CO₂: %50 N₂ olan ortama göre daha az bulunmuş ve sonuç olarak; %50 CO₂: %50 N₂ ile modifiye atmosferde ambalajlanan keklerde raf ömrünün kontrol grubuna göre 2-3 gün daha uzun olduğu bildirilmiştir (14). Yapılan diğer bir çalışmada ise; kek örneklerine *E. amstelodami*, *E. chevalieri* ve *E. herbariorum* türlerinin 0.75, 0.8, 0.85 ve 0.9 a_w ve farklı gaz (O₂:%0.02-0.5 ve CO₂:%0-100) ortamlarının etkisi araştırılmıştır. %60'dan fazla CO₂ içeren ortamda bakterilerinin gelişmediği gözlemlenmiştir. *E. chevalieri* ve *E. herbariorum* türlerinin düşük CO₂ konsantrasyonlarına daha hassas olduğu, ayrıca %100 CO₂ ve 0.9, 0.85 su aktivitesi olan ortamlarda herhangi bir bakteri gelişiminin gözlemlenmediği belirlenmiştir (15). *E. amstelodami*, *E. herbariorum*, *E. repens*, *E. rubrum*, *A. niger*, *A. flavus*, ve *P. corylophilum* türleri üzerine 0.8, 0.85 ve 0.9 pH, a_w 6 ile 7.5 ve %0, 30, 50 ve 100 CO₂ gazı ve havanın etkisinin araştırıldığı çalışmada, tüm pH ve a_w değerlerinde CO₂ oranı arttıkça bakterilerinin gelişmelerinde de önemli derecede azalma olduğu görülmüştür. *A. niger*, *A. flavus* ve *P. corylophilum* türleri incelendiğinde; pH 6 ve a_w'nin de 0.8 olduğu durumlarda düşük CO₂ oranlarında gelişme gözlemlenmediği, modifiye atmosferde ambalajlamanın yanında pH ve a_w'nin sinerjik etkisiyle küf gelişiminin önlenebileceği bildirilmiştir (16). Başka bir çalışmada; *E. amstelodami*, *E. herbariorum*, *E. repens* ve *E. rubrum* türlerinin gelişimi için küf önleyici olarak kullanılan PS'in kullanımını en aza indirmek amacıyla, PS %0, 0.05, 0.1 ve 0.2 oranında, modifiye atmosfer ortamı ise; hava ve N₂:CO₂ oranı (%) 100:0, 70:30, 50:50, 30:70 ve 0:100 kullanılmıştır. PS'in tüm konsantrasyonları ve modifiye atmosferde kullanılan gaz oranları pH 6'da 7.5'den daha etkili olmuştur. Ayrıca pH 6, a_w 0.8 ve %100 N₂ şartlarının *E. repens* ve

E. rubrum türlerini engellemek için yeterli olduğu belirlenmiştir. *E. repens*, *E. rubrum* ve *E. amstelodami* türleri için %100 N₂, a_w 0.85-0.9 ve PS miktarı %0.05 olmasının %100 N₂, a_w 0.85 ve PS miktarının %2'ye göre daha az etkili olduğu görülmüştür, %0.2 PS ve %30 N₂: %70 CO₂ olan modifiye atmosfer ambalajlamanın tüm a_w değerlerinde bozulmayı engellediği görülmüştür (17).

KALİTENİN İYİLEŞTİRİLMESİ ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Unlu mamuller depolama boyunca bayatlamadan toplam bozulmaya kadar kalite üzerinde çeşitli olumsuz etkilere tabi olur. Bu ürünlerin raf ömrü kararlı ve depolama koşullarının etkisindedir. Fırın ürünlerinin bayatlaması nem dağılımı, kuruma, nişasta retrogradasyonu, sertliğin artması ve aynı zamanda lezzetin azalması gibi çeşitli kimyasal ve fiziksel değişmelerin sonucu oluşmaktadır. Kek bayatlaması asıl olarak iç kısımdaki sertlik ve nem göçü ile ilgilidir (18). Bu amaçla keklerin kalitelerini iyileştirmek amacıyla çalışmalar yapılmıştır. Pandispanya keklerde zerdeçal tozunun kullanımının optimizasyonu üzerine yapılan bir çalışmada, şeker (%116.0-129.5), zerdeçal tozu (%0.5-5.0), ve yağın (%10.0-23.5) kekte hacim, renk, tekstür ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. %129.5 şeker, %0.5 zerdeçal tozu ve %10 yağ kullanımında en yüksek hacim değeri ile tekstürel özelliklerden sertliğin en düşük olduğu belirlenmiştir. Zerdeçal tozunun miktarının artmasıyla keklerin yumuşaklığının düştüğü görülmüştür. Ayrıca şeker, zerdeçal tozu ve yağın optimal seviyede kullanılmasıyla duyuşal özelliklerin zayıfladığı bildirilmiştir (19). Çöven ekstraktının pandispanya keklerle yumurta beyazının yerine kullanımının araştırıldığı çalışmada; yumurta beyazıyla %75 oranında çöven ekstraktının yer değiştirmesinin kek hamurlarının akış özelliklerinin kontrol grubuna göre önemli farklılık göstermediği görülmüştür, tekstürel özellikler bakımından; çöven ekstraktı kullanılan kek örneklerinin daha yumuşak olduğu görülmüştür. Duyusal değerlendirmede genel olarak kontrol grubuyla yakın özellikler gösteren çövenli keklerin çiğneme özelliğinin daha iyi olduğu belirlenmiştir (20). Pandispanya keklerde siyah sarımsak tozunun kullanıldığı çalışmada nem içeriği, pH, ağırlık ve spesifik hacimde azalma görülmüştür. Yine sarımsak toz oranının artmasıyla kırmızılık artarken parlaklık ve sarılık azalmış ve keklerin tekstürel özelliklerinden sertliğin de arttığı belirlenmiştir. Sarımsak tozunun %4 kullanımıyla genel beğeni en yüksek değeri almış; ancak aroma ve tat değerlerine bakımından %6 oranında sarımsak tozunun kullanıldığı kekler en çok beğenilen

kekler olmuştur (21, 22). Çin lahanası tozunun kek unu esasına göre %3, %6, %9 oranlarında kullanıldığı çalışmada; lahanana tozu kullanım oranının artışıyla sarılığın arttığı, tekstürel özelliklerden sertlik, sakızimsılık ve gevrekliğinin arttığı; bildirilmiştir. Duyusal analizlerde %3 lahanana tozu kullanılan kekler tat, genel beğeni ve tekstür özellikleri bakımından daha yüksek puanlar alırken %6 lahanana tozu kullanımda renk ve aromanın daha iyi olduğu belirlenmiş ve sonuç olarak; %3 lahanana tozunun keklerde kullanımı önerilmiştir (23). Keklerde brokoli tozu kullanımıyla nem içeriği ve hacim, iç ve kabuk kısımlarında parlaklık, kırmızılık ve sarılığa azalma görülürken tekstürel özelliklerden sertlik, sakızimsılık, çignenebilirlik, yapışkanlık artmıştır. Brokoli tozu %5 kullanımında nemlilik, yumuşaklık, çignenebilirlik ve esneklik bakımından kontrol grubuyla benzerlik gösterdiği ve pandispanya keklerde %5 oranında brokoli tozu kullanımının uygun olduğu bildirilmiştir (24). Un yerine %0, 5, 10, 15, 20 oranında muz tozu kullanılarak pandispanya kek örnekleri hazırlanmış ve kalite üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada nem içeriklerinin ve hacim indekslerinin kontrol grubu örneklerde daha yüksek çıkarken köpük stabilitesinin %10 muz tozu içeren örneklerde en yüksek olduğu belirlenmiştir. %5, 15 ve 20 muz tozu kullanılan örneklerde sertlik diğerlerine göre daha yüksek çıkmış, yapışkanlık ve çignenebilirlikte ise örnekler arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Duyusal analizde muz tozunun artmasıyla renk, aroma yumuşaklık ve genel kabul edilebilirlik değerleri artmış ve %10 muz tozu kullanımının pandispanya keklerde uygun olduğu bildirilmiştir (25). Şeker yerine %0, 30 ve 50 oranında eritrol kullanımının pandispanya kek kalite parametreleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; kek hacimleri, nem içeriği, ham kül ve protein içeriklerinin eritrol artışıyla düştüğü gözlenmiştir. Sertlik, yapışkanlık ve gevreklik değerlerinde eritrol artışıyla artış görülürken elastikiyetinde azalma görüldüğü, özellikle %30 eritrol kullanımında tat, koku, tekstür ve genel beğeni bakımından yüksek değerler alındığı bildirilmiştir (26). Kek formülasyonlarında yağ ve yumurta yerine chia jeli (%25, 50 ve 75) kullanılmasıyla; kontrol grubu keklerin besinsel içeriği; 100 g kekte 335 kcal olarak, 10.7 g toplam yağın 1.7'si doymuş yağ olarak ve yağdan %28.4 enerji elde edildiği görülmüştür. Yağ yerine %50 oranında chia jeli kullanıldığında ise; yağdan %19.7 oranında enerji elde edildiği ve 35 kcal daha düşük değere sahip olduğu belirtilmiştir. Yumurta ile yer değiştirdiğinde ise bu etkinin daha az olduğu, kek ağırlığı ve simetrisi chia jeli kullanımıyla

değişmezken kek hacminin jel değişim oranının artmasıyla düştüğü görülmüştür. Duyusal analizlerde ise, %25 oranında yağ veya yumurta ile değişimlerde kontrole göre istatistiksel olarak ($P<0.05$) bir fark olmadığı, %50 ve 75 oranında kullanıldığında panelistler tarafından beğenilmediği, %25 oranında kullanılabilmesi görüşüne varılmıştır (27). Margarin yerine %50 oranında ayçiçeği ve hindistan cevizi yağıyla emülsifiyer olarak sodyum stearil-2-laktat ve polisorb-60 ve hidrokolloid olarak; guar gum ve karboksimetil selüloz ilave edilerek keklerin reolojik, yağ asidi içeriği ve kalite karakterleri incelenmiştir. Ayçiçeği ve hindistan cevizi yağlarının kullanımıyla genel beğenide azalma olduğu; ancak ilave edilen maddelerin birlikte kullanımıyla kalite özelliklerinin arttığı gözlemlenmiştir. Yağ asidi içeriğinde, kontrol grubunun doymuş yağ oranı %51.3 ve sadece %6.5'inin de çoklu doymamış yağ asidi (ÇDYA) olduğu, ayçiçeği yağının ÇDYA bakımından, hindistan cevizi yağlarının da orta zincirli yağ asitleri bakımından zengin olduğu kalite parametrelerinin kontrol grubuna göre benzerlik göstermesinden ve yağ içeriğinin daha iyi olmasından dolayı margarin yerine bu yağların kullanılabilmesi belirtilmiştir (28). Elma posasının un yerine kullanıldığı bir çalışmada; posa oranının arttıkça kek hacminin azaldığı, posa oranının %25 olmasıyla kontrole göre diyet lif oranında %14.2'lik bir artış olduğu, aynı şekilde toplam fenolik madde içeriğinde de artış olduğu görülmüş. Böylece elma posasının keklerde polifenol ve diyet lif kaynağı olarak kullanılabilmesi vurgulanmıştır (29). Şeker yerine kayısı, üzüm ve andız pekmezinin %25, 50 ve 100 oranında kullanımında kontrol grubuna göre %50 ve 10 kayısı pekmeziyle hazırlanan kek örneklerinin sertliğinin 7. ve 21. günlerde azaldığı görülmüş, özellikle kayısı pekmezinin %50 ve üzerinde kullanımıyla uzun depolama sürelerinde kek kalitesinde iyileşme olduğu belirtilmiştir (30). Şeker yerine bazı şeker alkollerini ve sindirilemeyen bazı oligosakkaritlerin (maltitol, mannitol, ksitol, sorbitol, izomaltoz, oligofruktoz ve polidekstroz) pandispanya kek kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada tüm kalite parametreleri için; mannitol kullanılan örneklerde düşük değerler bulunmuş, 4 günlük depolama sonunda izomaltoz içeren örneklerin sertliği düşük çıkmış ve duyusal olarak; kontrole en yakın ksitollü kek örneği bulunmuştur. Keklerde ksitol ve maltitolün şeker yerine kullanılabilmesi, olifruktoz ve polidekstrozun az miktarda da olsa notrasötik etkilerinin olması nedeniyle kullanılabilmesi bildirilmiştir (31). Buğday unu yerine %10, %20 ve %30 oranında gama amino bütirik asit (GABA) çayı tozu kullanımının kaliteye

etkileri araştırılmış, GABA çayı tozu kullanım oranının artmasıyla keklerde toplam diyet lif, kateşin içeriği (kateşin, epikateşin, galokateşin, epigalokateşin, epikateşin galat, epigalokateşin galat) artarken kek hacmi, kabuk renk değerleri azalmıştır. Depolama boyunca renk, diyet lif ve kateşin içeriğinde istatistiksel olarak önemli bir azalma görülmemiş ve GABA çayının keklerin bioaktif içeriğini arttırdığı dolayısıyla insan sağlığına yararlı olduğu ve kullanılması gerektiği belirtilmiştir (32). Yumurta ikamesi olarak arabik, guar, ksantan, karagenan ve hidrokspilmetilselüloz (HPMC) hidrokolloidlerinin gliserol monostearat (GMS) ve sodyum stearoil-2-laktilat (SSL) ile kombinasyonu şeklinde kullanılmasının keklerin kalitesine etkileri araştırılmış, ksantan gam ve emülsifiyerlerin buğday ununa ilavesiyle hamur viskozitesi ve özgül ağırlığının arttığı görülmüştür. Hidrokolloidler arasında sadece HPMC'nin buğday ununun kek yapma karakteristiğini geliştirdiği, SSL ile tüm hidrokolloidlerin genel kek kalitesini yükselttiği, HPMC ve SSL'in birlikte kullanımı ile üretilen keklerin protein matriksinin daha uniform olduğu ve yumurta kullanılmadan HPMC ve SSL ile kek kalitesinin yükseltilebileceği belirtilmiştir (33). Buğday unu yerine %5 ve 10 oranında nohut ve yağsız soya ununun kullanıldığı çalışmada; keklerin fiziksel, duyuşal ve besinsel özellikleri araştırılmış, soya unu ya da nohut ununun %5 ilave edildiği kekler panelistler tarafından olumlu değerlendirilmiş, potasyum, çinko ve demir mineral kompozisyonu bakımından yüksek değerler elde edilmiştir. Özellikle esansiyel aminoasitler ve protein içeriğinin de kontrole göre yüksek çıktığı böylece yüksek kalitede, sağlıklı ürün elde etmek için nohut ve soya ununun kullanılacağı bildirilmiştir (34). Pandispanya tipi keklerde şeker yerine %0, 25, 50, 75 ve 100 oranında izomaltooligosakkarit şurubu (ISM) kullanımının fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal etkileri yapılan bir çalışmada, ISM'nin kullanım oranının artmasıyla kek hamuru viskozitesi, keklerin hacimleri artarken, kek kabuğu renk değerlerinin ve sertliğinin azaldığı belirlenmiştir. ISM'nin %75 oranında kullanıldığı kek örnekleri 5 °C'de 7 gün, 25 °C'de 3 gün depolanmış ve her iki depolamada da sertliğin azaldığı, 25 °C'de 3 gün sonunda toplam bakteri sayısının 10^5 kob/g olduğu, böylelikle ISM ile başarılı ve sağlıklı kek üretilebileceği bildirilmiştir (35). Un yerine kaktüs bitkisinin bir türü olan *Opuntia humifusa*'nın tozunun %3, 5, 7 ve 9 oranında kullanılmasıyla pandispanya keklerin kalite özellikleri incelendiği çalışmada; sertlik ve sakımsızlık değerleri *Opuntia humifusa* tozu kullanımıyla azalırken yapışkanlık ve elastikiyet

değerleri artmıştır. Duyusal değerlendirmelerde ise; %9 oranında toz kullanılan örnek en beğenilen seçilirken *Opuntia humifusa* tozunun keklerin fiziksel ve duyuşal özelliklerini artırdığı belirtilmiştir (36). Buğday, yulaf kepeği ve selüloz mikrokristallerinin 50, 80 ve 250µm ve %12, 24 ve 36 seviyelerinde kullanıldığında; %20 oranında ve 250µm boyutunda buğday kepeğiyle kullanımının keklerde sertliğinin ve çiğnenebilirliğin arttığı, selüloz mikrokristallerinin kullanıldığı keklerin özelliklerinin ise kontrole en yakın olarak bulunduğu bildirilmiştir (37). Margarin yerine işlenmemiş zeytinyağı kullanımının keklerin fiziksel özelliklerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; zeytinyağı kullanımı kek hacmini ve sertlik, çiğnenebilirlik, sakımsızlık gibi tekstürel değerleri artırmış, margarin/zeytinyağı kullanımıyla duyuşal değerlendirmede kontrole en yakın sonuçlar elde edilmiştir (38). Pirinç unu kullanılarak yapılan keklerde ksantan, guar, keçi boynuzu, k-karagenan gum, HPMC, ksantan-guar gum ve ksantan-k-karagenan gum karışımlarının kek kalitesine etkisi araştırılmış ve HPMC dışında emülsifiyer karışımı ve gum kullanımının kek hamurunun emülsiyon stabilitesini artırdığı sadece ksantan gumun kullanıldığı keklerin spesifik hacim oranları en yüksek değerde bulunurken emülsifiyer karışımı ilavesiyle daha yumuşak ürün elde edildiği belirtilmiştir (39). Keklerde kullanılan katı yağın yerine %25, 50, 75 ve 100 oranlarında susam yağı kullanılmasıyla kek kalitesi ve yağ asidi kompozisyonunda meydana gelen değişikliklerin araştırıldığı bir çalışmada ilave edilen susam yağının oranının artmasıyla kek hacminin ve genel kalitenin azaldığı, ancak HPMC ve SSL kullanımının kek kalitesini ve hacmini artırdığı görülmüştür. %50 oranında susam yağı kullanımı keklerde doymuş yağ oranını azaltırken doymamış yağ oranının arttığı, kontrole göre palmitik asit değerinde 2.4 kat azalma, esansiyel yağ asidi değerlerinde ise 5.9 kat artma elde edildiği belirtilmiştir (40). Farklı hidrokolloidlerin (sodyum aljinat, karagenan, pektin, HPMC, keçi boynuzu, guar ve ksantan gum) kullanımının keklerin kalitesi ve iki günlük depolama sonunda raf ömrü üzerine etkileri araştırılmış ve pektin haricinde kullanılan hidrokolloidlerin kek kalitesini artırdığı, özellikle raf ömrü incelendiğinde ksantan gumun tüm tekstürel değerlerde kontrole göre daha iyi sonuç verdiği belirtilmiştir (41). Şeker yerine steviyanın sıcak su ekstraktı, katı yağ yerine zeytinyağı, tam yağlı süt yerine yağsız süt, tüm yumurta yerine yumurta beyazı ve buğday unu yerine de %72 oranında tam buğday unu kullanılarak hazırlanan yoğunluksuz keklerin duyuşal analizlerde olumlu sonuçlar elde edilmiş, farelerin kan değerlerinde HDL kolesterol, trigliserit, kan şekeri gibi değerlerin

kontrol grubuna yakın çıktığı, kalori değerleri incelendiğinde formüle edilen keklerin kontrole göre daha düşük değerlere sahip olduğu, tekstürel değerlerin ise birbirine benzer olduğu dolayısıyla şeker hastaları için bir alternatif olabileceği belirtilmiştir (42). Buğday unu ve mısır nişastası yerine %10, 20 ve 30 oranında tam amarant unu kullanılarak yağsız keklerin fiziksel ve duysal özellikleri incelenmiş. Amarant oranının artmasıyla kek renk değerlerinin kabuk ve iç kısımda arttığı, tekstürel değerlerinin kontrole yakın çıktığı belirlenmiştir. Koyu renk ve düşük spesifik hacminden dolayı duysal analizlerde %30 amarant unu içeren örnekler düşük değerler almasına rağmen kullanılabilirliği belirtilmiştir. Altı günlük depolama sonunda; tekstürel değerlerden sertliğin kontrole göre yüksek çıktığı, depolama boyunca duysal değerlendirmeler için amarant unu kullanım oranının belirlenmesi gerektiği ifade edilmiştir (43). Keklerde buğday unu/konjac unu/ soya protein izolatının (SPI) (g) (89.5: 0.5: 10) su yerine soya fasulyesi yağının kullanılmasıyla; nem ve protein değerlerinin kontrole göre yüksek kekler elde edilmiş, %60 oranında su yerine yağ kullanıldığında rengin daha açık olduğu, yağ oranındaki artmayla sertlik, çiğnenabilirlik ve yapışkanlık değerlerinin, duysal özelliklerde de kek kalitesinin arttığı belirtilmiştir (44). Transglutaminaz enziminin (TGE) ve protein kaynağı olarak kullanılan yağsız süt tozu, soya unu, soya sütü ve %11.4 ile 8.6 protein içeren un tiplerinin kek hamuru ve ürün özelliklerine etkisi araştırılmış. Soya ürünlerinin kek ağırlığını, hacmini, yumuşaklığını ve yağ içeriğini artırdığı belirtilmiştir. Protein kaynakları içerisinden yağsız süt tozunun diğerlerine göre kek kabuğunun kırmızılık ve kek içinin artırdığı, TGE ile %8.6 protein içeriğine sahip un kullanımı keklerin daha simetrik ve yumuşak olmasını sağladığı, TGE'nin yüksek protein içerikli un veya protein kaynaklarıyla kullanımının kek içi yumuşaklığında etkili olduğu belirtilmiştir (45). Aroma ilave edilen ve edilmeyen keklerde %10, 20, 30, 40, 50 ve 60 oranlarında tavuk kan plazmasının (TKP) fizikokimyasal kalite özelliklerine etkisinin incelendiği çalışmada kekler hacim ve renk açısından incelendiğinde %40 TKP en iyi sonucu vermiş, nem, toplam kül ve ham protein oranları da TKP'nin artmasıyla artmış, genel olarak sonuçlar incelendiğinde; TKP'nin %30 oranına kadar yumurta içeren ürünlerde kullanılabilirliği belirtilmiştir (46). Farklı yağların keklerdeki kalite ve raf ömrü üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada; öncelikle soya yağıyla kullanılacak emülsiyon karışımının oranları belirlenmiştir. Propilen glikol monostearat, gliserol monostearat

ve lesitin emülsiyon karışımı olarak kullanılmıştır. Kek hacimleri sıvı yağ ve emülsiyon kullanımıyla artmıştır. Keklerin 1, 5, 12 ve 21 gün depolanmaları sonunda sıvı yağ kullanılan örnekleri en yumuşak karakterde özellik gösterdiği, sıvı yağ yanında emülsiyon karışımının kullanıldığı örneklerin ise buna benzer sonuçlar verdiği belirtilmiştir. Depolama sorunundaki sertlik için emülsiyon kullanımının önemli bir rol oynadığı bildirilmiştir (47). İnülün ve oligofruktozun prebiyotik özelliklerinden yararlanmak için keklerde kullanılmasıyla yapılan bir çalışmada, prebiyotik ürünlerin kullanıldığı örneklerin kontrol grubuna göre kek içi renk değerlerinin daha koyu, kek sertliğinin ve elastikiyetinin daha yüksek çıktığı bildirilmiştir. Duysal değerlendirmelerde; prebiyotikli örneklerin kontrole yakın değerler elde ettiği görülmüştür. İnülün ve oligofruktoz kullanarak fonksiyonel kek üretebileceği belirtilmiştir (48).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Üretici ve tüketiciler gıdaların raf ömrünün uzun ve aynı zamanda daha sağlıklı ve kalitesinin daha yüksek olmasını istemektedir. Bu amaçla diğer gıdalarda olduğu gibi keklerde de çalışmalar yapılmıştır. Keklerde özellikle küflenme problemleri için kimyasal koruyucular yerine doğal antimikrobiyal maddelerle veya modifiye atmosferde ambalajlama ile raf ömrünün uzatılması araştırılmıştır. Ayrıca doğal antioksidan maddelerin keklerde kullanılarak fonksiyonel ürün çalışmaları da giderek artmaktadır. Tüketici taleplerinin doğal ürünlerden yana artması konu ile ilgili kek çalışmaları endüstriyel alanda uygulanabilirlik bakımından temel teşkil edecektir.

KAYNAKLAR

1. Elgün A, Ertugay Z. 1995. *Tabul İşleme Teknolojisi*. II. Baskı, Atatürk Üniversitesi Yayınları, Erzurum, Türkiye, 718s.
2. Mercan N, Boyacıoğlu MH. 1999. Kek üretim teknolojisi: Kekin tanımı, sınıflandırılması ve üretimi. *Dünya-Gıda*, 45: 36-39.
3. Bennion EB, Bamford GST. 1997. *The Technology of Cake Making*, Chapman & Hall, London, UK, 245p.
4. Özer MS, Dizlek H, Kola O, Altan A. 2004. Değişik gaz salınımı hızlarına sahip kabartma tozlarının pandispanya tipi keklerin nitelikleri üzerindeki etkileri. *GIDA*, 29: 43-50.

5. Gélinas P, Roy G, Guillet M. 1999. Relative effects of ingredients on cake staling based on an accelerated shelf-life test. *J Food Sci*, 64: 937-940.
6. www.adana-to.org.tr/tr/.../dosyalar/türk.gıda.kodeksi.yönetmeliği.doc (14 Nisan 2011).
7. Gómez M, Ruiz-Par s E, Oliete B, Pando V. 2010. Modeling of texture evolution of cakes during storage. *J. Texture Stud*, 41: 17-33.
8. Gupta M, Bawa AS, Semwal AD. 2009. Effect of barley flour incorporation on the instrumental texture of sponge cake. *Int J Food Prop*, 12: 243-251.
9. Guynot ME, Ramos AJ, Sala D, Sanchis V, Mari'n S. 2002. Combined effects of weak acid preservatives, pH and water activity on growth of eurotium species on a sponge cake. *Int J Food Microbiol*, 76: 39-46.
10. Abellana M, Sanchis V, Ramos AJ. 2001. Effect of water activity and temperature on growth of three *Penicillium* species and *Aspergillus flavus* on a sponge cake analogue. *Int J Food Microbiol*, 71: 151-157.
11. Lu TM, Lee CC, Mau JL, Lin SD. 2010. Quality And antioxidant property of green tea sponge cake. *Food Chem*, 119: 1090-1095.
12. Ayana B, Turhan K. 2010. Gıda ambalajlamasında antimikrobiyel madde içeren yenilebilir filmler/ kaplamalar ve uygulamaları. *GIDA*, 35: 151-158.
13. Zardetto S. 2005. Effect of modified atmosphere packaging at abuse temperature on the growth of *Penicillium aurantiogriseum* isolated from fresh filled pasta. *Food Microbiol*, 22: 367-371.
14. Rodriguez MV, Medina LM, Jordano R. 2001. Prolongation of shelf life of sponge cakes using modified atmosphere packaging. *Acta Alimentaria*, 31: 191-196.
15. Abellana M, Ramos AJ, Sanchis V, Nielsen PV. 2000. Effect of modified atmosphere packaging and water activity on growth of *Eurotium amstelodami*, *E. chevalieri* and *E. herbariorum* on a sponge cake analogue. *J Appl Microbiol*, 88: 606-616.
16. Guynot ME, Mari'n S, Sanchis V, Ramos AJ. 2003. Modified atmosphere packaging for prevention of mold spoilage of bakery products with different pH and water activity levels. *J. Food Prot*, 66: 1864-1872.
17. Guynot E, Mari'n S, Sanchis V, Ramos AJ. 2004. An attempt to minimize potassium sorbate concentration in sponge cakes by modified atmosphere packaging combination to prevent fungal spoilage. *Food Microbiol*, 21: 449-457.
18. Karaoğlu MM, Kotancılar HG, Genjekaslan KE. 2008. The effect of par-baking and frozen storage time on the quality of cup cake. *Int J Food Sci. Technol*, 43: 1778-1785.
19. Seo MJ, Park JE, Jang MY. 2010. Optimization of sponge cake added with turmeric (*Curcuma longa L.*) powder using mixture design. *Food Sci. Biotechnol*, 19: 617-625.
20. Çelik İ, Yılmaz Y, Işık F, Üstün Ö. 2006. Effect of soapwort extract on physical and sensory properties of sponge cakes and rheological properties of sponge cake batters. *Food Chem*, 101: 907-911.
21. Wang J, Cao Y, Sun B, Wang C, Mo Y. 2011. Effect of ultrasound on the activity of alliinase from fresh garlic. *Ultrason Sonochem*, 18: 534-540.
22. Lee J, Seong Y, Jeong B, Yoon S, Lee I, Jeong Y. 2009. Quality characteristics of sponge cake with black garlic powder added. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 38: 1222-1228.
23. Hung YS, Kim DJ. 2009. Quality characteristics of sponge cake with pakchoi (*Brassica Campestris L. Ssp. Chinensis* Jusl.) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 38: 914-919.
24. Kim CH, Cho KY. 2010. Quality characteristics of sponge cakes made with different quantities of broccoli powder. *Korean J Food Sci Technol*, 42: 459-467.
25. Park JS, Lee YJ, Chun SS. 2010. Quality characteristics of sponge cake added with banana powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 39: 1509-1515.
26. Chung YS, Kwak YH, Lee MN, Kim DJ. 2009. Quality characteristics of sponge cake with erythritol. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 38: 1606-1611.
27. Borneo R, Aguirre A, León EA. 2010. Chia (*Salvia hispanica L.*) gel can be used as egg or oil replacer in cake formulations. *J Am Diet Assoc*, 110: 946-949.
28. Kumari R, Jeyarani T, Soumya C, Indrani D. 2011. Use of vegetable oils, emulsifiers and hydrocolloid on rheological, fatty acid profile and quality characteristics of pound cake. *J. Texture Stud*, 42: 377-386.

29. Sudha ML, Baskaran V, Leelavathi K. 2007. Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food Chem*, 104: 686–692.
30. Ertaş N, Çoklar H. 2008. Farklı pekmez çeşitlerinin doğal enerji kaynağı olarak kek hamuru ve kek özelliklerine etkisi, *S Ünv Ziraat Fak. Der.*, 22: 51–54.
31. Ronda F, Go´mez M, Blanco CA, Caballero PA. 2005. Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. *Food Chem*, 90: 549–555.
32. Lee CC, Lin SD. 2008. Effect of Gaba tea on quality of chiffon cakes. *Cereal Chem*, 85: 31–38.
33. Ashwini A, Jyotsna R, Indrani D. 2009. Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological, microstructural and quality characteristics of eggless cake. *Food Hydrocoll*, 23: 700–707.
34. Hemeda HM, Mohamed EF. 2010. Functional attribute of chickpea and defatted soybean flour blends on quality characteristics of shortening cake. *Eur J Appl Sci*, 2: 44–50.
35. Lee CC, Wang HF, Lin SD. 2008. Effect of isomaltooligosaccharide syrup on quality characteristics of sponge cake. *Cereal Chem*, 85: 515–521.
36. Kim HJ, Lee HJ, Lee HS, Lim EJ, Imm YJ, Suh HJ. 2012. Physical and sensory characteristics of fibre-enriched sponge cakes made with *Opuntia bumifusa*. *LWT-Food Sci Technol*, 47: 478–484.
37. Go´mez M, Moraleja A, Oliete B, Ruiz E, Caballero PA. 2010. Effect of fibre size on the quality of fibre-enriched layer cakes. *LWT-Food Sci Technol*, 43: 33–38.
38. Matsakidou A, Blekas G, Paraskevopoulou A. 2010. Aroma and physical characteristics of cakes prepared by replacing margarine with extra virgin olive oil. *LWT-Food Sci Technol*, 43: 949–957.
39. Turabi E, Sumnu G, Sahin S. 2008. Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend. *Food Hydrocoll*, 22: 305–312.
40. Sowmya M, Jeyarani T, Jyotsna R, Indrani D. 2009. Effect of replacement of fat with sesame oil and additives on rheological, microstructural, quality characteristics and fatty acid profile of cakes. *Food Hydrocoll*, 23: 1827–1836.
41. Go´mez M, Ronda F, Caballero PA, Blanco CA, Rosell CM. 2007. Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. *Food Hydrocoll*, 21: 167–173.
42. Abdel-Salam AM, Ammar AS, Galal WK. 2009. Evaluation and properties of formulated low calories functional yoghurt cake. *J. Food, Agric. Environ*, 7: 218–221.
43. Capriles VD, Almeida EL, Ferreira RE, Areas JAG, Steel CJ, Chang YK. 2008. Physical and sensory properties of regular and reduced-fat pound cakes with added amaranth flour. *Cereal Chem*, 85: 614–618.
44. Akesowan A. 2007. Effect of a konjac flour/soy protein isolate mixture on reduced-fat, added water chiffon cakes. *AUJ. Technol*, 11: 23–27.
45. Alp H, Bilgicli N. 2008. Effect of transglutaminase on some properties of cake enriched with various protein sources. *J Food Sci*, 73: 209–214.
46. Warhadpande RM, Dutta KK, Mahanta JD, Hazarika M. 2010. Effect of incorporation of chicken blood plasma on physico-chemical properties of cakes. *J Food Sci Technol*, 47: 693–696.
47. Zhou J, Faubion JM, Walker CE. 2011. Evaluation of different types of fats for use in high-ratio layer cakes. *LWT-Food Sci Technol*, 44: 1802–1808.
48. Volpini-Rapina LF, Sokei FR, Conti-Silva AC. 2012. Sensory profile and preference mapping of orange cakes with addition of prebiotics inulin and oligofructose. *LWT-Food Sci Technol*, 48: 37–42.