

EKMEK MAKİNELERİNDE KULLANILAN FARKLI BİLEŞEN SEVİYELERİNİN EKMEK KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

İsmail Sait Doğan¹, Önder Yıldız²

¹ Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Van

² Iğdır Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Iğdır

Geliş tarihi / Received: 11.03.2008

Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 10.04.2009

Kabul tarihi / Accepted: 15.04.2009

Özet

Ekmek makinesi taze pişmiş ekmekten hoşlanan, hijyenik ve sağlıklı ekmek arzu eden tüketiciler için popüler bir mutfak gereci olmaya başlamıştır. Bu çalışmada ekmek üretimi sırasında kullanılan instant aktif kuru maya (%0.5-1.1), şeker (%0-6), katkı maddesi ((%0-0.8), tuz (%0-3.6) ve farklı su seviyesinin (%61-65) ekmek kalite kriterleri üzerine olan etkileri, farklı iki ev tipi ekmek makinesi kullanılarak araştırılmıştır. Formüldeki su miktarı ve katkı seviyesinin artmasıyla üretilen ekmeklerin spesifik hacim değerleri artmış; şeker, maya ve tuz ilavesiyle bir noktaya kadar arttıktan sonra düşme gözlenmiştir. Bileşenlerin miktarlarının değişmesiyle de ekmeğin dış, iç renk değerleri, şekil faktörü ve oran sayısı gibi gözenek özellikleri de değişmiştir. Değirmenci ve fırıncı açısından onların ekmek kalitesi hakkında hızlı karar verilmesi önemli olduğundan otomatik ekmek makinelerinin bileşenlerin etkilerinin belirlenmesinde kullanımı mümkün görülmektedir.

Anahtar kelimeler: Ekmek makinesi, ekmek üretimi, katkı maddesi, un kalitesi

THE EFFECTS OF VARIOUS INGREDIENTS USED IN BREAD MACHINE ON BREAD QUALITY

Abstract

Bread machines are becoming popular kitchen equipment among the consumers who like to consume freshly baked, hygienic and healthy bread. In this study, the effects of instant active dry yeast (0.5-1.1%), sugar (0-6%), additives (0-0.8%), salt (0-3.6%) and water absorption (61-65%) on the quality attributes of bread were investigated by employing two different brands of bread machine. Increasing the levels of water and additives increased the specific volume of the bread. When sugar, yeast and salt were used in the formulae, the volume first increased up to a certain level and then a decrease was observed. Crust and crumb properties such as color and grain attributes also altered depending of the level of investigated ingredients and additives. It is suggested that, automatic bread machines can be used to investigate the effect of ingredients on bread quality by millers and bakers who have to quickly decide the quality of flour for bread making.

Keywords: Bread machine, bread making, additives, flour quality

* Yazışmalardan sorumlu yazar/ Corresponding author;

✉ isdogan@yyu.edu.tr, ☎ (+90) 432 225 1024/ 2718, 📠 (+90) 432 225 1104

GİRİŞ

Ekmek, temel bileşenler olarak buğday unu, maya, tuz ve suyun belirli oranlarda karıştırılıp yoğrulması, hamurun uygun süre mayalanmaya bırakıldıktan sonra pişirilmesi ile elde edilen temel bir gıda maddesidir. Mayalama, formülasyon, şekil ve büyüklük, özgül hacim, kabuk özellikleri ve ekmek içi özellikleri gibi faktörlerden dolayı dünyada üretilen çok sayıda ekmek tipi ve çeşidi mevcuttur. En çok bilinen tipleri, beyaz tava ekmeği, küçük ekmekler, tam buğday ekmeği (kepekli ekmek), çavdar ekmeği ve klasik kalın kabuklu (francala) ekmeklerdir (1).

Ekmek tüketiminin yüksek olmasından dolayı ekmekçilik sektörü gıda sanayimizin en önemli kolunu oluşturmaktadır. Ekmek fabrikalarındaki proses basamaklarının fazla olması, ekmeklerin pişme sonrası tavalardan alınıp sepetlere konması, market veya bakkallara sevk edilmesi, satış tezgahlarına dizilmesi ve müşterilerin ekmek seçme haklarını rahatça kullanmaları kontaminasyonlara sebep olabilir. Ayrıca ekmek üretiminde katkı maddelerinin ölçüsüz kullanımı ile ilgili endişeler farklı alternatiflerin oluşmasını sağlamıştır. Son zamanlarda, ekmek makinesi taze pişmiş ekmekten hoşlanan, hijyenik ve sağlıklı ekmek arzu eden tüketiciler için popüler bir mutfak gereci olmaya başlamıştır.

Unların ekmek kalitelerinin belirlenmesinde birçok fiziksel, kimyasal ve reolojik testler başarıyla kullanılmaktadır. Bu testler sonucunda un kalitesi hakkında çok önemli bilgiler elde edilse de, son olarak pişirme testi sonucuna göre unların ekmeklik kalitesi hakkında karara varılır. Pişirme testi unun yanı sıra, diğer önemli bileşenlerin etkisi ve aralarındaki etkileşim hakkında da bilgi verir. Gelişmiş donanımına sahip olan araştırma laboratuvarlarında pişirme testleri, bu konuda yetişmiş personel ile gerçekleştirilir. Çoğu zaman unların ekmek kalitesi hakkında hızlı karar verilmesi, değirmenci ve fırıncı açısından oldukça önemlidir. Bu noktada kısa sürede cevap verebilen, kullanımı kolay alternatif yöntemlere ihtiyaç vardır. Yoğurma, fermentasyon ve pişirmeyi birlikte yapabilen otomatik ekmek makinelerinin bu amaçla kullanılabileceği düşünülmektedir. Unların ve bileşenlerin etkilerini belirlemek amacıyla pişirme denemeleri, fazla deneyimi olmayan teknik elemanlar tarafından kolaylıkla gerçekleştirilebilecektir. Ayrıca ekmek kusur ve hatalarını telafi etmek için kullanılan katkı

maddeleri üreten firmalarda uygun katkı bileşiminin oluşturulmasında ekmek makinelerini kullanabilirler. Bu sayede ülkemizde gıda işletmelerinin %50'sini oluşturan un ve unlu mamuller sektöründe kalite kontrolünde yaşanan önemli bir sıkıntıya bir çözüm ortaya konulabilecektir.

Üretim sırasında ortaya çıkacak herhangi bir ekmek hatasının düzeltilmesi, eksikliğin veya fazlalığın nereden kaynaklandığının belirlenmesi için bileşenlerin ve üretim aşamalarının ekmek kalitesine olan etkileri çok iyi bilinmelidir (2). Geleneksel yöntemle ekmek pişirmede hem bileşenlere ve hem de mayalanma süresi, pişirme sıcaklığı ve süresi gibi üretim basamaklarına müdahale edilebilir. Fakat ekmek makinesinde önceden belirlenen pişirme programları değiştirilemediğinden iyi bir ekmek elde etmek ve ortaya çıkması muhtemel hataların düzeltilmesi için sadece bileşen seviyeleri değiştirilebilir. Bundan dolayı ev tipi ekmek makinelerinde ekmek yapımında kullanılan bileşenlerin özelliklerinin ve interaksiyonlarının kalite üzerine etkilerinin iyi bilinmesi gerekir. Ayrıca, yoğurma programları farklı olduğu için kullanılan ekmek makinelerinin tipi, ilave edilecek suyun sıcaklığı gibi diğer faktörler de yapılacak ekmeğin kalitesini etkileyebilir. Bu çalışmada, ekmek makinesi ile ekmek üretimi sırasında kullanılan maya, şeker, katkı maddesi, tuz ve suyun farklı seviyesinin ekmek kalitesi üzerine olan etkileri iki farklı ekmek makinesi kullanılarak araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada kullanılan un Başer Gıda San. ve Tic. A.Ş. (Sakarya)'den, instant aktif maya Dr. Oetker Gıda San. A.Ş. (İzmir)'den, Blue Bead marka ekmek katkı maddesi Mek Gıda San. ve Tic. Ltd. Şti. (Malatya)'den, kristal şeker ve tuz ise piyasadan temin edilmiştir. Ekmek makinesinde üretilen kontrol ekmeği için kullanılan formül ve değişim aralığı Çizelge 1'de verilmiştir. Ekmek pişirme denemelerinde A ve B olarak kodlanan iki ekmek makinesi kullanılmıştır. A makinesinde 2. pişirme programı (Fransız ekmeği), 750 g ve orta renk ayarı, B makinesinde ise 3. pişirme programı (Fransız ekmeği), 750 g ve koyu renk ayarı kullanılarak üretim yapılmıştır. Renk ayarları ön denemelerle belirlenmiştir. A ve B makinelerinde uygulanan programların yoğurma, mayalama ve pişirme süreleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Ekmek makinesi için kullanılan kontrol ekmek formülü (g) ve bileşenlerin % değişim aralığı

| Bileşenler | Kontrol (g) | Değişim Aralığı (%) |
|---------------------|-------------|---------------------|
| Un (%14 nem) | 300 | - |
| Su* | 195 | 61 – 65 |
| Şeker | 9.0 | 0 – 6 |
| Tuz | 5.4 | 0 – 3.6 |
| Instant Aktif Maya | 2.4 | 0.5 – 1.1 |
| Ekmek Katkı Maddesi | 2.4 | 0 – 0.8 |

* Ön denemelerle belirlenmiştir.

Çizelge 2. Ekmek makinelerinin çalışma program süreleri (dak)

| A Makinesi | | B Makinesi | |
|--------------|------------|--------------|------------|
| Program | Süre (dak) | Program | Süre (dak) |
| Yoğurma - 1 | 16 | Yoğurma - 1 | 5 |
| Kabartma - 1 | 40 | Bekleme | 5 |
| Yoğurma - 2 | 19 | Yoğurma - 2 | 20 |
| Kabartma - 2 | 30 | Kabartma - 1 | 39 |
| Kabartma - 3 | 50 | Yoğurma - 3 | 10 sn |
| Pişirme | 65 | Kabartma - 2 | 31 |
| | | Yoğurma - 4 | 10 sn |
| | | Kabartma - 3 | 60 |
| | | Pişirme | 50 |
| Toplam süre | 220 | Toplam süre | 210.33 |

Unların nem, kül, toplam protein, sedimentasyon değeri, düşme sayısı Elgün ve ark., (3) tarafından belirtildiği şekilde yapılmıştır. Tartım öncesi tüm denemelerde kullanılan un elenerek kullanılmıştır. Hamur için kullanılan suyun sıcaklığı 26–28 °C hamur sıcaklığı verecek şekilde ayarlanmıştır. Tartım işlemi sonrası maya hariç diğer kuru bileşenler karıştırılıp homojen hale getirilmiştir. Makineye su ilave edildikten sonra kuru bileşenler eklenmiştir. Makine çalıştırıldıktan 60 s sonra maya ilave edilmiştir. Pişme sona erdiğinde tavalardan alınmıştır. Ekmekler 15 dak sonra tavadan çı-

karılıp 30 dak krom ızgara üzerinde soğutulmuştur. Ekmek ağırlığı, yükseklik, hacim ve diğer ekmek özellikleri belirlenmiştir.

Yatay tarayıcı ile taranan ekmeklerin dış ve gözenek renk değerlerinden L, a ve b değerleri Doğan'a (4) göre ölçülmüştür. Taranan ekmeklerin gözeneklerinin şekil faktörü ve oran sayısı ise MCID 7.0 dijital görüntü analiz programı (5) yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma iki tekerrürlü yapılarak elde edilen veriler veri analizine tabi tutulmuştur CoStat 6.3 (6).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Ekmek makinesi ile üretim yapılırken bileşenlerin ilave edilme sırası ve kısa süre içerisinde tava için spatula ile temizlenip makinenin kapağının kapatılması önemlidir. Ayrıca denemede kullanılan makinelerin çalışma programları farklı olduğundan elde edilecek olan hamur sıcaklığı 1-2 °C arasında farklılık gösterebilir. Bunu önlemek için su sıcaklığının ayarlanması gerekir. Çalışmada kullanılan kontrol formülü ön denemeler ile belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan unun protein miktarı %10.9, kül miktarı %0.58, sedimentasyon değeri 36 ml, düşme sayısı ise 460 s olarak bulunmuştur.

Absorpsiyon Seviyesi

Ekmek kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden birisi kullanılacak olan su miktarıdır. Una ilave edilecek su miktarı öyle ayarlanmalı ki hamur işlemeye en uygun viskoelastik özelliklere sahip olsun. Una ilave edilecek su miktarında yapılacak hatalar ileriki aşamalarda kolaylıkla telafi edilemez. Farklı su seviyelerinin ekmek özellikleri üzerine etkisi Çizelge 3. de verilmiştir.

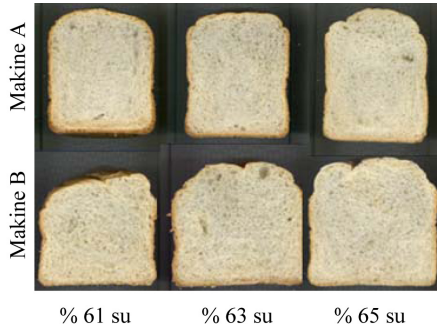
Çalışmada %61 ile 65 arasında değişen üç farklı su seviyesi ile ekmek üretilmiştir. Makine A ve B kullanılarak yapılan absorpsiyon denemelerinde orta-

Çizelge 3. Farklı absorpsiyon seviyelerinin ekmek özellikleri üzerine etkisi

| Miktar (%) | Spesifik Hacim | Dış Renk Değerleri | | | Gözenek Renk Değerleri | | | Şekil Faktörü | Oran Sayısı |
|------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|------------------------|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| | | L | a | b | L | a | b | | |
| 61 | 4.99 ^b | 81.62a | 5.92 ^a | 30.02 ^a | 81.17 ^a | -0.37 ^a | 15.60 ^a | 0.29 ^a | 0.39 ^a |
| 63 | 5.27 ^b | 79.66a | 6.02 ^a | 31.55 ^a | 80.40 ^a | -0.50 ^{ab} | 14.6 ^{ab} | 0.31 ^a | 0.37 ^a |
| 65 | 5.76 ^a | 79.34a | 6.36 ^a | 29.57 ^a | 82.17 ^a | -0.72 ^b | 13.45 ^b | 0.32 ^a | 0.40 ^a |

Aynı harfi taşıyan sütunlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ($P>0.05$).

lama spesifik hacim değerleri sırasıyla 5.51 ve 5.17 cm³/g olarak bulunmuş, aralarında istatistiksel bir fark görülmemiştir ($P>0.05$). Kullanılan su seviyesinin artmasıyla üretilen ekmeklerin spesifik hacim değerleri de artmıştır (Şekil 1). %61 ve %63 su seviyelerinin spesifik hacim üzerine etkisi istatistiki açıdan farksız iken, %65 su içeren ekmeklerin spesifik hacim değerleri farklı bulunmuştur (5.76 cm³/g) ($P<0.05$).



Şekil 1. Farklı absorpsiyon seviyelerinin ekmek özellikleri üzerine etkisi

Üç farklı su seviyesi kullanılarak üretilen ekmeklerin dış L, a, b ve gözenek L renk değerleri ile şekil faktörü ve oran sayıları arasındaki fark istatistikî olarak önemsiz iken, gözenek a ve b değerleri arasındaki fark ise önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Hamura ilave edilen su miktarının artmasına bağlı olarak, hamurda yumuşama artacağından gözeneklerin büyümesi beklenir. Fakat farklı su seviyelerinin gözenek özelliklerinden oran sayısı ve şekil faktörü üzerine önemli etkisi olmamıştır ($P>0.05$). Bu durum test edilen absorpsiyon aralığının az olmasından kaynaklanabilir.

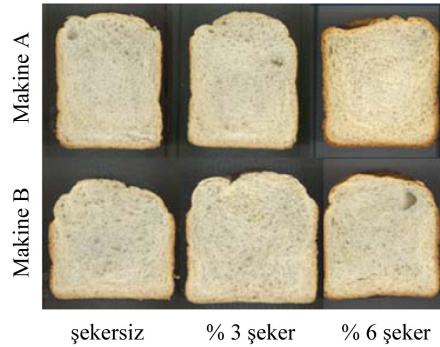
Şekil faktörü 0 ile 1 arasında değişmekte olup, 1 mükemmel yuvarlaklığı gösterir. Sayının küçülmesine bağlı olarak gözenegın bir eksen doğrultusunda uzadığını gösterir. Oran sayısının artması ise gö-

zenek alanının taranan alana oranının arttığını ifade etmektedir. Farklı makineler ve üç su seviyesi kullanılarak hazırlanan ekmeklerde meydana gelen pişme kaybı ise ortalama %15.83 olarak hesaplanmıştır.

Şeker Miktarı

Farklı şeker seviyelerinin ekmek özellikleri üzerine etkisi Çizelge 4. ve Şekil 2. de verilmiştir. Makine A ve B kullanılarak yapılan şeker denemelerinde spesifik hacim değeri sırasıyla 5.94 ve 5.63 cm³/g olarak bulunmuş, aralarında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir ($P>0.05$).

Üç farklı şeker seviyesi için spesifik hacim değerleri ise 5.73-5.86 cm³/g arasında değişmiş ve seviyelerin üretilen ekmeklerin spesifik hacmi üzerine etkisi istatistiki açıdan yine önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Aralarında istatistiksel bir fark görülme- se de şeker miktarının %6 olması ile ortalama spesifik hacim değerinde bir azalma görülmüştür (5.73 cm³/g). Kullanılan şeker miktarının %5'in üzerine çıkması maya üzerinde ozmotik basıncı arttırdığından fermentasyon hızını azalttığı düşünülmektedir.



Şekil 2. Farklı şeker miktarlarının ekmek özellikleri üzerine etkisi

Çizelge 4. Farklı şeker miktarlarının ekmek özellikleri üzerine etkisi

| Miktar (%) | Spesifik Hacim | Dış Renk Değerleri | | | Gözenek Renk Değerleri | | | Şekil Faktörü | Oran Sayısı |
|------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| | | L | a | b | L | a | b | | |
| 0 | 5.86 ^a | 79.48 ^a | 5.60 ^b | 28.81 ^b | 80.35 ^c | -0.79 ^c | 13.20 ^b | 0.31 ^a | 0.45 ^a |
| 3 | 5.76 ^a | 79.34 ^a | 6.36 ^b | 29.57 ^b | 82.17 ^b | -0.72 ^b | 13.45 ^b | 0.33 ^a | 0.36 ^a |
| 6 | 5.73 ^a | 64.61 ^b | 10.8 ^a | 36.91 ^a | 83.56 ^a | -0.37 ^a | 17.25 ^a | 0.31 ^a | 0.38 ^a |

Aynı harfi taşıyan sütunlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ($P>0.05$)

Üretilen ekmeklerde şeker oranının artmasıyla ekmeğin dış L değeri azalırken, a ve b renk değerleri artmıştır. Şekersiz ve %3 şekerli ekmeklerin dış L, a ve b renk değerleri istatistiki açıdan farksız iken, %6 şeker içeren ekmeklerin dış rengi farklı bulunmuştur (64.61). Benzer durum ekmeklerin gözenek b değeri için de söz konusudur ($P<0.05$).

Öte yandan şeker seviyelerinin şekil faktörü ve oran sayısı üzerine etkileri önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Farklı makineler ve üç şeker seviyesi kullanılarak hazırlanan ekmeklerde meydana gelen pişme kaybı ise ortalama %18.01 olarak hesaplanmıştır.

Maya Seviyesi

Farklı maya seviyelerinin ekmeğin özellikleri üzerine etkisi Çizelge 5'te verilmiştir. Makine A ve B kullanılarak yapılan maya denemelerinde spesifik hacim değeri 5.31 ve 5.43 cm^3/g olarak bulunmuş (Şekil 3), aralarında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir ($P>0.05$). Maya seviyelerinin ve maya ile makine etkileşiminin spesifik hacim üzerine etkisi ise istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Ekmeğin makinelerinde tavsiye edilen maya miktarı genellikle %1 civarındadır. Bu çalışma 1750 m rakımda yapıldığından kontrol ekmeği için %0.8 maya kullanılmıştır. Üretilen ekmeklerin spesifik hacmi, maya miktarının azalması ile doğal olarak azalırken, maya miktarının artırılması ile de azalmıştır. Çünkü ekmeklerde aşırı kabarma sonrası daha yapı sabitlenmeden çökme meydana gelmiştir.



Şekil 3. Farklı maya seviyelerinin ekmeğin özellikleri üzerine etkisi

Farklı maya seviyeleri ile hazırlanan ekmeklerin üst L, a ve b renk değerleri arasındaki fark önemsizdir. Maya seviyesi arttıkça oran sayısı artmıştır. %0.5 ve %0.8 mayalı ekmeklerin oran sayısı istatistiki açıdan farksız iken, %1.1 mayalı ekmeklerin oran sayısı farklı bulunmuştur ($P<0.05$). Bu da gözenek miktarının arttığını göstermektedir.

Katkı İlavesi

Farklı katkı seviyelerinin ekmeğin özellikleri üzerine etkisi Çizelge 6'da verilmiştir. Üretilen katkı ve katkısız ekmeklerin spesifik hacimleri 5.76 ve 4.27 cm^3/g olarak hesaplanmış ve aralarındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Kullanılan farklı makineler ise spesifik hacmi etkilememiştir ($P>0.05$).

Çizelge 5. Farklı maya seviyelerinin ekmeğin özellikleri üzerine etkisi

| Miktar (%) | Spesifik Hacim | Dış Renk Değerleri | | | Gözenek Renk Değerleri | | | Şekil Faktörü | Oran Sayısı |
|------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| | | L | a | b | L | a | b | | |
| 0.5 | 5.35 ^b | 73.53 ^a | 8.35 ^a | 32.83 ^a | 81.6 ^{ab} | -0.05 ^a | 17.66 ^a | 0.31 ^{ab} | 0.35 ^b |
| 0.8 | 6.07 ^a | 79.35 ^a | 6.36 ^a | 29.57 ^a | 82.17 ^a | -0.72 ^b | 13.45 ^b | 0.33 ^a | 0.36 ^b |
| 1.1 | 5.76 ^{ab} | 75.98 ^a | 6.75 ^a | 33.05 ^a | 79.69 ^b | -0.80 ^b | 14.53 ^b | 0.31 ^{ab} | 0.58 ^a |

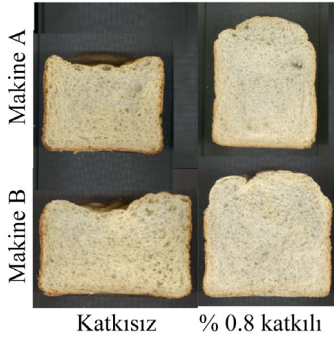
Aynı harfi taşıyan sütunlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ($P>0.05$).

Çizelge 6. Farklı katkı ilavesinin ekmeğin özellikleri üzerine etkisi

| Miktar (%) | Spesifik Hacim | Dış Renk Değerleri | | | Gözenek Renk Değerleri | | | Şekil Faktörü | Oran Sayısı |
|------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| | | L | a | b | L | a | b | | |
| 0 | 4.27 ^b | 63.42 ^a | 10.6 ^a | 31.36 ^a | 77.38 ^b | -0.23 ^a | 19.69 ^a | 0.33 ^a | 0.68 ^a |
| 0.8 | 5.76 ^a | 79.35 ^b | 6.36 ^a | 29.57 ^a | 82.17 ^a | -0.72 ^b | 13.45 ^b | 0.27 ^b | 0.36 ^b |

Aynı harfi taşıyan sütunlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ($P>0.05$).

Katkı maddesi kullanılmadan üretilen ekmeklerde kabarma sonrası çökme meydana gelmiş, sonuçta arzu edilmeyen ve dış görünüşü kötü ekmek elde edilmiştir (Şekil 4). Çalışma ekmek makinesi ile ekmek üretiminde kullanılacak olan katkı maddelerinin ne derece önemli olduğunu göstermektedir.



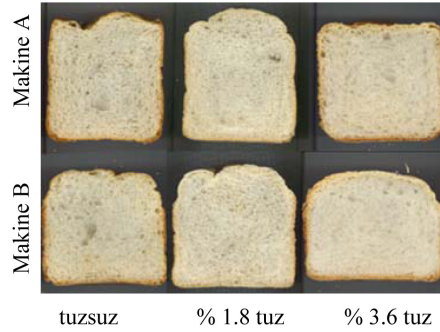
Şekil 4. Farklı katkı ilavesinin ekmek özellikleri üzerine etkisi

Formüle katkı kullanılmadığı zaman gözenek büyüklüğü artarken, katkı kullanımı önemli derecede daha küçük gözenek oluşumunu sağlamıştır. Aynı zamanda dış L ve gözenek L, a, b değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Farklı makinelerle üretilen katkıli ve katkısız ekmeklerde meydana gelen pişme kaybı ortalama %16.59 olarak hesaplanmıştır.

Tuz Seviyesi

Ekmeğe tat ve lezzet kazandıran tuz, özel amaçlar için yapılan üretimler dışında, formüle ortalama %1.5-2 arasında ilave edilir. Bu çalışmada ekmek makinelerinde tuzun etkisini gözlemlemek için %0-3.6 arasında kullanılmış, farklı tuz seviyelerinin ekmek özellikleri üzerine etkisi Çizelge 7'de verilmiştir.

Makine A ve B kullanılarak yapılan tuz denemelerinde spesifik hacim değeri sırasıyla 5.49 ve 5.45 cm^3/g olarak bulunmuş, aralarında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir ($P>0.05$). Üç farklı tuz seviyesi için spesifik hacim değerleri ise 4.49–6.17 cm^3/g arasında değişmiş ve seviyelerin üretilen ekmeklerin spesifik hacmi üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Tuzun hamurun fiziksel özelliklerini etkileyip hamuru sıkması ve maya aktivitesini etkilemesinden dolayı tuz miktarındaki artış (%3.6) spesifik hacimde ciddi azalmaya sebep olmuştur (Şekil 5). Gujral ve Singh (7) tarafından yapılan bir çalışmada, konvansiyonel yöntemle üretilen ekmeklerde %1.6 tuz seviyesine kadar ekmek hacminde bir artış olduğu, daha yüksek seviyelerde hacimde ciddi azalma meydana geldiği ifade edilmektedir. Farklı makineler ve üç tuz seviyesi kullanılarak hazırlanan ekmeklerde meydana gelen pişme kaybı ise ortalama %17.88 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 5. Farklı tuz seviyelerinin ekmek özellikleri üzerine etkisi

Tuz miktarının değişmesiyle ekmeğin dış ve iç özelliklerinde de önemli değişme gözlenmiştir ($P<0.05$). Gözenek yuvarlaklığını ifade eden şekil faktörü bakımından %1.8 ile 3.6 seviyesi arasında fark görülmez iken, tuzsuz ekmekte hamuru sıkı-

Çizelge 7. Farklı tuz seviyelerinin ekmek özellikleri üzerine etkisi

| Miktar (%) | Spesifik Hacim | Dış Renk Değerleri | | | Gözenek Renk Değerleri | | | Şekil Faktörü | Oran Sayısı |
|------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| | | L | a | b | L | a | b | | |
| 0 | 6.17 ^a | 67.09 ^b | 7.76 ^a | 35.65 ^a | 78.24 ^b | -0.45 ^b | 15.14 ^a | 0.30 ^b | 0.55 ^a |
| 1.8 | 5.76 ^b | 79.35 ^a | 6.36 ^a | 29.57 ^b | 82.17 ^a | -0.72 ^c | 13.45 ^b | 0.33 ^a | 0.36 ^b |
| 3.6 | 4.49 ^c | 72.29 ^b | 9.36 ^a | 35.53 ^a | 82.51 ^a | 0.21 ^a | 14.58 ^a | 0.33 ^a | 0.38 ^b |

Aynı harfi taşıyan sütunlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ($P>0.05$).

cı etki daha az olduğundan şekil faktörü 0.30 olarak hesaplanmıştır. Tuz ilavesiyle oran sayısı önemli seviyede azalmış ($P<0.05$), iki tuz seviyesi arasında ise fark gözlenmemiştir. Ekmek üretiminde kullanılacak olan tuz miktarı yoğurma özelliklerini, maya aktivitesini ve lezzet profilini olumsuz yönde etkilememelidir.

SONUÇ

Çalışmada ekmek üretiminde kullanılan ve ekmek kalitesi üzerine önemli etkileri olan su, tuz, şeker ve katkı maddelerinin ekmeğin dış ve iç özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesinde ev tipi ekmek makineleri kullanılmıştır. Kullanılan bileşenlerin ekmeğin spesifik hacim, tekstür ve renk üzerinde önemli etkileri olduğu gözlenmiştir. Markadan bağımsız olarak bileşenlerin ekmek kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi için ekmek makinelerinden elde edilen veriler umut vericidir. Sonuçlar, ev tipi ekmek makinelerinin kalite kontrol aracı olarak kullanılabilmesini göstermektedir. Ancak, ekmek makinelerinin etkinliğinin ortaya konulabilmesi için farklı protein seviyelerine sahip unlar kullanarak, hem serbest tipte (francala) ekmek üretilmeli hem de ekmek makinelerinde üretim yapılarak sonuçlar karşılaştırılmalıdır.

TEŞEKKÜR

Çalışma kısmen TÜBİTAK TOVAG (107-O-261) ve YYÜ BPAB (2007-FEB-YL94) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Elgün A, Ertugay Z. 2000. *Tahıl İşleme Teknolojisi*. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No: 297, Erzurum. 376 s.
2. Doğan İS. 1997. Van ilinde serbest tipte ekmek üreten fabrikaların genel durumu ve sorunları. *Unlu Mamuller Teknolojisi* 6 (5-6): 22-31.
3. Elgün A, Ertugay Z, Certel M, Kotancılar G. 1999. *Tahıl Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu*. A.Ü. Yayın No:867, Erzurum. 245 s.
4. Doğan İS. 2002. Bisküvi üretiminde kalite kriteri olarak renk ölçümüne yeni bir yaklaşım. Türkiye 7. Gıda Kongresi, 22-24 Mayıs 2002, Ankara. 357-362 s.
5. Anon 2007. MCID 7.0 Digital Imaging Software. Interfocus Imaging Ltd., Cambridge, England.
6. CoHort. 2004. CoStat User's Guide. CoHort Software, Monterey, CA, USA.
7. Gujral HS, Singh N. 1999. Effect of additives on dough development, gaseous release and bread making properties. *Food Res Int* 32 (10) : 691-697.