

Bread texture analysis and development of user interface using image processing techniques

1. GİRİŞ

Ekmek hamurunun pişirilmesi sırasında sıcaklık etkisiyle hava kabarcıkları genleştikçe, ekmeğin gözenekli bir yapı haline geldiği görülür. Öz miktarı ve kalitesi yetersiz olan unlardan yapılan ekmekler, küçük hacimli, basık ve düzensiz bir gözenek yapısına sahip olmakta, kabuk yapılarında düzensiz çatlak ve yarıklar bulunmakta, ayrıca bu tip ekmekler kısa sürede bayatlamaktadır [1]. Bu bayatlama sürecinde ekmeğin fiziksel yapısında çeşitli değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimler; tat ve koku değişimi, sertliğin artması, ekmek kabuğunun parlaklığını yitirmesi, ekmek içi ufalanmasının artması, ekmek içinin su bağlama kapasitesinin azalması, nişastanın amilaz enzimine duyarlılığının azalması, ekmek içinden çözünmüş nişasta miktarının azalması olarak açıklanmıştır [2]. Ancak öz miktarı yetersiz olan unlara uygun miktarda katkı maddesi ilavesi yapılarak üretilen ekmeklerin raf ömrü uzar, hacmi artar, ekmek içlerinin gözenek yapıları iyileşir, dokuları ve yumuşaklıkları daha iyi olur. Gelişen görüntü işleme teknikleriyle birlikte ekmek kalite analizlerinin daha ucuz, hızlı ve güvenilir şekilde yapılabilmesi sağlanmaya çalışılmaktadır. Hazırlanmış ekmeklerin istenen boyutlarda dilimlenerek, gelişmiş tarayıcılarla görüntülerin hassas bir şekilde alınıp, bilgisayar ortamında incelenebilecek hale getirilmesi mümkündür. Bu sayede birçok görüntü işleme tekniklerinin kullanılmasına imkân sağlanarak ekmek kalitesine yönelik analiz yapmak daha kolay hale gelmektedir.

2. DENEYSEL METOT

2.1. Veri Kümesi(Dataset)

Çalışmada kullanılan ekmek kesit alan görüntüleri doğrudan ekmek yapım yöntemiyle (AACC 10-10B, AACC, 2000) elde edilmiştir [10]. Ekmek hazırlama içeriğine 1 kg un (%14 rutubetli) üzerinden, %3 maya, %1,5 tuz, 10 mg/kg alfaamilaz ve 75 mg/kg askorbik asit eklenerek başlanmıştır. Karışıma ilave edilecek su miktarı farinogafta belirlenmiş ve %62,6 oranında formülasyona su eklenmiştir. Tüm bileşenler bir yoğurucuda uygun kıvamda hamur oluşturuncaya kadar yoğrulmuş ve daha sonra 30°C’de %85 nispi nemde 30 dakika fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyon sonrasında, hamur 10 eşit parçaya bölünerek (100 g un üzerinden), parçalar yuvarlandıktan sonra tekrar aynı koşullarda 30 dakika daha fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyon sonunda, silindirik şekline getirilmiş hamur parçaları teflon pişirme kaplarında 60 dakika gelişmeye bırakılmış ve 220 °C’de 25 dakika döner tipte bir fırında pişirilmiştir. Fırından çıkartılan ekmekler oda sıcaklığında iki saat soğumaya bırakıldıktan sonra sonar analize tabi tutulmuştur. Analiz edilecek ekmekler önce, dilimleme makinesinde 25 mm kalınlıkta kesilmiş ve her bir ekmeğin ortasındaki/merkezindeki iki dilim analizlerde kullanılmak üzere ayrılmıştır. Görüntü işleme için belirlenen bu iki dilimin bir tarayıcı (CanoScan 4400F, Canon, Japan) aracılığı ile görüntüsü bilgisayara aktarılmıştır. Tarayıcının parlaklık ve kontrast parametreleri, tüm görüntüler için sıfıra ayarlanmıştır. Görüntüler, 300 DPI’da ve RGB renkli olarak BMP formatında 3508*2552 piksel olarak bilgisayara kaydedilmiştir. Şekil 1’de orijinal ekmek görüntüleri gösterilmiş olup her bir görüntüde aynı konsantrasyona sahip 4 farklı ekmek dilimi görüntüsü bulunmaktadır.

2.2. Yöntemler (Methods)

Ham ekmek görüntüleri renkli olup bir resimde 4 farklı ekmek görüntüsü yer almaktadır. Öncelikle her bir ekmek görüntüsü ayrı bir görüntü olacak şekilde 104 farklı renkli ekmek görüntüsü elde edilmiştir. Daha sonra elde edilen renkli 104 adet ekmek görüntüsü gri seviye görüntüsüne dönüştürülmüştür.

2.3. Histogram Germe (Histogram Stretching)

Adaptif histogram eşitleme olarak da bilinen histogram germe işlemi düşük kontrastlı resimlere uygulanan bir yöntem olup histogramı geniş bir bölgeye yayma mantığına dayanmaktadır [11]. Ön işlemenin ilk basamağını oluşturan bu yöntem sayesinde gri seviye görüntülerinin kontrastı iyileştirilmiştir.

2.4. Histogram Eşitleme (Histogram Equalization)

Histogram eşitleme renk değerleri düzgün dağılımlı olmayan görüntüler için uygun bir görüntü iyileştirme metodudur.

2.5. Gözeneklerin Otomatik Olarak Bölütlenmesi (Automatic Segmentation of the Cells)

Bu kısımda ön işlemeden geçip, işlemeye hazır hale gelen görüntüler öncelikle otsu yöntemiyle eşiklenerek ikili görüntü haline dönüştürülmüştür. Otomatik bölütlemeye kullanılan bu yöntemler Şekil 9'da özetlenmiştir.

Otsu yöntemi, gri seviye görüntüler üzerinde uygulanabilen bir eşik belirleme yöntemidir. Bu yöntem kullanılırken m*n boyutlarında görüntünün arka plan ve ön plan olmak üzere iki sınıftan oluştuğu varsayımı yapılır. Eş. 1'de sınıflar arası varyans; olarak tanımlanmaktadır.

2.6. Bağlantılı Bileşen Etiketleme İle Gözenek Etiketleme (Cell Labeling With Connected Component Labeling)

İkili görüntü haline gelen bölütlenmiş gözenek görüntülerine Bağlantılı Bileşen Etiketleme (BBE) yöntemi uygulanmıştır. BBE siyah-beyaz görüntüler üzerine uygulanmakta olup birbiri ile 4'lü ya da 8'li komşuluğa sahip piksellerin bir grup içerisinde toplanmasını sağlayan bir işlemdir. Bu gruplama sonucunda, resim üzerindeki her bir grup bir nesneyi temsil edecek şekilde numaralandırılmaktadır. Yöntem ile görüntü üzerindeki tüm pikseller taranarak her piksele, aşağıdaki algoritma uygulanmaktadır:

```
{  
Piksel Siyaha eşit değilse  
-Pikselin Tüm komşularına bak (8'li komşuluk için)  
-Tüm komşular siyah veya beyaz ise bu yeni bir pikseldir bu piksele yeni bir değer ata, diğer piksele geç  
-Komşu piksellerden herhangi biri siyah ya da beyaz piksel ise bir önceki etiket numarasına bu pikseli kaydet  
}
```

2.7. Gözeneklerin Büyüklüklerine Göre Sınıflandırılması

(Classification of Cells According to Their Size)

Yapılan çalışmada farklı büyüklükteki gözeneklerin sayılarındaki değişimlerin gözlenmesi amacıyla gözenekler 0,002mm²-1mm², 1mm²-3mm², 3mm²-5mm² ve 5mm²- 7mm² olmak üzere 4 sınıfa ayrılmıştır. Her bir sınıf, bir etiket grubuna dâhil edilmiştir. Böylelikle her bir gruptaki gözeneklerin önce sınırları belirlenmiş sonra da bu sınırlara etiket grubuna göre bir renk değeri atanarak otomatik olarak renklendirilmesi yapılmıştır. Bu hem bize gözeneklerin sınıflandırılması imkânı vermekte hem de görsel analiz imkânı sunmaktadır. Ayrıca farklı katkı maddeli ekmeklerde doku karşılaştırması yapmayı da kolay hale getirmektedir.

2.8. ZSI Başarım İndeksinin Belirlenmesi (Determination of Segmentation Accuracy)

Çalışmada farklı katkı maddeli tüm ekmek görüntüleri kullanılarak otomatik bölütlenen gözeneklerin, ImageJ programında bir uzman gıda mühendisi yardımıyla elle bölütlenmesi de yapılmıştır. Üzerinde çalışılan ekmek görüntülerinden, otomatik bölütleme sonucu elde edilen gözenekler ile elle bölütleme sonucu elde edilen gözenekler üst üste karşılaştırılarak ZSI başarım indeksi belirlenmiştir. Literatürde ZSI indeksinin 0,7'den büyük olması durumunda çalışmanın yeterli başarıma sahip olduğu ifade edilmektedir

2.9. Geliştirilen Arayüz Programı (Developed Software)

Çalışmada ayrıca Matlab GUI arayüz programı kullanılarak, ekmek doku/gözenek bölütleme ve gözeneklere ait sayısal verilerin elde edilmesine yönelik bir ara yüz programı oluşturulmuştur. Programın giriş penceresinde yer alan görüntü yükle ikonundan ham ekmek görüntüleri yüklenmektedir. Daha sonra 4 farklı ekmekten biri seçilerek gri seviye görüntüsüne dönüşümü yapılmaktadır.

Sırasıyla ön işleme, gözenekleri bölütle ve sayısal verileri çıkar ikonları tıklanarak gözeneklere ait ölçümler ilgili dizine Excel dosyası olarak çıkartılabilmektedir.

4. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Yapılan çalışmada görüntü işleme teknikleri kullanılarak ekmek gözenekleri bölütlenmiştir. Bu sayede ekmek doku özellikleri belirlenerek katkı maddesinin cinsine, miktarına bağlı olarak ekmek yapısında meydana gelen değişimler ve gözeneklere ait sayısal veriler elde edilerek belirlenmiştir. Tablo 1’den DATEM katkı maddeli ekmeklerin kontrol grubu ekmeklere göre daha fazla gözenek sayısı ve gözenek alanına sahip olduğu görülmektedir. Buradan da DATEM katkı maddesinin ekmek hacmini arttırdığı sonucuna varılmıştır. Bu kapsamda en fazla gözenek sayısı ve en yüksek yoğunluk değerine %0,75’li yoğunlukta ulaşıldığı görülmüştür. Ayrıca %0,50 DATEM konsantrasyonunda boşluk oranının en yüksek olduğu görülmüştür. FL katkı maddeli ekmeğin ise, 20’li konsantrasyonunun gözenek sayısı, toplam gözenek alanı ve yoğunluğunun en yüksek değerde olduğu görülmektedir. Ancak DATEM’le kıyaslandığında bu değerlerin daha küçük kaldığı görülmüştür. GL enzimli ekmeklerin 60 ve 90’lı konsantrasyonunda gözenek sayısı ve gözenek alanını arttırdığı, 120’li konsantrasyonunda ise gözenek sayısını azalttığı görülmektedir. Elde edilen sonuçlar FL ve GL lipaz enzimlerinin DATEM kadar olmasa da ekmek hacmine olumlu etki yaptığını göstermiştir