

## Görüntü İşleme Teknikleri Kullanılarak

### Ekmek Kalitesi Ölçümlerinde Kullanılabilecek Doku Özelliklerinin Çıkarılması

**Turab Selçuk<sup>1</sup>, Ahmet Alkan<sup>1</sup>, A. Sinan Çolakoğlu<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>KSU Elektrik - Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

<sup>2</sup>KSU Gıda Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

[turabselcuk@ksu.edu.tr](mailto:turabselcuk@ksu.edu.tr) [aalkan@ksu.edu.tr](mailto:aalkan@ksu.edu.tr)

**Özet:** Bir ekmekteki katkı maddesi ekmeğin gözenekli yapısını etkilemektedir. Bu yüzden bir ekmek dilimindeki gözenekler ekmekle ilgili yapısal özelliklerin belirlenmesinde önemli bir faktördür. Doğru yerden kesilmiş bir dilim ekmekteki gözeneklerin sayısı, yoğunluğu, boşluk oranı gibi fiziksel özellikler ekmeğin kalitesi açısından önemli bilgiler içerir. Çalışmada 10 farklı ekmekten alınmış görüntüler üzerinde görüntü işleme teknikleri kullanılarak, ekmek doku analizi yapılmıştır. Bu amaçla, görüntülerde ki dokuları ve bu dokularda mevcut gözenekleri bölütleme için analiz yöntemleri geliştirilmiştir. Bölütlemeye sonra gözenek sayısı, gözenek yoğunluğu gözenek alanı, boşluk oranı gibi bazı morfometrik ölçümler elde edilmiştir. Daha sonra tüm gözenekler büyüklüklerine göre sınıflandırılmıştır. Çalışmada ekmekte katkı maddesi miktarına bağlı olarak meydana gelen dokusal değişimlerin bilgisayar ortamında tüm gözeneklerin bölütlenerek elde edilecek bilgilerin istatistiksel olarak analizi için bir altyapı oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar, oluşturulan altyapının görüntü işleme temelli ekmek kalitesi çalışmalarıyla ilgili araştırmalarda kullanılabileceğini ve temel oluşturduğunu ortaya koymuştur.

**Anahtar Sözcükler:** Ekmek Doku Analizi, Görüntü İşleme, Bölütleme, Gözenek Sınıflandırma

#### Abstract

Bread additive effects the porous structure of bread. Thus, pores in a slice of bread is important factor to specify structure features about bread. On a slice of bread elided from right place, physical properties that number of cell, intensity of cell, void fraction contain significant information about quality of bread. In this study, bread texture analysis was performed by using images taken from ten different breads by using image processing techniques. For this purpose, analysis methods have been developed to segment the bread textures in the images and pores in these tissues. After segmentation step, some morphometric measures such as number of cell, intensity of cell, area of cell and void fraction were obtained. Then, all pores are classified according to their sizes. In conclusion, an infrastructure has been created for statistical analysis of the data that to be obtained by segmenting the pores and textural changes that have occurred depending on the amount of bread additive. The results showed that the created infrastructure could be a base and used for further researches related with the image processing based bread quality studies.

**Keywords:** Bread Texture Analysis, Image Processing, Segmentation, Pores Classification.

## 1. Giriş

Ekmek, ekmeklik buğday ununa içilebilir nitelikte su, tuz, maya, gerektiğinde izin verilen katkı maddeleri katılarak hazırlanan hamurların tekniğine uygun bir şekilde yoğrulup, çeşitli şekilde hazırlanıp fermantasyona bırakılması ve pişirilmesi ile yapılan üründür. [T.G.K.1997]

Ekmeğin başlıca bileşen grubu karbonhidrat olmasına karşın bunların içerdikleri protein fraksiyonlarının miktarları ve kaliteleri mamul ürün üretiminde kaliteye etki eden temel öğeler olması nedeniyle özel bir öneme sahiptirler. Ekmekçilik açısından katkı maddelerinin miktarı ve kalitesi ekmeğe ait fiziksel ve kimyasal özelliklerin incelenmesiyle belirlenebilir [3].

Ekmek hamurunun pişirilmesi sırasında sıcaklık etkisiyle hava kabarcıkları genişletikçe 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 olur, kabuk yapılarında düzensiz çatlak ve yarıklar bulunur, ayrıca bu tip ekmekler kısa sürede bayatlar (LÁSZTITY, 1996; ÖZER, 1998). Ancak öz miktarı yetersiz olan unlara uygun miktarda katkı maddesi ilavesi yapılarak üretilen ekmeklerin hacmi artar, ekmek içlerinin gözenek yapıları iyileşir, tekstürleri ve yumuşaklıkları gelişir ve bu ekmeklerin raf ömrü uzar (PYLER, 1988). Un gluteninin yeterli ve kaliteli olması; kuvvetli, elastik yapıda bir hamur elde edilmesi ve iyi bir gaz tutma yeteneği ile ekmek hacminin artmasını, gözeneklerin küçük ve homojen görünüm kazanmasını, tekstürün iyileşmesini sağlar (GÖÇMEN, 1993).

Bir dilim ekmekteki gözeneklerin fiziksel özellikleri ekmeğin kalitesiyle ilgili önemli bilgiler içerir. Bu gözeneklerin istatistiksel hesaplarının yapılması, ekmek kalitesi açısından önem arz etmektedir. Bir ekmek diliminde yüzlerce gözenek olduğu düşünüldüğünde bu gözeneklerin bölütlenmesi temelli bir analiz yapmak görüntü işleme teknikleriyle mümkündür.

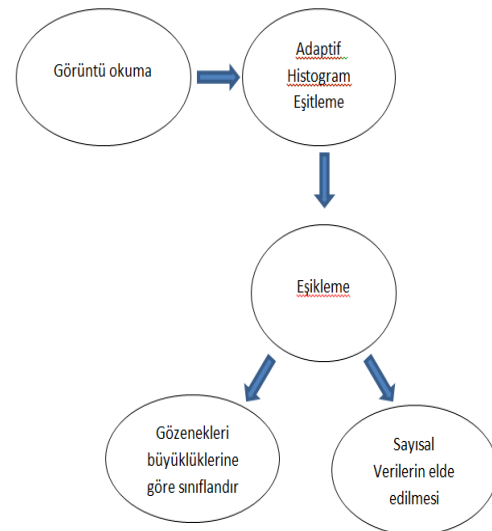
## 2. Materyal

Ekmekler, doğrudan ekmek yapım metodu (AACC 10-10B, AACC, 2000) modifiye edilerek üretilmiştir. Ekmek formülasyonuna 1 kg un (%14 rutubetli) üzerinden, %3 maya, %1,5 tuz, 10 mg/kg alfa-amilaz ve 75 mg/kg askorbik asit eklenmiştir. İlave edilecek su miktarı farinogarfta belirlenmiş ve %62,6 oranda formülasyona su konulmuştur. Tüm

bileşenler bir yoğurucuda optimum kıvamda hamur oluşturuncaya kadar yoğrulmuş ve daha sonra 30 °C'de %85 nispi nemde 30 dakika fermantasyona terk edilmiştir. Fermantasyon sonunda, hamur kütlesi 10 eşit parçaya bölünmüş (100 g un üzerinden), elde edilen hamur parçaları yuvarlandıktan sonra tekrar aynı koşullarda 30 dakika daha fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyon sonunda, silindir şekline getirilmiş hamurlar Teflon kaplı pişirme kaplarında 60 dakika gelişmeye bırakılmış ve 220 °C'de 25 dakika döner tipte bir fırında pişirilmiştir. Fırından çıkan ekmekler oda sıcaklığında 2 saat soğutulmuş ve daha sonra analize tabi tutulmuştur. Analizlerden önce ekmekler, dilimleme makinesinde 25 mm kalınlıkta kesilmiş ve her bir somunun ortasındaki iki dilim analizlerde kullanılmak üzere ayrılmıştır. Görüntü işleme için, ayrılan 2 dilimin bir tarayıcı (CanoScan 4400F, Canon, Japan) aracılığı ile görüntüsü bilgisayara aktarılmıştır. Tarayıcının parlaklık ve kontrast parametreleri, tüm görüntüler için sıfıra ayarlanmıştır. Görüntüler, 300DPI'da ve RGB renkli olarak BMP formatında bilgisayara kaydedilmiştir.

## 3. Metot

Çalışmada yukarıda verilen veri setindeki görüntüler üzerinde Matlab ortamında görüntü işleme teknikleri kullanılarak, ekmek doku analizi yapılmıştır. Bu amaçla, görüntülerde ki dokular ve bu dokularda mevcut gözeneklerin bölütlenmesi temelli analiz yöntemleri geliştirilmiştir. Şekil 1.'de yapılan analizin akış diyagramı gösterilmiştir.



Şekil 1. Akış Diyagramı

### 3.1 Adaptif Histogram Eşitleme

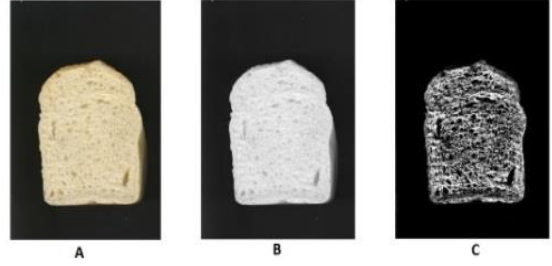
Histogram eşitleme sıkça kullanılan bir ön işlem metodu olup tüm görüntü histogramı ile yoğunluk dinamik aralığı genişletilerek görüntü kalitesini iyileştirebilir. Görüntünün yoğunluk dağılımı normalize edilerek düzgün bir yoğunluk dağılımına sahip sonuç görüntüsü elde edilerek iyileştirme işlemi gerçekleştirilir. Fakat histogram eşitlemede dar bir bölgede kalabalık bir yoğunluk dağılımına sahip görüntülerde gürültü pikseli oluşur. Bu problemleri çözmek için yerel histogram eşitleme teknikleri geliştirilmiştir.

Adaptif histogram eşitleme değiştirilmiş bir histogram eşitleme işlemidir ve yerel veri üzerinde iyileştirme işlemi gerçekleştirir. Buradaki ana düşünce görüntü ızgara şeklinde dikdörtgen bölgelere bölünür ve her bir bölgeye standart histogram eşitleme işlemi uygulanır. Optimum bölge boyutları ve sayısı görüntüye göre değişmektedir. Görüntü alt bölgelere ayrılıp her bölgeye histogram eşitleme işlemi uygulandıktan sonra alt bölgeler bi-lineer enterpolasyon yöntemi ile birleştirilerek iyileştirilmiş bütün bir görüntü elde edilir. [4].

### 3.2 Eşikleme

Eşikleme bölütlemenin çok basit bir uygulama biçimidir. Gri seviyeli eşikleme teknikleri, sayısal bir görüntüyü ortak özel ve geniş bölümlere ayırmak için kolay hesaplanabilir metotlardır. Eşikleme işlemi, görüntünün birkaç anlamlı parçaya ayrılmasına dayanan en iyi eşik değerlerinin bir kümesinin belirlenmesi işlemi içermektedir. Öncelikle bir eşik değeri tanımlanır, daha sonra bir görüntüdeki her piksel bu eşik değeri ile karşılaştırılır. Eğer piksel eşik değerinden büyükse nesne, aksi takdirde arka plan olarak belirlenir. Eşik değeri sıklıkla yoğunluk veya renk değeri olacaktır. Eşik değerinin görüntü üzerinde değişebildiği başka biçimleri de vardır fakat eşikleme ilkel bir teknik olduğundan sadece çok basit bölütleme uygulamalarında çalışacaktır.

Gri seviye bir resimde 256 farklı parlaklık değeri vardır. Eşikleme tekniği görüntüyü siyah(0) ve beyaz(1) olmak üzere ikili seviyeye indirir. Eşik değerinden büyük olan piksellerin değeri beyaza küçük olan piksellerin değeri ise siyaha dönüştürülür. Böylece nesne tanıma daha kolay bir hal alır.

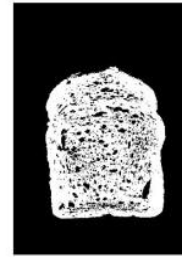


Şekil 2 a) Orijinal Görüntü b) Gri seviye görüntüsü c) Kontrastı artırılmış görüntü.

### 4.Doku Analizi

Ekmek gözenekleri Matlab ortamında görüntü işleme teknikleri kullanılarak bölütlenmiştir. RGB seviyedeki görüntüler öncelikle bir ön işlemden geçirilerek gri seviye görüntülere dönüştürülmüştür. Gri seviyedeki bu görüntülere adaptif histogram eşitleme yöntemi kullanılarak görüntü kontrastı artırılmıştır. Zengin kontrasta sahip görüntüde gözenekler daha belirgin şekilde görülmüştür. RGB seviye gri seviye ve kontrastı artırılmış gri seviye görüntüsü Şekil 2.'de gösterilmiştir.

Gözeneklerin belirgin olduğu görüntüye eşikleme uygulanarak gözeneklerin siyah ekmek dokusunun ise beyaz renkte görüldüğü ikili seviyede bir görüntü elde edilmiştir. Şekil 3'te ikili seviye ekmek dilimi görüntüsü gösterilmiştir.



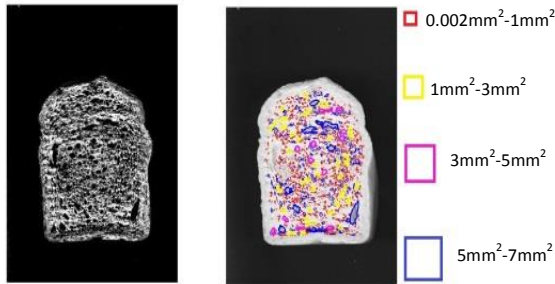
Şekil 3. İkili Seviye görüntü

Görüntüler 300 DPI'da çekildiği için yaklaşık olarak her 118 piksel 1 cm'ye eşit olmaktadır. Tablo1'de 10 farklı ekmek dilimine ait doku analizi sonuçları gösterilmektedir. Tablodaki gözenek yoğunluğu 1cm<sup>2</sup>'deki gözenek sayısını, boşluk oranı ise gözenek alanının toplam ekmek alanına oranını ifade etmektedir.

**Tablo 1.** Gözeneklere ait sayısal veriler

	Toplam Ekmek alanı (cm <sup>2</sup> )	Toplam Gözenek Alanı (cm <sup>2</sup> )	Toplam Gözenek sayısı	Gözenek Yoğunluğu (1/cm <sup>2</sup> )	Boşluk Oranı
1	43.62	7.09	1832	41.99	0.16
2	44.21	5.67	1808	40.89	0.13
3	41.72	5.95	1834	43.95	0.14
4	43.74	5.84	1809	41.35	0.13
5	43.27	7.08	1960	45.29	0.16
6	43.03	6.20	1595	37.06	0.14
7	44.59	6.202	1783	39.98	0.13
8	43.97	5.15	1817	41.32	0.11
9	42.20	5.79	1645	38.97	0.13
10	40.63	5.74	1724	42.42	0.14

Gözeneklerin büyüklüklerine göre sınıflandırılması ekmek kalite analizi için ayrı bir ölçüt olabileceği için yapılan çalışmada gözenekler büyüklüklerine göre 0.002mm<sup>2</sup>-1mm<sup>2</sup>, 1mm<sup>2</sup>-3mm<sup>2</sup>, 3mm<sup>2</sup>-5mm<sup>2</sup> ve 7mm<sup>2</sup> üstü olmak üzere 4 gruba ayrılmış olup Şekil 4'te gösterildiği üzere farklı büyüklüklere sahip gözenekler farklı renklerle işaretlenmiştir.



**Şekil 4.** Farklı büyüklükteki gözeneklerin renklendirilmesi

## 5.Sonuçlar

Çalışmaya konu olan ekmek doku analizi sonucunda 10 farklı ekmek diliminde bulunan gözenekler görüntü işleme tekniği kullanılarak bölütlenmiştir. Daha sonra bu gözenekler, yukarıda bahsedilen fiziksel özelliklerine göre sınıflara ayrılarak, çalışmayla oluşturulan yazılım, bilgisayar

tabanlı ekmek kalite analizinde kullanılacak duruma getirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, çalışmayla oluşturulan altyapının, bundan sonraki ekmek kalitesine etki eden katkı maddelerinin incelenmesine yönelik çalışmalara temel oluşturabileceğini ortaya koymuştur.

## 6. Kaynaklar

[1] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Steven L. Eddins, "Digital Image Processing Using MATLAB".

[2] Bertrand, D., Le Guernevé, C., Marion, D., Devaux, M. F., & Robert, P. (1992). Description of the textural appearance of bread crumb by video image analysis. Cereal Chemistry, 69, 257–261.

[3] İnternet: [www.dunyagida.com](http://www.dunyagida.com)

[4] Teo CK. Digital Enhancement of Night Vision and Thermal Images. Thesis, Naval Postgraduate School, California, (2003.)

[5] İnternet: [www.mathworks.com](http://www.mathworks.com).