

**Görüntü İşleme  
Teknikleri  
Kullanılarak Ekmek  
Doku Analizi ve  
Arayüz Programının  
Geliştirilmesi**

**İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ  
GÖRÜNTÜ İŞLEME**

**Ahmet GÜR  
02200201053**

# ÖZET


- Ekmek içerdği maddelerin boyutuna, cinsine, miktarına bağlı olarak farklı kalitelere üretilmektedir.
- Bu da ekmeğin gözenek boyutu, sayısı ,yoğunluğu gibi ekmeğin kalitesi açısından çeşitli bilgiler içermektedir.
- Bu çalışmada DATEM katkı maddesinin, fosfolipaz (FL) enziminin ve glikolipaz (GL) enziminin doğrudan ekmek yapım yöntemiyle üretilmiş ekmeklerdeki kaliteye olan etkisi belirlenmiştir. Bu amaçla, Matlab'te görüntü işleme teknikleri kullanılmış ve ekmek gözeneklerinin bölütlenmesi temelli bir yazılım oluşturulmuştur
- Elde edilen sonuçlar DATEM'in ekmeğin gözenek yapısını iyileştirerek, konsantrasyonuyla doğru orantılı olarak ekmek hacmini arttırdığını göstermiştir.
- FL'nin 20 mg.kg-1 ve GL'nin 60 mg.kg-1 konsantrasyonlarında ise gözenek sayısı ve gözenek alanında artış olduğu da gözlemlenmiştir.



# 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

- Ekmek hamurunun pişirilmesi sırasında sıcaklık etkisiyle hava kabarcıkları genleştikçe, ekmeğin gözenekli bir yapı haline geldiği görülür.
- Kalitesiz malzemelerden yapılan ekmekler daha hacimsiz, basık ve düzensiz görünür ve bu ekmekler daha çabuk bayatlarlar. Ancak kalitesiz ve öz miktarı yetersiz olan unlara uygun miktarda katkı maddesi ilavesi yapılarak üretilen ekmeklerin raf ömrü uzar, hacmi artar, gözenek yapıları değişir ve hacmi daha iyi hale gelir.
- Örneğin DATEM (Diacetyl tartaric esters of monoglycerides) maddesi de yapısında yağ bulunduran bir katkı maddesi olup, beyaz ekmek, galeta gibi mayalı hamurlar başta olmak üzere birçok un karışımlarında kullanılmaktadır. Yapısında bulunan yağlar gözenekleri çevreleyip hava geçişini engellediğinden, ekmeğin gözenekli yapı alarak hacim kazanmasını sağlar. Bu yüzden ekmek içi doku dağılımının belirlenmesi, gerek ekmeğin bayatlama süresinin değerlendirilmesinde, gerek ekmek kalitesinin belirlenmesinde kullanılan en önemli parametrelerden biridir



- 
- Gelişen görüntü işleme teknikleriyle birlikte ekmek kalite analizlerinin daha ucuz, hızlı ve güvenilir şekilde yapılabilmesi sağlanmaya çalışılmaktadır
  - Bir ekmek diliminde yüzlerce gözenek olduğu düşünüldüğünde bu gözeneklerin şekil, sayı, düzen gibi özelliklerinin belirlenmesine yönelik nesnel bir kalite analizi yapılmasında yine görüntü işleme tekniklerine ihtiyaç duyulmaktadır.
  - Ekmek kalitesinin belirlenmesine yönelik literatürde yapılmış değişik çalışmalar vardır. Bu çalışmaları yapan kişiler; Kamman, Gonzales ve arkadaşları, H.D. Sapirstein ve arkadaşları, Francis Butler ve arkadaşları.

Kamman; ekmeğin gözenekli yapısının ve bu gözeneklere ait büyüklük, düzen, gözenek duvarı kalınlığı, şekil faktörü gibi parametrelerin ekmek kalitesine önemli etkisi olduğunu vurgulamıştır.

Ursula Gonzales ve arkadaşları; görüntü işleme tekniklerinden gri seviye eş oluşum matrisi, yakın komşuluk gri seviye fark matrisi ve spektrum bölgesinde Fourier analiz yöntemi kullanılarak 4 farklı organik ve organik olmayan undan yapılan ekmeklerde kalite analizi yapılmıştır

H.D. Sapirstein ve arkadaşları; oksidansız ve oksidanlı toplam 30 adet ekmek görüntüsüne K-means algoritması kullanılarak ekmek görüntü analizi yapılmış ve ekmeğe ait gözenek alanı, gözenek yoğunluğu (hücre/cm<sup>2</sup>), boşluk oranı (hücre alanı / toplam ekmek alanı) gibi bazı morfometrik parametreler hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar oksidanlı ekmeklerin oksidansız ekmeklere göre %6 daha parlak, %21 daha fazla gözenek yoğunluğuna, %17 daha küçük gözeneklere, %13 daha ince gözeneklere ve %16 daha fazla birbirine benzer gözeneklere sahip olduğunu göstermiştir. Fakat çalışmada başarımlar görsel olarak belirlenmiştir

Francis Butler ve arkadaşları; 135 ekmek dilimi görüntüsüne farklı eşikleme yöntemleri kullanılarak, ekmek kalite analizi yapılmıştır. Analizde ekmek gözeneklerine ait gözenek alanı, gözenek yoğunluğu, boşluk oranı gibi özellikler hesaplanmıştır. Bu çalışmada ise, DATEM katkı maddesi ile FL ve GL enzimlerinin doğrudan ekmek yapım yöntemiyle (AACC 10-10B, AACC, 2000) elde edilen ekmeklerde kaliteye etkisi belirlenmiştir. Bu amaçla görüntü işleme teknikleri kullanılarak ekmek içi gözeneklerinin bölütlenmesi temelli bir yazılım geliştirilmiştir. Oluşturulan yazılım sayesinde ekmek içi yapısına yönelik gözenek sayısı, gözenek yoğunluğu, toplam ekmek alanı, boşluk oranı (toplam gözenek alanı/toplam ekmek alanı), gibi morfometrik parametreler elde edilmiştir. Literatürdeki çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada, uzman gıda mühendisinin gözetiminde farklı katkı maddelerinin ekmek gözenek dokusunu ne şekilde etkilediği analitik olarak incelenmiştir.



## 2. DENEYSEL METOT

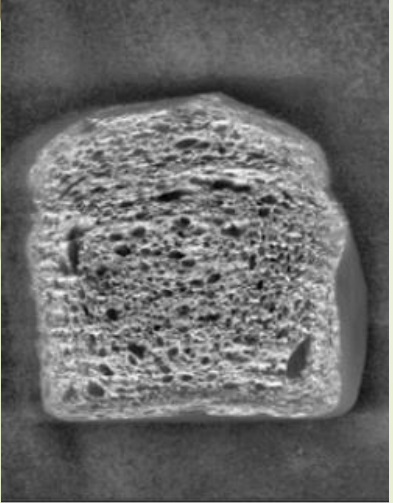
- Çalışmada kullanılan ekmek kesit alan görüntüleri doğrudan ekmek yapım yöntemiyle (AACC 10-10B, AACC, 2000) elde edilmiştir.
- Analiz edilecek ekmekler önce, dilimleme makinesinde 25 mm kalınlıkta kesilmiş ve her bir ekmeğin ortasındaki/merkezindeki iki dilim analizlerde kullanılmak üzere ayrılmıştır. Görüntü işleme için belirlenen bu iki dilimin bir tarayıcı (CanoScan 4400F, Canon, Japan) aracılığı ile görüntüsü bilgisayara aktarılmıştır. Orijinal ekmek görüntüleri gösterilmiş olup her bir görüntüde aynı konsantrasyona sahip 4 farklı ekmek dilimi görüntüsü bulunmaktadır.
- 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. Örnek bir gri seviye ekmek görüntüsü aşağıda gösterilmiştir.



# Histogram Germe (Histogram Stretching)

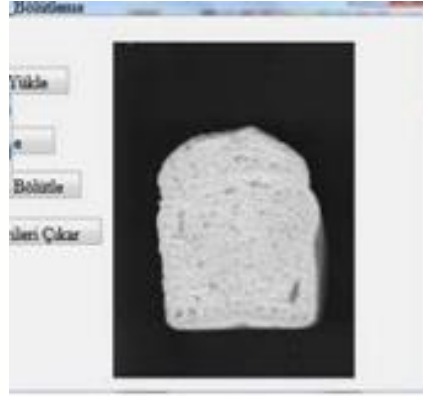


Histogramı eşitlenmiş örnek ekmek görüntüsü



Histogram germe uygulanmış örnek görüntü

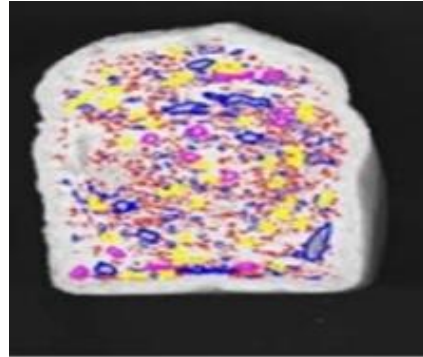
- **Histogram Germe (Histogram Stretching)**
- Düşük kontrastlı resimlere uygulanan bir yöntem olup histogramı geniş bir bölgeye yayma mantığına dayanmaktadır. Bu yöntem sayesinde gri seviye görüntülerinin kontrastı iyileştirilmiştir. Histogram germe uygulanmış örnek görüntüsü yandaki gibidir.
- **Histogram Eşitleme (Histogram Equalization)**
- renk değerleri düzgün dağılımlı olmayan görüntüler için uygun bir görüntü iyileştirme metodudur.
- **Gözeneklerin Otomatik Olarak Bölütlenmesi**
- Ön işlemekten geçip, işlemeye hazır hale gelen görüntüler öncelikle otsu yöntemiyle eşiklenerek ikili görüntü haline dönüştürülmüştür. Otsu yöntemi, gri seviye görüntüler üzerinde uygulanabilen bir eşik belirleme yöntemidir. Bu yöntem kullanılırken  $m \times n$  boyutlarında görüntünün arka plan ve ön plan olmak üzere iki sınıftan oluştuğu varsayımı yapılır.



Gözenek bölütleme GUI programı

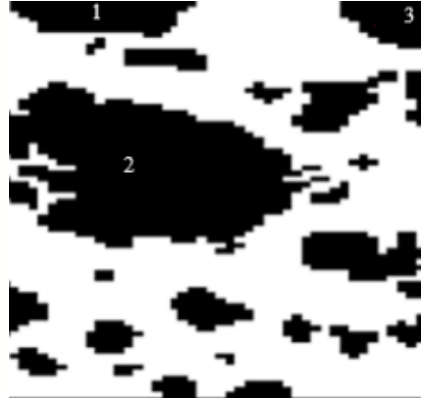


Otomatik ve elle bölütleme



0.002mm<sup>2</sup>-1mm<sup>2</sup>

1mm<sup>2</sup>-3mm<sup>2</sup>



Etiketlenmiş gözenek (Tahallat bread call)

- **Bağlantılı Bileşen Etiketleme İle Gözenek Etiketleme**
- 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.
- **ZSI Başarım İndeksinin Belirlenmesi**
- 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 çakıştırılarak ZSI başarım indeksi belirlenmiştir.
- ❓ **Geliştirilen Arayüz Programı**
- ❓ 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.



### 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR

- Yapılan çalışmada bölütlenen ekmek dokusuna ait toplam gözenek sayısı, toplam gözenek alanı, yoğunluk (toplam gözenek sayısı/toplam ekmek alanı), ortalama gözenek alanı (toplam gözenek alanı/toplam gözenek sayısı), boşluk oranı (toplam gözenek alanı/toplam ekmek alanı) gibi morfolometrik parametreler elde edilmiştir. Gözeneklerde meydana gelen sayısal değişimler Tablo 1’de verilmiştir. Tablo incelendiğinde DATEM gözenek sayısı ve gözenek alanını konsantrasyon miktarıyla doğru orantılı olarak arttırmaktadır.
- DATEM’li ekmeklerdeki toplam gözenek sayısı lipazlarla kıyaslandığında daha fazla olmaktadır.
- FL için ise 30mg.kg-1 konsantrasyonu ve yukarısında azalma olduğu görülmüştür.
- GL’nin ise boşluk oranı üzerinde ciddi bir etkisi olmadığı görülmüştür.
- Ekmek yapımında katkı maddelerinin en uygun konsantrasyonlarda olması büyük önem taşımaktadır. Çalışmada iki adet enzimin ekmek kalitesine etkileri değerlendirilmiş ve şuan da kullanılan DATEM katkı maddesine alternatif olarak kullanılıp kullanılamayacağı araştırılmıştır. Ayrıca oluşturulan yazılım ile bu alanda çalışan kimselerin farklı katkı maddelerinin ekmek kalitesi üzerindeki etkilerinin kolaylıkla incelenmesinin önü açılmış olmaktadır.

Katkı Maddesi (%, mg/kg <sup>-1</sup> )	Toplam gözenek sayısı	Yoğunluk (cm <sup>-2</sup> )	Boşluk oranı (%)	Ortalama Gözenek Alanı (mm <sup>2</sup> )	Toplam gözenek Alanı (mm2)
Kontrol % 0	2635	84	28,87	0,340	895,586
DATEM % 0,25	2805	90	31,50	0,348	977,236
DATEM % 0,50	2807	90	32,99	0,365	1023,558
DATEM %0,75	2945	94	32,08	0,338	995,101
DATEM % 1,00	2839	91	31,88	0,348	989,311
FL 10	2623	84	29,17	0,3457	905,019
FL 20	2659	85	28,95	0,3387	898,329
FL 30	2605	83	28,63	0,3419	888,276
FL 40	2646	85	26,64	0,3124	826,403
GL 30	2550	82	28,69	0,3507	890,225
GL 60	2649	85	29,54	0,3467	916,424
GL 90	2660	85	29,82	0,3482	925,142
GL 120	2614	84	30,28	0,3613	939,480

## KAYNAKLAR

- 1. Lasztity R., The Chemistry of Cereal Proteins, CRC Press, U.S.A., 1996.
- 2. Altan A., Tahıl İşleme Teknolojisi, Çukurova Üniv. Ziraat Fak Ders Notları, 1986.
- 3. Pyler E.J., Baking Science and Technology, Sosland Publishing Company, U.S.A., 1988.
- 4. Sara M., Anneleen P., Jan A.D., Impact of lipases with different substrate specificity in wheat flour separation on the properties of the resultant gluten, Journal of Cereal Science, 77, 291-296, 2017.
- 5. Anneleen P., Jan A.D., Impact of water-extractable components from different cereals on the quality of oat bread, Journal of Cereal Science, 79 (1), 134-140, 2018.
- 6. Kamman P.W., Factors affecting the grain and texture of white bread. Baker's Digest 44 (2), 34-38, 1970.
- 7. Gonzales-Barron U. and Butler F., Discrimination of crumb grain visual appearance of organic and nonorganic bread loaves by image texture analysis, Journal of Food Engineering 84 (3), 480-488, 1986.
- 8. Sapirstein H.D., Roller R., Bushuk W., Instrumental Measurement of Bread Crumb Grain by Digital Image Analysis, Analytical Techniques and Instrumentation, Inc, 71 (4), 383-391, 1994.
- 9. Butler F., Gonzales Barron U.A Comparison of Seven Thresholding Techniques with The K-Means Clustering Algorithm for Measurement of Bread-Crumb Features by Digital Image Analysis, 74 (2), 268-278, 2006. 10. AACC International, Approved Methods of American Association of Cereal Chemists, Method No's:
- 10-10B, 44-19, St. Paul, MN, 2000. Selçuk ve ark. / Journal of the Faculty of Engineering and Architecture
- 11. Selvi E, Selver M, Kavur A, Güzeliş C, Dicle O., Segmentation of abdominal organs from mr images using multi-level hierarchical classification, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 30 (3), 533-546, 2015.
- 12. Akben S.B., Alkan A., Density-based feature extraction to improve the classification performance in the datasets having low correlation between attributes, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 30 (4), 597-603, 2015.
- 13. Zijdenbos A.P., Dawant B.M., Margolin R.A., Palmer A.C., Morphometric analysis of white matter lesions in MR images: Method and validation, IEEE Trans Med Imag. 13, 716-724, 1994.
- 14. Alkan A., Tuncer S.A., Gunay M., Comparative MR image analysis for thyroid nodule detection and quantification, Measurement, 47, 861-868, 2014.