



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI SAKLAMA KOŞULLARININ EKMEĞİN MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

ORGİL ERDENE TULGAT

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2011

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI SAKLAMA KOŞULLARININ EKMEĞİN
MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

ORGİL ERDENE TULGAT

Bu tez,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS
derecesi için hazırlanmıştır.

KAHRAMANMARAŞ 2011

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi **Orgil Erdene Tulgat** tarafından hazırlanan “ **Farklı Saklama Koşullarının Ekmeğin Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkisi** ” adlı bu tez, jürimiz tarafından **02/02/2011** tarihinde oy birliği ile Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Özlem TURGAY (DANIŞMAN)

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Prof. Dr. Tevrican DOKUYUCU

Tarla Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. A. Levent İNANÇ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. M. Hakkı ALMA

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Orgil Erdene Tulgat

Bu çalışma KSÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir
tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 2010/5-24 YLS

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

FARKLI SAKLAMA KOŞULLARININ EKMEĞİN MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Orgil Erdene TULGAT

ÖZ

İnsan beslenmesinde çok önemli olan ekmek ve ekmek çeşitlerinin tekniğine uygun ve hijyenik şekilde üretimi, taşınması ve pazarlaması çok önemlidir. Ekmek en çok tüketilen besin olmasına rağmen, raf ömrü kısa olan gıdalardan biridir.

Kahramanmaraş'ın farklı süpermarket ve fırınlardan toplanan 25'i normal, 25'i kepekli ekmek olmak üzere toplam 50 ekmek örneğinin farklı saklama koşullarında (4 ve 25 °C) 5 gün süre ile her 24 saatte bir mikrobiyal kaliteye etkisi incelenmiştir. Ayrıca ekmek örneklerinin rutubet ve küllü içeriği tespit edilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda, incelenen 25 normal ekmeğin 7'sinde (%28), 25 kepekli ekmeğin 8'sinde (%32) toplam 50 örneğin 15'inde (%30) *Bacillus* spp. tespit edilmiştir. Yapılan bağımsız iki örnek t-testi sonuçlarına göre normal ve kepekli ekmeğe ait 4 ve 25 °C' de elde edilen toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı, *Bacillus* sayısı, maya ve küf sayısının ortalamaları arasındaki fark istatistiki açıdan çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

Normal ekmeğin ortalama rutubet değeri %36 küllü miktarı %0.9; kepekli ekmeğin ortalama rutubet değeri %41.7 küllü miktarı %1.8 olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ekmek, Kepekli ekmek, *Bacillus*, Toplam mezofilik aerobik bakteri, Maya ve küf, Rutubet, Küllü

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Şubat / 2011

Danışman: Doç. Dr. Özlem TURGAY
Sayfa sayısı: 43

THE EFFECT OF DIFFERENT STORE CONDITIONS ON BREAD MICROBIOLOGY

M.Sc. THESIS

Orgil Erdene TULGAT

ABSTRACT

Bread and various bread kinds are very important for human nutrition. Hygienic production, carrying and marketing of bread is also very important. Bread is the most exhausting food but it has a short shelf life.

Total of 50 bread samples (25 white bread and 25 whole meal bread) were collected from different supermarket and ovens in Kahramanmaraş. Variation of microbiological properties of white and whole meal breads under different storage conditions, humidity and ash content of the bread samples were investigated.

Seven of 25 white bread samples (28%) were determined to have *Bacillus* spp., and 8 of 25 whole-wheat bread (32%) were determined to have *Bacillus* spp. It was found that Total Mesophilic Aerobic Bacteria, *Bacillus*, yeast and mold counts were significantly affected by the storage time and temperature ($P<0.01$).

The average humidity and ash content of white breads were 36% and 0.9%, and whole-wheat breads were 41.7% and 1.8% respectively.

Key Words: Bread, Whole-Wheat Bread, Total Mesophilic Aerobic Bacteria, *Bacillus* count, Yeast and mold count, Humidity, Ash.

Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Institute for Graduate Studies in Science and Technology
Department of Food Engineering, February/ 2011

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Özlem TURGAY
Page number: 43

FARKLI SAKLAMA KOŞULLARININ EKMEĞİN MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

ÖZET

Dünyada en çok üretilen ve tüketilen temel gıdalardan biri ekmektir. İçeriği, şekil ve tekniği değişikliğe uğrasa da, bugün dünyanın her yerinde bilinmekte, üretilmekte ve tüketilmektedir. Hemen hemen tüm insanlığın ortak yiyecek türüdür. Karbonhidrat ve protein kaynağı olan ekmek, özellikle tahıla dayalı bir beslenmenin yaygın olduğu ülkelerde, beslenme açısından büyük öneme sahiptir.

Kahramanmaraş'ın farklı süpermarket ve fırınlardan toplanan 25'i normal, 25'i kepekli ekmek olmak üzere toplam 50 ekmek örneğinin farklı saklama koşullarında (4 ve 25 °C) mikrobiyal kaliteye etkisi incelenmiştir. Ayrıca ekmek örneklerinin rutubet ve kül tayini analiz edilmiştir. Aseptik koşullarda steril naylon poşetlerle temin edilen örnekler laboratuara getirilerek 5 gün süre ile 4 ve 25 °C' de muhafaza edilmiştir ve bu sürelerde örnekler her 24 saatte bir toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı, maya ve küf sayısı, *Bacillus* sayısı ve *E. coli* yönünden analiz edilmiştir. Örneklerin rutubet ve kül analizleri ilk gün yapılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda, incelenen 25 normal ekmeğin 7'sinde (%28), 25 kepekli ekmeğin 8'sinde (%32) toplam 50 örneğinin 15'inde (%30) *Bacillus* tespit edilmiştir. Bağımsız iki örnek t-testi sonuçlarına göre normal ekmek ve kepekli ekmeğe ait 4 ve 25 °C' de elde edilen toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı, *Bacillus* sayısı, maya ve küf sayısının ortalamaları arasındaki fark istatistikî açıdan çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

Çalışmamızda muhafaza derecesi, ekmek tipi ve muhafaza süresi ile ekmeklerdeki *Bacillus* sayısını önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir. Ekmek örneklerinde *E. coli* tespit edilememiştir. Normal ekmeğin ortalama rutubet değeri %36 kül miktarı %0.9; kepekli ekmeğin ortalama rutubet değeri %41.7, kül miktarı %1.8 olarak tespit edilmiştir.

Kahramanmaraş'taki ekmek üreticilerinin ekmek üretiminin her aşamasında hijyen kurallarına, personel hijyenine ve sunum aşamasında meydana gelebilecek kontaminasyonlara özen göstermesi gerekmektedir. Ayrıca işletmelerde HACCP ve GMP prensipleri esas alınmalıdır.

THE EFFECT OF DIFFERENT STORE CONDITIONS ON BREAD

MICROBIOLOGY

SUMMARY

Bread is the most produced and consumed basic food in the world. Although the content, kind and technique changed, today bread is the well known food all over the world. Almost it is the kind of food common humanity. Bread is a source of carbohydrate and protein, especially prevalent in countries where grain-based diet, is of great importance in terms of nutrition.

Total of 50 bread samples (25 white bread and 25 whole-wheat bread) were collected from different supermarket and ovens in Kahramanmaraş for to investigate variation of microbiological properties of white and whole meal breads under different storage conditions. The humidity and ash contents of the samples were also analysed.

Bread samples were collected in aseptic conditions examples with sterile nylon bags and were stored for 5 days, at 4 °C and 25 °C in laboratory. Total mesophilic aerobic bacteria (TMAB) counts, *E.coli*, yeast and mold and *Bacillus* counts were carried out on these breads at 24 hours intervals. Humidity and ash content of the bread samples were also analysed on the first day.

Seven of 25 white bread samples (28%) were determined to have *Bacillus* spp. and 8 of 25 whole-wheat bread (32%) were determined to have *Bacillus* spp.

It was found that Total Mesophilic Aerobic Bacteria, *Bacillus* and yeast and mold counts were significantly affected by the storage time and temperature ($P<0.01$). The average humidity and ash content of white breads were 36% and 0.9%, and whole-wheat breads were 41.7% and 1.8% respectively.

Bread makers at every stage of bread production in Kahramanmaraş hygiene, should care the hygiene procedures, personnel hygiene and demonstrate that contamination may occur during the presentation. In addition, enterprises should be based on the principles of HACCP and GMP.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimimi başladığımdan beri bugüne kadar bana destekleriyle yanımda olan ve yol gösteren, tez çalışmanın planlanmasında ve yürütülmesinde benden desteğini esirgemeyen, bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Özlem TURGAY' a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışma süresince her zaman yardımlarını esirgemeyen emeği olan ve bu emeklerini hiçbir zaman unutmayacağım Sayın Yrd. Doç. Dr. Mustafa ŞAHİN, arkadaşım Doktora Öğrencisi Esin DERELİOĞLU' na teşekkür ederim.

Ayrıca yüksek lisans eğitimim boyunca bana her yönünde destek olan sevgili anne, baba, kardeşlerim ve arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma KSÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından (Proje No: 2010/5-24 YLS) desteklenmiştir.

Şubat 2011, Kahramanmaraş

Orgil Erdene TULGAT

İÇİNDEKİLER

	<u>SAYFA NO</u>
ÖZ.....	I
ABSTRACT	II
ÖZET	III
SUMMARY	IV
TEŞEKKÜR	V
İÇİNDEKİLER	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	X
1. GİRİŞ.....	1
1.1.Ekmek Hakkında Genel Bilgiler.....	2
1.2.Ekmeğin Özellikleri.....	7
1.3.Ekmek Yapımında Kullanılan Temel Hammaddeler	8
1.3.1.Ekmeklik buğday unu	8
1.3.2.Su	8
1.3.3.Tuz	8
1.3.4.Maya	9
1.4.Ekmek Yapımında Kullanılan Katkı Maddeleri	9
1.5.Ekmekte En Fazla Gözlenen Mikroorganizmalar	9
1.6.Ekmeğin Bayatlaması	14
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	16
3. MATERYAL VE METOT	20
3.1.Materyal.....	20
3.1.1.Ekmeğin mikrobiyolojik ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan besiyerleri, kimyasal maddeler ve cihazlar	20
3.2 Metot.....	22
3.2.1.Ekmekte rope sporun (<i>Bacillus spp.</i>) izolasyonu ve identifikasyonu.....	22
3.2.2.Toplam mezofilik aerobik bakteri	22
3.2.3.Maya ve Küf	23
3.2.4. <i>E. coli</i>	23
3.2.5.Kimyasal analiz yöntemleri	23
3.2.5.1.Rutubet tayini	23
3.2.5.2.Kül tayini	23
3.2.6.İzolasyon ve identifikasyon testleri	24
3.2.6.1.Gram boyama, spor boyama ve mikroskopik bakı	24

3.2.6.2.Katalaz testi	24
3.2.6.3.Sitrat testi.....	25
3.2.6.4.NaCl içermeyen ve %7 NaCl içeren nutrient broth'da üreme.....	25
3.2.6.5.Nitrat indirgeme testi.....	25
3.2.6.6.Karbonhidrat fermantasyon testleri	25
3.2.6.7.Nişasta hidrolizi testi	26
3.2.6.8.Kazein hidrolizi testi.....	26
3.2.6.9.Jelatin hidrolizi testi	26
3.2.6.10.pH 5.7'de gelişme testi	26
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	27
5.SONUÇLAR	35
KAYNAKLAR.....	36
ÖZGEÇMİŞ.....	43

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA NO

Çizelge 3.1.	Rope etmeni bakterilerinin karakteristik özellikleri.....	24
Çizelge 4.1.	Normal ekmek ve kepekli ekmeğin rutubet ve kül değerleri	27
Çizelge 4.2.	Normal ekmeğin mikroorganizmaların sayısı	28
Çizelge 4.3.	Kepekli ekmeğin mikroorganizmaların sayısı.....	29
Çizelge 4.4.	Bağımsız iki örnek t-testi sonuçları.....	30
Çizelge 4.5.	Analiz yapılan ekmeklerdeki <i>B. subtilis</i> varlığı	30

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA NO

Şekil 1.1.	Dünyada kişi başına düşen yıllık ekmek tüketimi.....	4
Şekil 1.2.	Türkiye’de genel olarak tercih edilen ekmek saklama yöntemleri.....	5
Şekil 4.1.	TMAB kolonilerin PCA’da görünümü	31
Şekil 4.2.	Maya ve Küf kolonilerin PDA’da görünümü.....	31
Şekil 4.3.	<i>Bacillus</i> kolonilerinin DTA’da görünümü	31
Şekil 4.4.	Kazein hidrolizi testi	31
Şekil 4.5.	Nutrient broth’da üreme ve %7 NaCl içeren nutrient broth’da üreme.....	31
Şekil 4.6.	Sitrat testi.....	31
Şekil 4.7.	Karbonhidrat fermentasyon testi	32
Şekil 4.8.	Glukozdan gaz oluşumu testi	32
Şekil 4.9.	pH 5,7’de gelişme testi.....	32
Şekil 4.10.	Nitrat indirgeme testi.....	32
Şekil 4.11.	Nişasta hidrolizi testi.....	32
Şekil 4.12.	Jelatin hidrolizi testi	32

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

a_w	: Su aktivitesi (water activity veya activity of water)
°C	: Celcius (Santigrad derece)
DTA	: Dextrose Trypthon Agar
g	: Gram
GMP	: Good Manufacturing Practice (İyi İmalat Kuralları)
HACCP	: Hazard Analysis Critical Control Points (Tehlike Analizleri Kritik Kontrol Noktaları)
kob	: Koloni oluşturan birim (Colony Forming Unit)
m/m	: Ağırlık/ağırlık
ml	: Mililitre
n	: Number (sayı)
PCA	: Plate Count Agar
PDA	: Potato Dextrose Agar
pH	: Hidrojen iyon konsantrasyonu
ppm	: Milyonda bir kısım (part per million)
spp.	: Species
TMAB	: Toplam mezofilik aerobik bakteri
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü

1.GİRİŞ

İnsan sağılığı; beslenme, kalıtım, iklim ve çevre koşulları gibi birçok faktörün etkisi altındadır. Bu faktörlerin başında gelen beslenme; büyüme, yaşamın sürdürülmesi ve sağılığın korunması için gıdaların dengeli kullanılmasıdır (Baysal, 1997; Pekcan, 2001).

Sağılıklı ve dengeli beslenmek için yetişkin bir kişiye özel, günlük kalorisinin % 55-60'ı karbonhidratlardan, % 25-30'u yağlardan (%5-10'u omega 6 ve % 0.6-1.2'si omega 3 yağ asitlerinden) ve % 10-15'i proteinlerden sağlanmalıdır (Anonim, 2004).

Bugün dünyada çok çeşitli gıda maddeleri üretiliyor olmasına rağmen, ekmek dünya ülkelerinin %53'ünde toplam kalorisinin %50'sini, dünya ülkelerinin %87'sinde ise alınan kalorisinin %30'dan fazlasını sağlamakta olup, az tüketildiğı söylenen batı Avrupa ülkelerinde bile alınan proteinin %30'unu, karbonhidratların %50'sini ve B grubu vitaminlerinin %50'sini sağladığı belirtilmektedir (Özkaya, 1992).

Temel gıda maddelerinin başında yer alan ekmek, Türkiye'de günlük kalori gereksiniminin %44'ünü, protein gereksiniminin ise yaklaşık %50'sini karşılamaktadır. Beslenmemizde bu kadar önemli yere sahip olan tahıl ve tahıl ürünleri insan sağılığı üzerine de şüphesiz önemli etkilerde bulunmaktadır. Tahıllarla sağlanan diyet lifi yüksek ve düşük yağlı bir diyet, kalp hastalıkları, felç ve bazı kanser gibi kronik hastalıklara karşı vücudu korumaya yardım etmektedir. Ayrıca yüksek karbonhidratlı diyetler, yükseltilmiş kan lipid seviyesinin düşürülmesi ve bazı gastrointestinal hastalıkların tedavisine de yardımcı olur (Karaoğlu ve Kotancılar, 2001).

Ekmek, buğday ununa su, tuz ve maya (*Saccharomyces cerevisiae*) ilave edilip tekniğine uygun olarak yoğrulması, şekillendirilmesi, fermentasyona bırakılması ve pişirilmesi ile yapılan bir gıda ürünüdür (Anonim, 2008).

Dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi Türkiye'de de günlük kalorisinin büyük bir kısmı hububat ve ürünlerinden sağlanmaktadır. Bunlardan ekmeğın temel besin maddesi olma özelliğı ve vazgeçilmezliğı tarihi boyunca olduğu gibi bugünde devam etmektedir (Ercan ve Özkaya, 1986).

Normal beyaz ekmeğin kabaca bileşimi %37 su, %8 protein, %50 karbonhidrat, %3 yağ, %2 kül olup; 100 g ekmek yaklaşık 270 kalori sağlamaktadır (Elgün ve Ertugay, 2003).

Ekmekte raf ömrünü kısaltan ve ekonomik kayıplara sebep olan başlıca etmenlerden birisi bozulmadır. Bozulma fiziksel, kimyasal ve mikrobiyal olmak üzere üç şekilde meydana gelebilir. Ekmekte mikrobiyal bozulmaların çoğunu küflenme ve sünme (rope) oluşturmaktadır. Özellikle küf gelişimi ekmekte en önemli mikrobiyolojik problemdir. Ilık ve nemli depolama koşulları, ürünün uygun şekilde soğumadan paketlenmesi nedeniyle ambalaj içinde meydana gelen yoğunlaşma küf gelişimini teşvik eder. Ekmekte genellikle *Aspergillus* ve *Penicillium* türleri bulunurken; *Rhizopus*, *Mucor*, *Fusarium* ve *Peacilomyces* cinsi küflere de rastlanmaktadır. Siyah renkli *Rhizophus stolonifer* ve kırmızı renkli *Neurospora sitophila* da ekmekte yaygın olarak bulunan küflerdendir. Küf gelişimiyle beraber üründe renk değişimi de görülür, bunu üründe sertleşme takip eder (Charalambous, 1993).

Rope, toprak kökenli olan *Bacillus spp.* türlerinin gelişmesi ile ekmeklerde görülen bir bozukluktur. Ekmeği etkileyen tek hastalık olmamakla beraber, rope en önemli ekmek hastalığıdır. Yapışkan, yumuşak ve ipliksi yapı oluşturur. Aerob ve sporlu bir bakteri olan *B. subtilis*' in örneklerinin birçoğunda kontaminant olarak bulunur. Bakteri sporları pişirme sırasında ekmek içinin ulaştığı sıcaklıkta inaktive edilememektedir. Ayrıca bu bakteri türünün maya ve süttozu gibi diğer ekmek katkı maddelerinde de bulunabileceği saptanmıştır (Anonim, 2005).

1.1.Ekmek Hakkında Genel Bilgiler

Ekmeğin tarladan sofraya gelişi oldukça eskiye dayanmaktadır. Günümüzden 10 bin yıl öncesinden itibaren tarımda büyük ilerlemeler kaydedilmiş, tarla sürmeden ekin biçmeye, hasattan değirmende öğütmeye, hamur yapmaktan pişirmeye kadar teknolojik alanda çok önemli aşamalar yaşanmış ve ekmeğin tarihi ilk kurulan medeniyetlerin tarihi kadar eskidir. Genel kabule göre, 4000 yıl kadar önce ekmek yapmaya başlamışlar; ilk başta insanlar su ile ıslatılmış ve kendi haline bırakılmış buğday kırmasında gözeneklerin

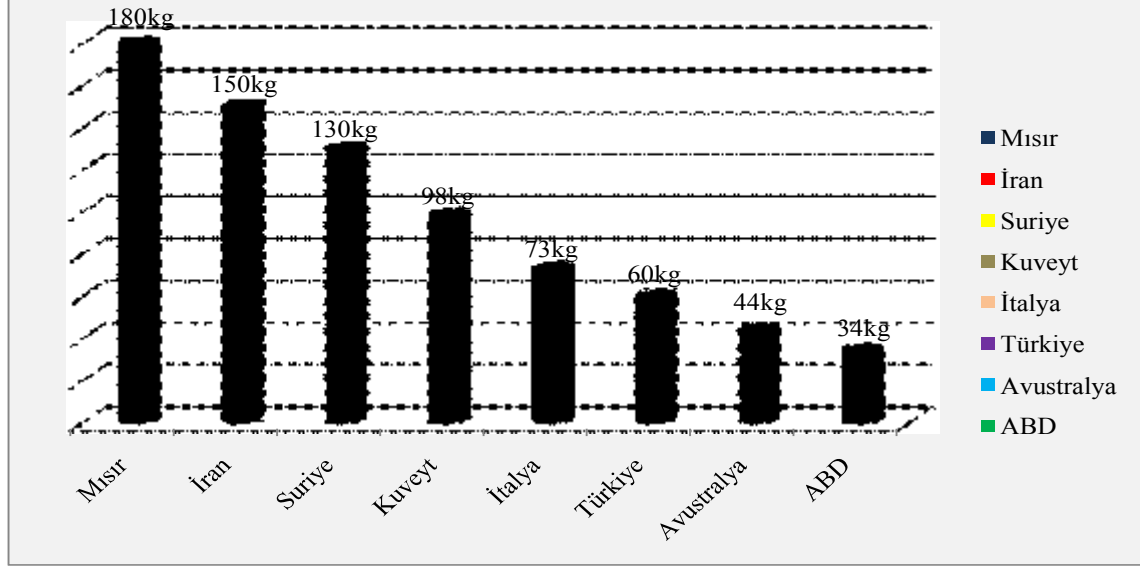
meydana geldiğini görmüşler ve gözenekli kütleyi sıcak taşlar üzerinde pişirdikleri zaman tat ve lezzetinin iyi olduğunu anlamışlardır (Barrett, 1975; Cauvain, 2004).

Cıvalı Taş Devrinde, Kestane, Meşe Palamudu gibi bazı bitkisel ürünlerin ezilip suyla karıştırdıktan sonra elde edilen hamurun, kızgın taşlar üzerinde ya da kül içerisinde pişirilerek yendiği de bilinmektedir. Yapılan araştırmalardan elde edilen bilgiye göre MÖ. 4000 yıllarında Babilliler özel fırınlarda ekmek pişirmeyi bilmekteydiler. Yine MÖ. 4300 yıllarında değirmencilik ve fırıncılık sanatının icra edildiği, yapılan kazılarla elde edilen bulguların anlaşılmasıdır. MÖ. 2600 yıllarında Eski Mısırlılar, buğday unu ve su karışımından elde edilen hamura maya kattıklarında ekmeğin daha yumuşak, daha kabarık olduğunun farkına varmışlardır. Çeşitli sınıflardan oluşan Mısır halkı, ekmeği uzun zamandan beri bilmekteydiler. Ancak mayanın tesadüfen bulunmasının ardından beyaz ekmek soyluların ve sarayın simgesi haline gelmiştir. Zenginlerin ve soyluların rağbet ettiği bu mayalı ekmekler o kadar değer kazandı ki, Eski Mısır'da bu ekmekler para yerine bile kullanılmaya başladılar. Mısır'dan Roma'ya ve ardından Batı Avrupa'ya yayılan mayalı ekmek, son asırlarda hemen bütün dünyada sofralarda yerini almıştır. Avrupalılar buğdaydan önce çavdar gibi diğer tahıl ürünlerini kullanmışlar, ancak 15. yüzyılda buğdaydan beyaz ekmek yapımına başlamışlardır. Mikroorganizmaların ve mayanın aktif olarak 19. yüzyılda bilinmesinden sonra ekmek üretimi sanayi dalı haline gelmiştir. Yeryüzünde en fazla ekmek tüketen toplumların başında Türkiye gelmektedir. Türkiye'de yaygın olarak buğday unundan ve mayalanmış hamurdan üretilen ekmek tüketilmektedir. Ancak kısıtlı da olsa bölgelere göre kepek, mısır, yulaf, çavdar ve benzeri tahıllardan da ekmek üretilmektedir. İnsanların gündelik hayatlarında tükettikleri enerjinin % 66'sı tahıllardan, bu oranın % 56'lık kısmı yalnız başına ekmekten karşılanmaktadır (Dağlıoğlu, 1998).

Sosyo-ekonomik düzeyi düşük olan ailelerde ekmek tüketimi, sosyo-ekonomik durumu iyi olan ailelerden daha yüksektir. Kültür ve eğitim farklılıkları da ekmek tüketimini doğrudan etkilemekte ve farklılıklar oluşturmaktadır. Ancak genel olarak tespit etmek gerekirse Türkiye'de kişi başına günde yaklaşık olarak 300-600 g ekmek tüketilmektedir (Göçmen, 1996).

Kişi başına yıllık ekmek tüketiminin; Avustralya’da 44 kg, Mısır’da 180 kg, İran’da 150 kg, İtalya’da 73 kg, Kuveyt’te 98 kg, Suriye’de 130 kg, ABD’de 34 kg olduğu belirtilmektedir (Talay, 1996).

Türkiye’de ise yıllık ekmek tüketim miktarın ortalama 60 kg olduğu rapor edilmektedir (Anonim, 1994).

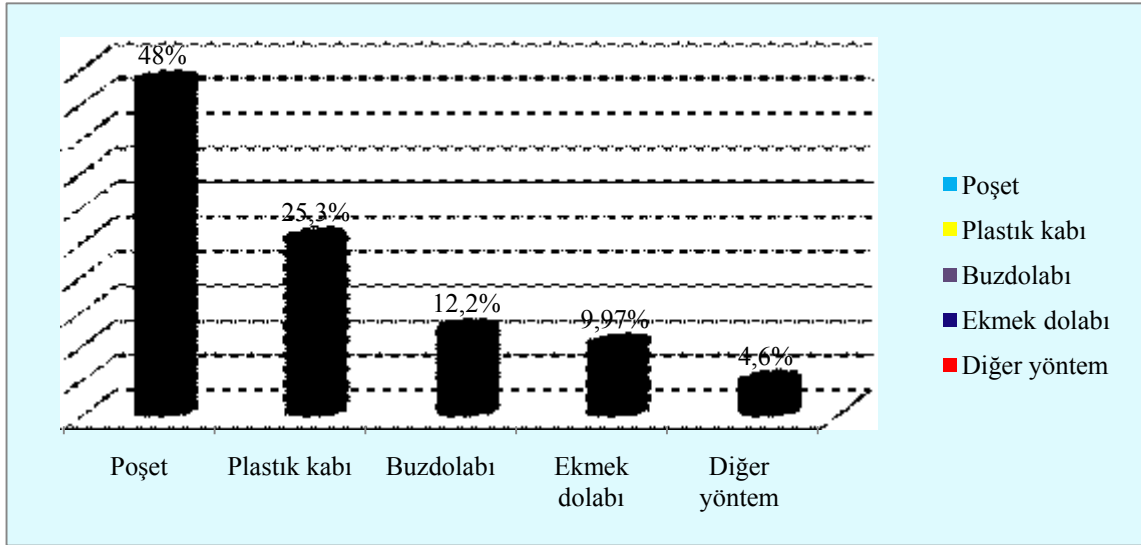


Şekil 1.1. Dünyada kişi başına düşen yıllık ekmek tüketimi (Talay, 1996; Anonim, 1994)

Ekmekte bozulma çoğunlukla bayatlama olarak adlandırılmaktadır. Ekmek bayatlaması iki gruba ayrılır: kabuk bayatlaması ve ekmek içi bayatlamasıdır. Kabuk bayatlaması genel olarak ekmek içinden kabuğa doğru nem transferinden kaynaklanmaktadır. Ekmek içi bayatlaması daha karmaşık, daha önemli ve daha az anlaşılmıştır. Bayatlama ekmek pişirildikten sonra ürün soğutulurken başlar ve depolama süresince devam eder (Labuza, 1982).

Bayatlama ile ekmek belirgin duyu kalitelerini kaybeder ve sağlık üzerine hiçbir zararlı etkisi olmamasına rağmen tüketicinin ekmeği reddetmesine neden olur. Bu sebepten dolayı yıl içerisinde tonlarca ekmek atılmakta ve bu da önemli bir ekonomik kayba neden olmaktadır. Sadece ABD’de mikrobiyolojik bozulma nedeniyle kayıplar yaklaşık %1-3 veya her yıl 90 milyon kg ürün olarak tahmin edilmiştir. Bu kayıplar, sadece fabrika içi ve depolamadaki bozulmalara dayanmaktadır ve eğer kayıp tüketici düzeyinde olduğu dikkate alınırsa, toplam kayıp şaşırtıcı düzeylere ulaşacaktır (Ooraikul, 1991).

Bayatlamış ekmek istekle yenmediğinden önemli ölçüde israfa ve büyük ekonomik kayıplara da neden olmaktadır. “Ekmekteki Kayıp Ekonomi” raporunda, Türkiye’deki ekmek israfının ne derece önemli boyutlarda olduğu sayısal verilerle birlikte gözler önüne serilmiştir. Bu rapora göre; her 10 ekmekten dokuzu tüketilmekte, biri ise israf edilmektedir. Rapora göre, Türkiye’de günlük 120 milyon olmak üzere yılda yaklaşık 44 milyar adet ekmek üretilmekte ve bu ekmeklerin 40 milyar adedi tüketilirken 4 milyar adedi israf edilmektedir. Böylelikle günlük kayıp miktarı 1.9 milyon doları, yıllık ise 700 milyon doları aşmaktadır. Raporda, ekmeğin çöpe atılmasındaki en önemli faktörün bayatlama olduğuna değinilmiştir. Ekmek israfının %70’ini lokanta, restoran ve yemekhaneler gibi toplu yemek tüketim yerlerindeki israf oluşturmaktadır. Bununla birlikte, rapora göre Türk insanı ekmeği saklamayı bilmemektedir. Türk halkının %48’i ekmeği poşette saklarken %25.3’ü plastik kabı, %12.2’si buzdolabı, %9.97’si ekmek dolabını geriye kalan %4.6’sı ise diğer yöntemleri kullanmaktadır. Buradan da anlaşılabacağı gibi ekmeği uzun süre saklamanın en etkili yolu olan buzdolabı, halk arasında çok yaygın değildir. Etkin saklama yöntemleri bilinmediği ve üstüne üstük ihtiyaçtan fazla ekmek alındığı için israf artmaktadır (Anonim, 2010).



Şekil 1.2. Türkiye’de genel olarak tercih edilen ekmek saklama yöntemleri (Anonim, 2010)

Buğdaydan un elde edilmesi sırasında insan beslenmesi açısından önemli olan besin öğelerinin bir kısmı kaybolmaktadır. Bu nedenle, tüketim alışkanlığı yönünden zor olmasına rağmen, farklı çeşitte ekmeklerin yenilmesinde fayda vardır (Talay, 1996).

Tüketicinin bilinçlenmesi ve farklı çeşit ekmeğe olan ilginin artışı ile son yıllarda unun kalitesini artıran doğal ürünlerin ve lifli ürünlerin gıda sanayinde kullanımı artış göstermiştir. Hammaddelerden ve işlemlerden kaynaklanan kusurları gidermek, ekmek niteliklerini iyileştirmek, bayatlamayı geciktirmek, zaman, yer ve iş gücü tasarrufu sağlamak amaçlarıyla çeşitli katkı maddelerinin kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır (Altan ve Özer, 1995).

Ekmek yapımında buğday kepeği, buğday kırması, çavdar, yulaf, soya unu, patates unu ve malt unu gibi doğal ürünler kullanılmaktadır (Değirmencioğlu, 1996).

Besinsel lif içeriği yüksek olan buğday kepeği; ucuz ve kolay sağlanabilmesi, yüksek besin içeriği (protein, yağ, mineral madde ve B grubu vitaminleri bakımından zengin olması) ve buğdayın doğal bir bileşeni olması sebebiyle tüketiciler tarafından yadırganmadan tüketilmektedir (Özboy, 1992; Özer, 1998).

Bitki hücre duvarını oluşturan sindirilemeyen bileşenler ilk kez 1953 yılında Hispley tarafından “diyet lif” olarak adlandırılmıştır. Diyet lifin sağlık ve beslenme üzerine etkileri 1970’lerden beri yoğun bir şekilde araştırılmaktadır (Devries ve ark., 1999).

Diyet lif; insan ince barsağında sindirim ve emilime; kalın barsağında ise tamamen veya kısmen fermentasyona karşı dayanıklı olan bitkilerin ya da karbonhidrat benzeri maddelerin yenilebilir kısımlarıdır (Anonim, 2001).

Lif içeriği fazla olan gıdalar ağızda uzun süre çiğnenme özelliklerinden dolayı, tükürük bezlerinin çalışmasını hızlandırırlar. Ayrıca mide asitlerinin salgılanması yönünde uyarıcı etkide bulunurlar. Midede çözünen lifler mide içeriğinin viskozitesini ve yapışkanlığını arttırarak midenin daha uzun sürede boşalmasına neden olurlar. Böylece kişinin açlık hissini geciktirirler. Bununla birlikte, gıdalardaki besinlerin sindirim ve emilimini yavaşlatırlar. Suda çözünen lifler glikoz ve insülin metabolizmasını da düzelterek diyabetin kontrol edilmesinde yardımcı olabilirler. Aynı zamanda serum düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterol konsantrasyonunu azaltırlar (Mongeau ve ark., 1991; Anonim, 1979; Harris ve Ferguson, 1993; Özkaya, 1993; Köksel, 1998; Sullivan, 1998).

Diyet lif içeriği yüksek olan gıdalar rafine gıdalara göre daha fazla miktarda mineral madde içerir ve 100 g buğday kepeği insan vücudunun günlük potasyum, fosfor, bakır, çinko, kükürt ve magnezyum ihtiyacının hemen hemen tamamını karşılamaktadır (Kurucu, 1987).

Diyet lif suda çözünen ve suda çözünmeyen olmak üzere iki grup altında incelenir. Suda çözünmeyen lifler; lignin, sellüloz ve suda çözünmeyen pentozanları içerirken, suda çözünen lifler; suda çözünen pentozanları, pektinleri ve zamksı maddeleri içerirler (Sullivan, 1998).

1.2.Ekmeğin Özellikleri

Ekmeğin duysal, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

Ekmek ve ekmek çeşitlerinin dış özellikleri: dışından bakıldığında iyi pişmiş ve kabarmış, kendine has görünüşte, kokuda ve kabuk renk dağılımı olabildiğince homojen olmalı, basık ve yanık olmamalıdır. Ekmek ve ekmek çeşitlerinin iç özellikleri genel olarak kesildiği zaman iç kısmı süngerimsi yapıda, gözenekler mümkün olduğunca homojen olmalı, büyük hava boşlukları bulunmamalı, hamur yapışkan olmamalı, karışmamış halde un, tuz katkı maddeleri, bunların toprakları ve yabancı madde bulunmamalı, rengi beyaz krem ve homojen olmalı, kendine has tat ve kokuda olmalı, yabancı tat ve koku hissedilmemelidir (Anonim, 2008).

Normal ekmeğin rutubet miktarı en çok % 37 m/m, kül (kuru maddede) miktarı en çok %1 m/m; kepekli ekmeğin rutubet miktarı en çok %43 m/m, kül (kuru maddede) miktarı %1.2-1.5 m/m' dır (Anonim, 2008).

Türk gıda kodeksi mikrobiyolojik kriterler tebliğinde ekmekte bulunabilecek mikroorganizmaların sayıları verilmiştir. Buna göre küf sayısı 10^2 - 10^3 kob/g arasında, Sünme (rope) sporu (EMS) ise 4.5×10^3 - 1.1×10^4 arasında olmalıdır (Anonim, 2009).

Ekmek insanların en fazla tükettiği gıda maddelerinin başında geldiğinden elbette fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kontaminasyonlara maruz kalmaması çok önemlidir.

1.3.Ekmek Yapımında Kullanılan Temel Hammaddeler

Türkiye’de, ekmek yapımında özellikle buğday unu kullanılmaktadır. Bunun yanında mısır unu, çavdar unu vb. unlardan da yöresel olarak ekmek yapılmaktadır.

Ekmek yapımında genellikle

- Ekmeklik buğday unu
- Su
- Tuz
- Maya (*Saccharomyces cerevisiae*) bileşenlerine gereksinim vardır.

1.3.1.Ekmeklik buğday unu

Buğday unu genel olarak %70 nişasta, %12 protein, %2 yağ %2 pentozan ve %12 oranında nem içermektedir. Un proteinlerinin %15’i glüten olmayan formda (albuminler, globulinler, peptidler ve amino asitler) ve %85’i glütendir. Glüten de gliadin ve glütenin’den oluşmaktadır. Glüten proteinleri unun ekmeklik kalitesini etkileyen en önemli faktörlerdendir. Undaki yaş glüten miktarı %27-32 arasındadır. Glüten kalitesini ifade eden glüten indeks değeri ise en az %60 olmalıdır. Glüten proteinlerinin nişastayla ağ yapısını oluşturması hamurun temelidir (Özkaya, 1995).

1.3.2.Su

Su, un ile birleşince (belirli yoğurma süresinde) kolloidal bir yapı (hamur) oluşturur. Ekmek yapımında en uygun olarak kullanılan sular orta sert sulardır. Sert sular fermentasyonu geciktirdiği için tercih edilmezler. Yumuşak sular da glütene kuvvetlendirici minerallerce fakir olmasından dolayı tercih edilmezler (Özkaya, 1995).

1.3.3.Tuz

Ekmeklik una ilave edilen tuz;

- Ekmeğe tat ve lezzet katar.
- Hamurun fiziksel etkilerini etkiler ve glütene kuvvetlendirir.
- Yüksek miktarda tuz miktarı, hamur fermentasyonunu ve maya aktivitesini inhibe eder (Özkaya, 1995).

1.3.4.Maya

Ekmek mayası (*Saccharomyces cerevisiae*), fermentasyonu sağlayan ana unsurdur. Fermentasyon sırasında meydana gelen CO₂, hamur içerisinde birikmek suretiyle onun kabarmasını; meydana gelen alkoller, aldehitler, ketonlar ve organik asitler de ekmeğin iştah açıcı karakteristik tat ve aroma kazanmasını sağlarlar. Ayrıca mayanın diğer bir rolü de, hamurun fiziksel özelliklerini değiştirmesidir. Böylece glütenin elastikiyeti artmakta, hamur kütlesi içerisinde biriken CO₂ gazı basıncına daha iyi dayanan ve onu tutan bir yapı kazanmaktadır (Özkaya, 1995).

1.4.Ekmek Yapımında Kullanılan Katkı Maddeleri

Unun kimyasal yapısı ile ekmeklik kalitesi arasında yakın bir ilişki vardır. Düşük kaliteli bir unun kalitesini artırmak, una ilave edilen farklı unların hamurun yapısına etkisini azaltmak, unu zenginleştirmek gibi çok çeşitli amaçlarla, ekmeklik buğday ununa değişik maddeler katılmaktadır. Ekmek yapımında kullanılmasına izin verilen gıda katkı maddeleri kullanım amaçlarına göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır (Boyacıoğlu, 1993).

- Asitlik düzenleyiciler
- Antioksidan ve Antioksidan Sinerjistleri
- Emülgatörler
- Enzimler
- Antimikrobiyal Maddeler - Koruyucular
- Stabilizatörler
- Jelleştiriciler vb.

1.5.Ekmekte En Fazla Gözlenen Mikroorganizmalar

Mikroorganizmalar, kullanılan malzemeler, hava, su ve toprak vasıtasıyla gıdalara bulaşmakta ve gıdalarda çoğalarak belli bir konsantrasyon üzerine çıktıktan sonra bozulmalara neden olmaktadır. Fırın ürünlerinin yapıldığı hammaddelerin çoğu mikroorganizma özellikle küf mantarı enfeksiyonları açısından oldukça elverişlidir. Ayrıca

fermantasyon odaları, son fermentasyon kabinleri, ekmek soğutma rafları, diğer fırın ekipmanları ve fırın atmosferi mikroorganizma gelişmesi için uygun bulunmaktadır. Yeni hasat edilmiş buğday veya öğütülmüş un, gramda birkaç binden birkaç milyona kadar değişen oranlarda mikroorganizma sporu ihtiva eder. Ancak bunların büyük bir çoğunluğu pişirme sırasında ölür. Fakat ekmek fırından çıktıktan kısa bir süre sonra tekrar bulaşır ve uygun şartlarda çoğalarak birtakım bozulmalara sebep olur. Ekmeklerde mikroorganizmaların sebep olduğu belli başlı bozulmalar vardır (Elgün ve Ertugay, 1990).

Rope Spor

Ekmekteki önemli bakteriyel problem, spor oluşturan bakteri olan *B. subtilis* tarafından sebep olunan rope hastalığıdır. "Ropey" ekmek, olgun kavuna benzeyen karakteristik bir aromaya sahiptir. Ekmek kırıntısı, bakteri gelişimi esnasında protein ve nişasta yıkımı dolayısıyla renksiz ve yapışkan bir hal alır (Smith ve Simpson, 1995).

Sünme (rope), özellikle sıcak ve nemli iklime sahip bölgelerde mikrobiyal yükü fazla hamur unsurlarının kullanılması ile hijyen ve sanitasyon kurallarına da uyulmaması sonucunda ekmeklerde oluşan bakteriyel bir bozulmadır. Bu bozulma, ekmekte hastalık olarak değerlendirilmektedir. Hastalık etmeni, genellikle *B. subtilis* olmakla birlikte, *B. licheniformis*, *B. megaterium*, *B. pumilus* ve *B. cereus* türleri de hastalığa sebep olabilmektedir (Sorokulova ve ark., 2003).

Gram pozitif, spor oluşturan çubuk şeklinde bir bakteri olan *B. subtilis*' in mukoz oluşturan suşları daha önce *B. mesentericus* olarak adlandırılmıştır. Bu bakterinin sporları özellikle ekmeklerin orta noktalarında pişirme sıcaklığına dayanabilmekte ve ekmekler soğutulduğu zaman çimlenerek a_w 0.95 düzeyinde kolayca gelişebilmektedir. Ekmeklerde sünme olarak da adlandırılan bu bozulma sırasında ekmek hücreleri parçalanır ve yapışkan viskoz bir yapı ortaya çıkar.

Bu bakterinin bulaşma kaynağı ekmek yapımında kullanılan un, maya gibi katkı maddeleri ve yetersiz hijyen koşullarıdır. İşletmede rope kontaminasyonu olduğu zaman ise özel kimyasallar veya buhar uygulaması ile üretim yerinin temizlenmesi gereklidir (Anonim, 2005).

B. subtilis üründe rope oluşumu yanında, ürünle birlikte yüksek miktarlarda (10^8 kob/g) tüketilmesi durumunda bulantı, kusma, ishal, baş ağrısı vb. belirtilerle ortaya çıkan gıda zehirlenme vakalarına da neden olabilmektedir (Adams ve Moss, 1995).

Rope, üründe genellikle sporlarının ısıya daha dirençli olması nedeniyle *B. subtilis* bakterinin gelişmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır (Jenson, 1998; Adams ve Moss, 1995).

Rope, üründe başlangıçta tatlı olgun ananas veya kavunu andıran meyvemsi bir koku şeklinde ortaya çıkmakta, genellikle 36–48 saat içinde koku yoğunlaşarak iç kısımda sünme şeklinde gözlenen bir yapı oluşturmaktadır (Holy, 1994; Jenson, 1998).

Daha çok ev yapımı ekmeklerde rope oluşur. Ticari olarak üretilen ekmeklerde ise alınan önlemler sonucu günümüzde rope enfeksiyonu oldukça seyrek görülmektedir. Ancak özellikle nemli iklime sahip ve sanitasyon koşullarının iyi olmadığı ülkelerde, ekmekte rope bozulması ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Ünlütürk ve Turantaş, 1999).

Pişme sırasında ekmek içi sıcaklığı 100 °C' yi geçememektedir. Bu sıcaklık derecesi *B. subtilis* sporlarını öldürmek için yetersizdir. Ekmek soğuduktan sonra canlı kalan sporlar vejetatif duruma geçerler ve taze ekmeğin içinde uygun şartlarda çoğalırlar. Bu bakterin faaliyeti sonucu, ekmek önce bozulmuş kavun kokusunu andıran bir koku kazanır. Bu sırada ekmek içinde sarımsı ve esmer lekeler oluşur, zamanla bu lekeler büyür ve rengi de koyulaşır. Hastalık iyice ilerleyince ekmek içi tamamen yapışkan ve yarı akıcı bir özellik kazanır. Ekmek koparılınca veya ortasına bir şeyle dokulunca uzun iplikler halinde süner. Bu yapı, bakterideki enzimlerin ekmek içi nişastasını ve proteinlerini parçalaması sonucu ortaya çıkar. Hamur unsurlarının ve kullanılan ekipmanın hastalık etmeni mikroorganizmalarla bulaşık olması kontaminasyona sebep olur. Fırından çıkan ekmeklerin yavaş soğutulması ve ekmeklerin ılık rutubetli yerlerde bulundurulması hastalığın ortaya çıkmasına sebep olur. Hastalık etmeni sporlar 32 °C' de gelişmeye başlar ve optimum 40 °C dolayında çoğalırlar. Ancak hastalık bir kez başlayınca düşük sıcaklıklarda da gelişme olur (Elgün ve Ertugay, 1990).

Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri

Gıdalarda toplam canlı mikroorganizmalardan, bakteri, küf ve maya sayısının belirlenmesi mikrobiyolojik kalitenin belirlenmesinde önemli bir yere sahiptir. Toplam mikroorganizma sayısı taşıma ve depolama koşullarının uygunluğu ve işletmelerde sanitasyonun yeterliliğinin göstermesi bakımından önemlidir. Aynı zamanda raf ömrünün belirlenmesi ve mikrobiyal bozulmanın başlangıcını ve seviyesini göstermesi bakımından da önemlidir.

Toplam canlı mikroorganizma sayısı belirlendiğinde hedef organizmaların yaşam koşulları göz önüne alınmalıdır. İnsan ve hayvan patojenlerinin büyük bir kısmının mezofilik olması nedenle mezofilik bakteri sayımı ürünün patojenlerin gelişmesine olanak sağlayacak koşullarda üretildiğinin veya yetersiz koşullarında depolandığının göstergesi olacaktır. Unutulmaması gereken mezofilik ve patojen olmayan mikroorganizmaların belirlenmesi gıdanın güvenli olduğu anlamına gelmez. İşlem görmüş gıdalarda bulunmaları patojen olmamaları ve bozulmaya neden olmamalarına rağmen hijyenik koşullara uyulmadığını işaret eder (Erkmen, 2010).

Küf

Küfler, doğada hemen her yerde yayılmış olan, heteretrof, filamentli ve çok hücreli funguslardır. Aerob mikroorganizmalar olup, 0-60°C gibi oldukça geniş sıcaklık aralığında gelişebilmelerine rağmen, genellikle mezofiliktirler ve optimum olarak 22-32°C’ de gelişirler. Optimum pH değerleri ise 5-6 arasındadır. Küfler gelişmeleri için temel olarak su, O₂ ve makro elementlere gereksinim duyar. Suda çözülmüş halde bulunan besinleri difüzyon yoluyla sağlarlar ve zengin enzim sistemleri sayesinde çok sayıda besin maddesinden yararlanabilirler. Küfler karbon ve enerji kaynaklarını karşılamak amacıyla genellikle glukozdan yararlanırlar.

Küfler gıdalarda oluşturdukları çeşitli olumlu ve olumsuz değişimler nedeniyle gerek sağlık gerekse endüstriyel açıdan önemli yer tutmaktadır. Küflerin birincil metabolitleri olan enzimler protein, yağ ve karbonhidratlar küçük moleküllere parçalanırken, ortamda yeni bileşikler sentezlenmektedir. Küflerin gıdalar üzerindeki olumsuz etkileri ise; renk bozulmaları, acılık, istenmeyen kokuların oluşumu gibi dıştan gözlenebilen değişimler, besin elementleri kaybı ve mikotoksin oluşumu olarak gösterilebilir (Erkmen, 2010).

Genel olarak ekmekte küf oluşumuna neden olan başlıca mikroorganizma *Penicillium spp.*’dir. Unlarda önemli miktarda küf sporu olduğu bilinmektedir. Bu sebeple ekmeğe bulaşmaları da başta un olmak üzere hammadde yoluyla olur. Pişirme sırasında bu sporlar önemli ölçüde ölür. Dolayısıyla ekmeklerde küf sporunun bulunması, ekmeklere pişirme aşamasından sonraki soğutma, dilimleme ve ambalajlama gibi işlemler sırasında bulaşma olduğunun göstergesidir (Legan, 1993).

Ekmeğin küflenmesi en sık rastlanan mikrobiyal bozulmadır. Ekmekte bozulmaya neden olan başlıca küfler, ekmeğe küf denenen beyaz pamuksu ve siyah nokta halinde sporları bulunan *Rhizopus nigricans*, yeşil spor yapan *Penicillium expansum*, yeşil veya pembemsi, kahve renkte olup siyah konidioforları olan *Aspergillus niger*, ekmeğe sarı pigment veren ve pembe konidileri olduğundan pembemsi kırmızı renkte görülen *Monilia stophila* ile *Mucor* ve *Geotrichum* cinsinden bazı türlerdir. Ekmeğin pişirilmesi sırasında küf ve sporların öldürülebileceği sıcaklığa ulaşılır. Bu nedenle küflenme, ekmeğin fırından çıktıktan sonra bulaşma ile olur. Küf gelişimi normal olarak yüzeyden başlar ve zamanla ekmeğin içine doğru ilerler (Elgün ve Ertugay, 1990).

Ekmeğin küflenmeyi artırıcı faktörler havanın küf yükünün fazla olması, yoğun hava sirkülasyonu veya dilimleme aletlerinin küf ile kontamine olması gibi nedenlerle pişirme sonrası ekmeğe yüksek oranda kontaminasyon, ekmeğin dilimlenmesi ve dolayısıyla somun içine fazla hava girmesi, ekmeğin ambalajlanması ve özellikle bu işlemin ekmeğin tam soğumadan yapılması, ekmeğin sıcak ve nemli yerlerde saklanmasıdır (Ünlütürk ve Turantaş, 1999).

Kırmızı Leke Hastalığı (Kanayan Ekmeğin)

Etkeni *Serratia marcescens* bakterisidir. Ekmekte kırmızı noktalar teşkil eder. Fırın sıcaklığında tamamen ölür, bu nedenle enfeksiyon ancak pişirmeden sonra olur. Bakteri önce renksiz, daha sonra kan kırmızısı bir renk alır. Bu rengi almadan önce bakteri enzimleri tarafından ekmeğin parçalanması sonucu damlama meydana gelir. Bunun için bu hastalığı kanayan ekmeğin de denmektedir. Bu hastalık hijyenik şartlara uyulması ve işletmenin dezenfeksiyonu ile kolayca önlenir (Elgün ve Ertugay, 1990).

Ekmeğin pembe veya kırmızı renklenmeye küfler de neden olabilir. *Monilia (Neurospora) Sitophila* ekmeğe pembe bir renk verirken, *Geotrichum (Oidium) aurantiaceum* da esmer ekmeğin kırmızı renk oluşumuna neden olabilir (Ünlütürk ve Turantaş, 1999).

Tebeşir Hastalığı

Ekmeğin görülen bu bozulma şeklinde, enfeksiyon bölgesi beyaz tebeşirimsi bir hal alır. Tebeşir hastalığının etmeni *Endomyces fibuliger* ve *Trichosporo variable*’dır. Hijyenik tedbirler ve bundan önceki hastalık etkenleri ile mücadelede kullanılan metotlarla hastalık önlenir (Elgün ve Ertugay, 1990).

1.6.Ekmeğin Bayatlaması

Ekmeğin bayatlaması, mikrobiyolojik bozulma olmadan ekmeğin beğenirliğinin azalmasıdır. Deri gibi bir kabuk ve sert, kaba kolay ufalabilir ekmek içi bayat ekmeğin en belirgin özellikleridir. Ekmek kabuğunun bayatlaması nem transferi ile içinin bayatlaması ise nişasta retrogradasyonu ile açıklanmaktadır (Saklar, 2001).

Ekmeğin raf ömrü bayatlama ve mikrobiyal bozulma gibi fizikokimyasal değişmelerle sınırlanmaktadır. Ekmek bayatlaması, ekmeğin tüketilmesi esnasında tüketici kabulünün azalmasına yol açan bazı değişmelerdir. Bayatlama, ekmek piştikten sonra oluşan ve organizmaların neden olduğu değişmelerin dışında kalan diğer değişmelerin tümü olarak açıklanmıştır (Altan, 1986; Barber ve ark., 1992; Elgün ve Ertugay, 2002).

Bayatlama esnasında ekmeğin fiziksel yapısında çeşitli değişmeler meydana gelmektedir. Bu değişmeler; tat ve koku değişimi, sertliğin artması, ekmek kabuğunun parlaklığını yitirmesi, ekmek içi ufalanmasının artması, ekmek içinin opaklığının artması, ekmek içinin su bağlama kapasitesinin azalması, nişastanın amilaz enzimine duyarlılığının azalması, ekmek içinden ekstrakte edilir çözünmüş nişasta miktarının azalması olarak açıklanmıştır (Altan, 1986; Elgün ve Ertugay, 2002).

Ekmek bayatlamasını ekmek kabuğunun ve ekmek içinin bayatlaması olarak iki kategoride incelemek mümkündür. Kabuğun kolayca çiğnenemeyen ve kırılgan olmayan yumuşak bir yapıya dönüşmesinin, temel olarak suyun ekmek içinden kabuğa doğru göç etmesiyle ilgili olduğu bilinmektedir (Lin ve Lineback, 1990; Hug-Itten ve ark., 2003).

Bayatlama, ekmeğin raf ömrünü kısıtlayan ana reaksiyondur. Ekmeğin kendi içinde ve ortamla olan nem transferi de bayatlamayı hızlandırır. Su aktivitesinin yüksek olması dolayısıyla küf ve maya gelişimine olanak vermesi bayatlamayı etkileyen diğer bir faktördür (Işın ve Kılıç, 2002).

Piştirme sırasında mikrobiyal yük azaltılmış olsa da, bakteri sporlarının mevcudiyeti ve kontaminasyon sonucunda tekrar mikrobiyal gelişimin olması mümkündür. Özellikle küf gelişimi ekmekte görülen en önemli mikrobiyolojik problemdir (Labuza, 1982).

Fırıncılık ürünlerindeki mikrobiyolojik bozunmayı etkileyen en önemli faktör, su aktivitesidir (a_w). Yüksek nem içeren ürünlerde (a_w 0.94-0.99) hemen hemen tüm bakteriler, mayalar ve küflerin gelişimi kaçınılmazdır (Smith, 1992).

Escherichia coli

Gıdalarda *E. coli* varlığı ürüne direk veya dolaylı olarak dışkının bulaştığını buna bağlı olarak enterik patojenlerin bulunma riskinin var olduğuna işaret eder. Sularda *E. coli*'nin canlılığını devam ettirme süresi enterik patojenlerin canlı kalma süreleri ile paralellik göstermesine karşılık bazı patojenler *E. coli*'nin ölüp yok olduğu koşullarda canlılıklarını devam ettirebilir. *E. coli*'nin canlı kalma süresi gıdanın iç ve dış parametreleri ile yakından alakalıdır. Isıl işlem sonrası gıdalarda *E. coli* bulunması yetersiz ısıl işlem veya üretim sonrası kontaminasyonun göstergesidir (Erkmen, 2010).

Çalışmamızın temel amacı Kahramanmaraş ilçesindeki farklı süpermarket ve fırınlardan toplanan normal ve kepekli ekmeklerin farklı sıcaklıklarda muhafaza edildiğinde (4 ve 25 °C) toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı, maya ve küf sayısı, *E. coli* sayısı ve *Bacillus* sayısını takip ederek meydana gelen mikrobiyal değişimleri gözlenmektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ünal (1980), un kalitesindeki eksiklerin giderilmesi ve böylece kaliteli bir ekmek üretebilmesi için çeşitli katkı maddeleri önermiştir. Katkı maddelerin ekmeğin besin değerini yükseltmesi yanında, görünüş ve yapıyı düzeltme, bayatlamayı geciktirme ve bozulmayı önleme gibi yararları olduğunu bildirmiştir.

Legan ve Voysey (1991), İngiltere’de ekmeklerde en çok tebeşirleşmeye ve bozulmaya yol açan mayaları tespit etmişlerdir. İnceledikleri ekmek örneklerinde en çok *Candida guilliermondii* ve *C. parapsilosis* tespit etmişlerdir.

Ünal (1991), fazla miktarda su içeren ekmek içi, su içeriği az olandan daha yavaş bayatlamaktadır. Ekmeğin su içeriği, dolayısıyla unun su tutma yeteneği ile ilgili olan protein miktar ve kalitesinin artışı ile ekmeğin daha geç bayatladığı tespit etmiştir.

Volavsek ve ark. (1992), ekmekteki rope hastalığının *Bacillus* çeşitleri ile oluştuğunu ve bu durumun ekonomik kayıplara neden olduğunu belirlemişlerdir. Yaptıkları çalışmada 22 un ve hamur örneğinde toplam aerobik, mezofilik spor ve rope spor sayılarına bakmışlardır.

Adams ve ark. (1995), ürünle birlikte yüksek miktarlarda (10^8 kob/g) *B. subtilis* alınması durumunda bulantı, kusma, ishal, baş ağrısı vb. belirtilerle ortaya çıkan gıda zehirlenme vakalarına da neden olabileceğini belirlemişlerdir.

Rosenquist ve Hansen (1995), 25-30 °C’ de 2 gün muhafaza ettikleri, koruyucu madde veya ekşi maya içermeyen normal ekmeklerdeki *Bacillus* sayısını 6.2 log kob/g, kepekli ekmeklerde 5.4 log kob/g ve laboratuvar koşullarında pişirilmiş normal ekmeklerde 7.3 log kob/g olarak belirlemişlerdir.

Giffel ve ark. (1996), gıda ürünlerinde *B. cereus* ve *B. subtilis* varlığına yönelik yapmış oldukları araştırmada toplam 229 örnek (süt, maya, un, pasta ürünleri, kakao, çikolata, unlu mamuller) üzerinde çalışmışlardır. Bunların 109’unun (% 48) *B. cereus* içerdikleri tespit etmişlerdir. Kontaminasyon aralığı 10^2 - 10^6 kob/g olarak belirlemişlerdir. *B. subtilis* 72 örneğin 18’inde (% 25), 10^2 - 10^5 kob/g arasında belirlemişlerdir. Çalışmadaki 72 örneğin 12’sinde (% 17), hem *B. cereus*, hem de *B. subtilis* izole etmişlerdir. Çalışma sonucunda *B.subtilis*’lerin sayısının *B.cereus*’lardan gıda ürünlerinin depolanması ve işlenmesi aşamasında sayıca çok daha az olduğu tespit etmişlerdir.

Rosenquist ve Hansen (1998), yaptıkları çalışmada buğday ekmeğinden izole ettikleri *B. subtilis* ve *B. licheniformis* karşısında organik asitler, ekşi hamur ve nisinin antimikrobiyal etkisini araştırmışlardır. Buğday hamuruna starter kültür olarak ilave edilen laktik asit bakterileri ve nisin (100 ppm/g) *B. subtilis* ve *B. licheniformis* çeşitlerine karşı her hangi bir etki göstermediğini belirlemişlerdir.

Baik ve Chinachoti (2000), kabuklu saklanan ekmeğin kabuksuz saklanan ekmeğe göre daha kısa sürede sertleştiğini ve daha fazla miktarda yeniden kristalize olmuş amilopektin içerdiğini belirlemişler ve bu durumun hamurdan kabuğa doğru yayılan nemden kaynaklandığını göstermişlerdir.

Lombard ve ark. (2000), Güney Afrika'ya özgü buharda pişmiş ekmeğin özelliklerini araştırmışlardır. Proses esnasında iç sıcaklık 90°C' ye ulaştığında, sporları öldürmeye yeterli olmadığını tespit etmişlerdir.

Chauhan ve ark. (2001), yapılan bir araştırmada küçük yuvarlak ekmeklerde buğday unu yerine değişik alternatif unlar kullanmışlar ve yapılan ekmeklerin mikrobiyolojik özellikleri belirlemişlerdir. Yapılan ekmekte soya, sorgum ve patates unlarının farklı oranları kullanmışlardır. Ekmek 180 °C sıcaklıkta 25 dakika pişirilmiş ve 30°C sıcaklıkta depolanmıştır. Ekmek yapımında kullanılan hammaddeleri ekmeğin pişirildiği gün mikrobiyolojik olarak analiz etmişlerdir. Ekmek ve kullanılan hammaddelerden izole edilen küfler ve önemli bakterilerin özellikleri belirlenmiştir. Ekmeğin raf ömrü süresince 1. ve 3. günler arasında rope görülmemiş minimum düzeyde küf belirlenmiştir. Hammaddelerden ve ekmekten izole edilen en önemli bakteri *Bacillus spp.* olmuş ve sırası ile hammaddelerde % 83 ve ekmekte % 99 oranında belirlenmiştir. Hammaddelerdeki en önemli küfler *Gloesporium* (% 42), *Penicillium* (%37) ve *Aspergillus* (% 37) olarak tespit etmişlerdir.

Giannou ve ark. (2003), dondurulmuş hamurdan yapılmış ekmeğin güvenlik ve kalite karakteristik özelliklerini etkileyen etkenleri incelemişlerdir. Ekmek yapım işlemi boyunca mikrobiyolojik, kimyasal, fiziksel tehlikeler HACCP prosedürüne göre belirlemişlerdir. Hamur karakteristik özelliklerinin (su miktarı, pH, başlangıç spor sayısı) dondurma zamanı, sıcaklık, süre, fırınlama zamanı ve sıcaklık etkisi gibi işleme parametreleri ekmek kalitesini ve onların son ürünün güvenliğini nasıl sağladığını etkilediğini belirlemişlerdir.

Lana ve ark. (2003), Avustralya’da yaptıkları çalışmada buğday ve unda aerobik mezofilik bakteri, toplam koliform, *Bacillus spp.*, mezofilik aerobik spor, maya ve küf varlığını incelemiştir. İzole edilen en yaygın küfler; *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium* ve *Eurotium spp.* olmuştur. *E. coli* ve *B.cereus* çok düşük seviyelerde bulunmuşlardır.

Sorokulova ve ark. (2003), un ve roplu ekmekten izole ettikleri *Bacillus* çeşitlerinin ekmeğin bozulması ile olan ilişkileri ve genetik farklılıklarını araştırmışlardır. *Bacillus* çeşitlerinin izole edilmesinde ve tanımlanmasında klasik ve moleküler metotlar kullanılmış ve PCR tekniğinden yararlanmışlardır. İzole edilen en önemli çeşitler *B. subtilis* ve *B. licheniformis* olmuştur. *B. subtilis* çeşidinin 15 denemeden 10 tanesinin, *B. licheniformis* çeşidinin ise 6 denemeden 4 tanesinin laboratuvar şartlarında üretilen ekmeklerde rope bozulmasına sebebiyet verdiği belirlenmiştir. Araştırma sonucunda izole edilen *Bacillus* çeşitlerinin unda ve ekmeğin bozulmasındaki rope hastalığından sorumlu olduklarını tespit etmişlerdir.

Iurlina ve ark. (2006), Arjantin’de yapılan bir çalışmada, *Bacillus spp.* varlığını araştırmak amacıyla farklı gıda ürünleri içerisinde 279 örnek analiz etmişlerdir. Toplam 70 bal örneğinin 28’inde, 29 un örneğinin hepsinde, 50 peynir örneğinin 15’inde ve 30 baharat örneğinin tümünde *Bacillus spp.* varlığı belirlenmiştir. İncelenen 70 bal örneği arasında *B. cereus* (%23), *B. pumilus* (%14), *B. laterosporus* (%18) ve *Paenibacillus larvae* (%38) görülmüştür. *Bacillus* türleri çavdar unlarında, beyaz unlardan daha fazla bulunmuştur. *B.subtilis*’in etkili olan türleri çavdar unundan izole etmişlerdir. Bu çalışmada *Bacillus spp.* analiz edilen tüm örnekler arasında %38 oranında tespit etmişlerdir.

Menteş ve ark. (2007), buğday ekmeğinde rope sporu oluşturan *Bacillus* suşlarına karşı onların inhibitör aktiviteleri için öncesinde karakterize edilen *L. plantarum* LMO25 ve *L. alimentarius* LMO7 ile üretilen ekşi hamurların etkisini incelemiştir. Yüksek pH olan ekşi hamurlar, 20% den daha az konsantrasyonlarda *B. subtilis* ve *B. licheniformis* her ikisi tarafından sebep olunan rope sporlarını önlemede etkin olmamasına rağmen 15% yada 20% düşük pH (3.5-4.0) ekşi hamurun ekme hamuruna eklenmesi *B. subtilis* ve *B.licheniformis* tarafından sebep olunan görsel rope sporu gelişimini önlediğini belirlenmiştir.

Certel ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada laboratuvar koşullarında pişirilmiş normal ve kepekli ekmekler, üretimden sonra 7 gün süreyle 4 farklı depolama koşulunda (4, 25, 37 ve 45 °C) muhafaza edilmiştir. Her 24 saatte bir ekmeklerde toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı, küf sayısı ve sünme (rope) gelişimini takip etmek üzere *Bacillus* sayısı ve ekmeklerin su aktiviteleri (a_w) belirlenmiştir. Ekmeklerin başlangıç *Bacillus* sporu yükünü belirlemek için ekmek hammaddelerinde sünme spor sayımı yapılmıştır. Üretilen ekmekleri analitik olarak tanımlamak için 0. günde ekmeklerin toplam nem, ham protein, ham yağ, ham lif, toplam kül ve zedelenmemiş nişasta miktarları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, hammaddelerden spor yükü en fazla olan unsurun maya olduğunu, ekmeklerdeki TMAB sayısının muhafaza süresi ve sıcaklığından önemli düzeyde ($P<0.01$) etkilendiğini, *Bacillus* sayısının bunlara ilaveten ekmek tipinden de etkilendiğini ($P<0.01$), küf gelişiminin ise olmadığını göstermiştir. Ayrıca sıcaklık derecesi, ekmek tipi ve muhafaza süresinin ($P<0.01$) a_w değerini istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilediğini belirlemişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Kahramanmaraş'taki ekmek fırınlardan ve süpermarketlerden alınan 50 adet ekmek örneği çalışmada materyal olarak kullanılmıştır. Ekmek örnekleri, steril naylon poşete alınmış ve laboratuara getirildikten hemen sonra analize alınmıştır.

Bu çalışmada normal ve kepekli ekmekler, üretimden sonra 5 gün süreyle 2 farklı depolama koşulunda (4 ve 25 °C) muhafaza edilmiştir. Her 24 saatte bir ekmeklerde toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı, *E. coli* sayısı, *Bacillus* sayısı, maya ve küf sayısı ile ekmeklerin rutubet ve kül miktarı belirlenmiştir.

3.1.1.Ekmeğin mikrobiyolojik ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan besiyerleri, kimyasal maddeler ve cihazlar

Ringer Çözeltisi

Potato Dextrose Agar (Merck)

Plate Count Agar (Merck)

Dextrose Tryptone Agar

Simmon's Citrat Agar (Merck)

Nutrient Broth (Merck)

Purple Broth Base (BBL)

Nutrient Agar (Merck)

Nişasta Agar

Kazein Agar

Jelatin Agar

Kristal Viole Boyası

Lügol Çözeltisi

Safranin Boyası

Malaşit Yeşili Boyası

Nitrit Varlığı Ayırıcıları

A. Sulfanilik asit ayırıcı

B. α -Naphthol ayırıcı

Hidrojen Peroksit (H_2O_2) (Merck, Bactident Katalase)

Sodyum Klorür (Merck)

Potasyum Klorür

Kalsiyum Klorür

Sodyum Bikarbonat

D-Mannitol (Merck)

D-Xylose

D-Glukoz (Merck)

L-Arabinoz (Merck)

Sülfanilik asit

5N Asetik asit

Dimetil-alfa-naftil amid

Brom Cresol Purple

1N Hidrojen Klorür

Süt tozu

pH Metre (LABART PHS- 3BW Microprocessor pH/m/V/ °C Metre)

Kül fırını (Protherm furnaces)

Etüv (Heraeus)

Buzdolabı (Regal)

Otoklav (Presoclave 75)

Desikatör

Işık Mikroskobu (CX21FS1 Olympus)

Hassas terazi (Vibra)

3.2 Metot

Çalışmada kullanılan normal ve kepekli ekmekler (25 normal beyaz ekmek, 25 kepekli ekmek toplam 50 tane ekmek) Kahramanmaraş' ta üretim yapan ekmek fırını ve süpermarketlerden temin edilmiştir. Aseptik koşullarda steril naylon poşetlerle temin edilen örnekler laboratuarda 5 gün süre ile 4 ve 25°C'de muhafaza edilmiştir ve bu sürelerde örnekler toplam mezofilik aerobik bakteri, maya ve küf, *Bacillus* ve *E. coli* varlığı yönünden analiz edilmiştir. Örneklerin rutubet, kül analizleri ilk gün yapılmıştır.

Her bir ekmek örneğinin iç kısmından aseptik koşullarda 5 g tartılarak içinde 50 ml Ringer çözeltisi bulunan steril poşete koyulmuş ve 5 dakika homojenize edilmiştir. Elde edilen 10^{-1} 'lik dilüsyondan 1 ml alınarak içinde 9 ml dilüsyon sıvısı bulunan tüpe ilave edilmiş, işlem aynı şekilde tekrarlanarak seri dilüsyonlar elde edilmiştir.

3.2.1. Ekmekte rope sporun (*Bacillus spp.*) izolasyonu ve identifikasyonu

Zenginleştirme sıvısından 1ml'lik pipet ile 0.1 ml alınarak, Dextrose Tryptone Agar'a ekim yapılmış ve plaklar 35 °C' de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır.

Dextrose Tryptone Agar'da inkübasyon süresi sonunda üreyen gri-beyaz renkli, mekik şeklinde tüm koloniler şüpheli kabul edilmiştir. Tipik kolonilerden seçilerek Nutrient Agar'da 37 °C' de 24 saat inkübe edilmiştir.

Nutrient Agar'da üreyen kolonilerden sırası ile Gram boyama, spor boyama, Katalaz testi, Sitrat kullanımı testi, NaCl içermeyen ve %7 NaCl içeren Nutrient Broth' da gelişme testi, Nitrat indirgeme testi, Karbonhidrat fermentasyon testleri, Glukozdan gaz oluşumu testi, Jelatin hidrolizi testi, Nişasta hidrolizi testi, Kazein hidrolizi testi, pH5.7' de gelişme testleri yapılmıştır (Anonim, 2005).

3.2.2. Toplam mezofilik aerobik bakteri

Zenginleştirme sıvısından 1ml' lik pipet ile 0.1 ml alınarak, Plate Count Agar'a paralelli ekim yapılmış ve plaklar 35 °C' de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır.

Plate Count Agar'da inkübasyon süresi sonunda üreyen tüm kolonilerin sayımı yapılmıştır (Anonim, 1978).

3.2.3. Maya ve küf

Zenginleştirme sıvısından 1ml' lik pipet ile 0.1 ml alınarak, Potato Dextrose Agar'a paralelli ekim yapılmış ve plaklar 25 °C' de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda üreyen kolonilerin sayımı yapılmıştır (Anonim, 1980).

3.2.4. *E. coli*

Zenginleştirme sıvısından 1 ml' lik pipet ile 0.1 ml alınarak, Violet Red Bile + 4-methylumbelliferyl- α -D-glucuronide (MUG) Agar'a ekim yapılmış 37 °C' de 18 saat inkübasyona bırakılmıştır. Oluşan 1-2 mm çaplı koyu kırmızı koloniler UV lambası ile kontrol edilmiştir. Bunlardan floresan ışımaya verenler *E. coli* olarak kabul edilmiştir (Anonim, 2005).

3.2.5. Kimyasal analiz yöntemleri

3.2.5.1. Rutubet tayini

Rutubet tayini için yıkanmış temiz kurutma kapları 105°C'de 20-30 dakika etüvde kurutulduktan sonra daraları kaydedilmiştir. Bu kurutma kaplarına yaklaşık 2 g örnek tartılmış ve örnekler etüve kapağı açık olarak yerleştirilmiştir. Etüvün sıcaklığı 105°C'ye ulaştığından itibaren 2 saat kurutmaya bırakılmıştır. 2 saat sonunda kurutma kapları desikatörde 30-40 dakika oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve tartılmıştır. Rutubet miktarı aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır (Elgün ve ark., 2002).

$$\% \text{ Rutubet} = \frac{\text{su (g)}}{\text{örnek (g)}} \times 100$$

3.2.5.2. Kül tayini

Toplam kül miktarı için porselen krezeller yıkanıp saf sudan geçirildikten sonra 500 °C' de kül fırınında 15 dakika bekletilmiş, 15 dakika sonunda desikatöre alınmış ve oda sıcaklığına düşene kadar beklenmiştir. Darası alınan kaplara 2 g ekmek numunesi tartılmıştır. Fırına alınan numuneler 1 gece 500 °C' de yakılmıştır. Yakma işlemi tamamlanan numuneler soğutulduktan sonra tartılmıştır. Tartımları yapılan numunelerde aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Anonim, 1960).

$$\text{Kül (kuru maddede)} = \frac{\text{kül (g)}}{\text{örnek (susuz, g)}} \times 100$$

3.2.6. İzolasyon ve identifikasyon testleri

3.2.6.1. Gram boyama, spor boyama ve mikroskopik bakı

Yatık Nutrient Agar kullanılarak üreyen şüpheli koloniler stok yapılmıştır. Daha sonra klasik Gram boyama ve spor boyama yapılmıştır (Anonim, 2005).

Mikroskopun (CX21FS1 Olympus) immersiyon objektifinde Gram pozitif, çubuk şeklinde görülen mikroorganizmalar değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelge 3.1. Rope etmeni bakterilerinin karakteristik özellikleri (Anonim, 2005)

Biyokimyasal testler	<i>B. subtilis</i>	<i>B. brevis</i>	<i>B. cereus</i>	<i>B. mycoides</i>
Katalaz	+	+	+	+
Sitrat	+	+		
%7 NaCl'de gelişme	+	-		
Nitrat indirgeme	+	+	+	+
Glukozdan asit oluşumu	+	+		
Arabinozdan asit oluşumu	+	-		
Ksilozdan asit oluşumu	+	-		
Mannitoldan asit oluşumu	+	+	-	-
Glukozdan gaz oluşumu	-	-	+	+
Nişasta hidrolizi	+	+		
Kazein hidrolizi	+	+		
Jelatin hidrolizi	+			
pH 5,7'de gelişme	+			

(+) pozitif; (-) negatif

3.2.6.2. Katalaz testi

Katalaz testi, %3'lük Hidrojen peroksit (H_2O_2) solüsyonundan bir öze dolusu lam üzerine alınarak üzerine öze yardımı ile 24 saatlik şüpheli kolonilerden konulup karıştırılarak yapılmıştır. H_2O_2 solüsyonu ilavesinden 1-2 saniye içerisinde gözlemlenen köpürme şeklindeki gaz kabarcıkların oluşumunun görülmesi katalaz pozitif olarak değerlendirilmiştir (Anonim, 2005).

3.2.6.3. Sitrat testi

Tüp içinde yatık Simmon's Citrat Agar besiyerine şüpheli kolonilerinden ekim yapılarak 37 °C' de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda yeşil olan besiyerinin maviye dönmesi pozitif olarak değerlendirilmiştir (Anonim, 2005).

3.2.6.4. NaCl içermeyen ve %7 NaCl içeren nutrient broth'da üreme

Şüpheli *Bacillus* spp. kolonilerinden NaCl içermeyen ve %7 NaCl içeren Nutrient Broth'a (Merck) ekim yapılarak 37 °C' de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucu buyyonlardaki bulanıklık incelenmiş, NaCl içermeyen ve %7 NaCl içeren Nutrient Broth'da üreme pozitif olarak değerlendirilmiştir (Anonim, 2005).

3.2.6.5. Nitrat indirgeme testi

Üremiş mikroorganizmalarından nitratlı sıvı besiyerlerine ekim yapıldıktan sonra tüpleri 37 °C' de 48 saat inkübasyona bırakılır. Durham tüpleri içinde gazın oluşumuna dikkat edilir. Tüplere ayıraçlarından (A+B) 5'er damla konur ve sonuç değerlendirilmiştir (Anonim, 2005).

3.2.6.6. Karbonhidrat fermantasyon testleri

Nutrient Broth besiyerinden 8 g ve hazırlanacak karbonhidrattan (L-arabinoz (Merck), Xylose (Merck), D-Mannitol (Merck) ve D-Glukoz (Merck)) 10 g alınarak, 1000 ml distile suda çözülmüştür. İndikatör olarak Brom kresol purpur (%0,0025 g) kullanılmıştır. D-glukozdan gaz oluşumu testi için hazırlanan deney tüpleri içerisine durham tüpü yerleştirilmiştir. Hazırlanan vasat deney tüplerine 10'ar ml paylaştırılarak 121 °C' de 15 dakika otoklavda sterilize edilmiştir. Deney tüplerinde hazırlanan vasata şüpheli kolonilerden inokülasyon yapıp 37°C' de 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresince tüpler her gün kontrol edilmiştir. L-Arabinoz, D-Mannitol ve D-Xylose testlerinin değerlendirilmesinde, menekşe morundan sarıya renk değişikliği pozitif, renk değişmemesi ise negatif olarak değerlendirilmiştir. D-glikozdan gaz oluşumu testinin değerlendirilmesinde durham tüplerinde gaz oluşumu negatif, gaz oluşmaması pozitif olarak değerlendirilmiştir (Anonim, 2005).

3.2.6.7. Nişasta hidrolizi testi

Nişasta Agar hazırlanarak kolonilerden inokülasyon yapıp, 37 °C’ de 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonucunda nişasta agarda oluşan kolonilerin üzerine lügol ile kaplamıştır. Parlak renk oluşumu pozitif olarak değerlendirilmiştir (Anonim, 2005).

3.2.6.8. Kazein hidrolizi testi

Sütlü Agar besiyerine çizgi tarzında mikroorganizmalar ekilir ve petri kutusu 37 °C’ de 48 saat inkübasyona bırakılır. Süre sonunda koloniler etrafında oluşan açık alan, sütteki kazeinin hidrolize olduğunu ifade eder ve pozitif reaksiyon olarak değerlendirilmiştir (Anonim, 2005).

3.2.6.9. Jelatin hidrolizi testi

Mikroorganizma kültürlerinde değiştirilmiş olan iğne, dik olarak jelatinli besiyerlerine daldırılmıştır. Tüpler 37 °C’ de 15 gün kadar inkübe edilmiştir. Bu süre sonunda buzdolabı sıcaklığında 1-2 saat bırakılmıştır. Buzdolabından çıkarılınca, jelatinli ortamın sıvı halinde ve katılaşmaması pozitif olarak değerlendirilmiştir (Anonim, 2005).

3.2.6.10. pH 5,7’de gelişme testi

Daha önce pH 5.7’ ye ayarlanmış Dextrose Tryptone Agar besiyerine şüpheli kolonilerden ekim yapılarak 37 °C’ de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda koloniler üremiş ise pozitif olarak değerlendirilmiştir (Anonim, 2005).

4.BULGULAR VE TARTIŞMA

Kahramanmaraş'ın farklı süpermarket ve fırınlardan toplanan 25'i normal ekmek, 25'i kepekli ekmek olmak üzere toplam 50 ekmeğinin farklı saklama koşullarının (4 ve 25 °C) bazı mikrobiyolojik özelliklerine etkisini incelenmiştir. Ayrıca ekmek örneklerinin rutubet ve kül tayini analiz edilmiştir.

Ekmeğin bazı kimyasal özelliklerine yapılan analizler sonucunda normal ekmeğin rutubet değeri minimum %35 maksimum %37 ortalama değeri %36 olarak tespit edilmiştir. Kül değeri minimum %0.8 maksimum %1 ortalama değeri %0.9 olarak tespit edilmiştir.

Kepekli ekmeğin rutubet değerleri minimum %41.5 maksimum %41.9 ortalama değeri %41.7 tespit edilmiştir. Kül değerleri minimum %1.6 maksimum %2 ortalama değeri %1.8 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.1. Normal ekmek ve kepekli ekmeğin rutubet ve kül değerleri

Ekmek çeşitler	Rutubet%			Kül%(kuru maddede)		
	Min	Maks	Ortalama	Min	Maks	Ortalama
Normal ekmek	35	37	36	0.8	1	0.9
Kepekli ekmek	41.5	41.9	41.7	1.6	2	1.8

Normal ve kepekli ekmeklerin oda sıcaklığı ile buzdolabında farklı sıcaklıklarda saklanan örneklerimizde tüm analiz dönemlerinde *E. coli* tespit edilmemiştir.

Normal ekmek örneklerde ilk gün TMAB sayısı 7.6×10^2 kob/g, *Bacillus* sayısı 7.8×10^2 kob/g olarak tespit edilmiş, maya ve küf bulunamamıştır. Sonraki 1-5. günlerde ekmek örneklerinin 4 °C muhafazasında TMAB sayısı sırayla: 1.34×10^3 kob/g, 1.91×10^3 kob/g, 1.87×10^3 kob/g, 1.62×10^3 kob/g, 1.58×10^3 kob/g; *Bacillus* sayısı 1.85×10^3 kob/g, 1.49×10^3 kob/g, 1.58×10^3 kob/g, 1.41×10^3 kob/g, 1.14×10^3 kob/g; maya ve küf ilk 2 gün ekimlerinde tespit edilmemiştir, 3. günde 1.07×10^2 kob/g, 4. gün 8.6×10^2 kob/g, 5. günde ise 5.4×10^2 kob/g tespit edilmiştir.

Normal ekmek örneklerin 25 °C’ de 1-5. gün TMAB sayısı sırasıyla 1.74×10^3 kob/g, 2.53×10^3 kob/g, 6.46×10^3 kob/g, 7.81×10^3 kob/g, 8.16×10^3 kob/g; *Bacillus* sayısı 1.95×10^3 kob/g, 2.29×10^3 kob/g, 6.53×10^3 kob/g, 7.12×10^3 kob/g, 7.58×10^3 kob/g; maya ve küf sayısı 1.14×10^3 kob/g, 2.85×10^3 kob/g, 5.21×10^3 kob/g, 6.32×10^3 kob/g, 7.69×10^3 kob/g bulunmuştur (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.2. Normal ekmeğin mikroorganizmaların sayısı (kob/g)

Muhafaza derecesi	Gün	TMAB	<i>Bacillus</i>	Maya ve Küf	<i>E. coli</i>
4°C	Başlangıç	7.6×10^2	7.8×10^2	TE	TE
	1.	1.34×10^3	1.85×10^3	TE	TE
	2.	1.91×10^3	1.49×10^3	TE	TE
	3.	1.87×10^3	1.58×10^3	1.07×10^3	TE
	4.	1.62×10^3	1.41×10^3	8.6×10^2	TE
	5.	1.58×10^3	1.14×10^3	5.4×10^2	TE
25°C	Başlangıç	7.6×10^2	7.8×10^2	TE	TE
	1.	1.74×10^3	1.95×10^3	1.14×10^3	TE
	2.	2.53×10^3	2.29×10^3	2.85×10^3	TE
	3.	6.46×10^3	6.53×10^3	5.21×10^3	TE
	4.	7.81×10^3	7.12×10^3	6.32×10^3	TE
	5.	8.16×10^3	7.58×10^3	7.69×10^3	TE

TE – Tespit edilemedi

Kepekli ekmek örneklerde ilk gün TMAB sayısı 9.6×10^2 kob/g, *Bacillus* sayısı 8.9×10^2 kob/g olarak tespit edilmiş, maya ve küf bulunamamıştır. Sonraki 1-5. günlerde ekmek örneklerin 4 °C muhafazasında TMAB sayısı sıra ile 2.14×10^3 kob/g, 2.06×10^3 kob/g, 1.87×10^3 kob/g, 1.74×10^3 kob/g, 1.58×10^3 kob/g; *Bacillus* sayısı 1.98×10^3 kob/g, 1.79×10^3 kob/g, 1.83×10^3 kob/g, 1.62×10^3 kob/g, 1.26×10^3 kob/g; Maya ve küf ilk gün ekimlerinde tespit edilmeyip, 2. günden 8.9×10^2 kob/g, 7.7×10^2 kob/g, 7.1×10^2 kob/g, 5.6×10^2 kob/g tespit edilmiştir.

Kepekli ekmek örneklerin 25 °C’ de 1-5. gün TMAB sayısı sıra ile 1.71×10^3 kob/g, 2.87×10^3 kob/g, 5.62×10^3 kob/g, 7.12×10^3 kob/g, 9.56×10^3 kob/g; *Bacillus* sayısı 2.04×10^3 kob/g, 2.45×10^3 kob/g, 6.02×10^3 kob/g, 6.98×10^3 kob/g, 8.64×10^3 kob/g; maya ve küf sayısı 8.4×10^2 kob/g, 1.69×10^3 kob/g, 4.61×10^3 kob/g, 5.25×10^3 kob/g, 6.68×10^3 kob/g tespit edilmiştir (Çizelge 4.3.).

Çizelge 4.3. Kepekli ekmeğin mikroorganizmaların sayısı (kob/g)

Muhafaza derecesi	Gün	TMAB	<i>Bacillus</i>	Maya ve küf	<i>E. coli</i>
4°C	Başlangıç	9.6×10^2	8.9×10^2	TE	TE
	1.	2.14×10^3	1.98×10^3	TE	TE
	2.	2.06×10^3	1.79×10^3	8.9×10^2	TE
	3.	1.87×10^3	1.83×10^3	7.7×10^2	TE
	4.	1.74×10^3	1.62×10^3	7.1×10^2	TE
	5.	1.58×10^3	1.26×10^3	5.6×10^2	TE
25°C	Başlangıç	9.6×10^2	8.9×10^2	TE	TE
	1.	1.71×10^3	2.04×10^3	8.4×10^2	TE
	2.	2.87×10^3	2.45×10^3	1.69×10^3	TE
	3.	5.62×10^3	6.02×10^3	4.61×10^3	TE
	4.	7.12×10^3	6.98×10^3	5.25×10^3	TE
	5.	9.56×10^3	8.64×10^3	6.68×10^3	TE

TE – Tespit edilemedi

Analiz yapılan bağımsız iki örnek t-testi sonuçlarına göre normal ve kepekli ekmeğe ait 4 ve 25 °C’ de elde edilen toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı, *Bacillus* sayısı, maya ve küf sayısı ortalamaları arasındaki fark istatistiki açıdan çok önemli bulunmuştur ($P < 0.01$) (Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.4. Bağımsız iki örnek t-testi sonuçları

Ekmek Çeşitleri	Mikroorganizmalar	Df	t	Sig
Normal Ekmek	TMAB	248	-14.752	0.000
	<i>Bacillus</i>	248	-14.409	0.000
	Maya ve Küf	198	-13.206	0.000
Kepekli Ekmek	TMAB	254	-12.765	0.000
	<i>Bacillus</i>	254	-14.095	0.000
	Maya ve Küf	223	-12.759	0.000

Yapılan analizler sonucunda incelenen 25 normal ekmeğin 7'sinde (%28), 25 kepekli ekmeğin 8'sinde (%32) toplam 50 örneğin 15'inde (%30) *B. subtilis* tespit edilmiştir (Çizelge 4.5.).

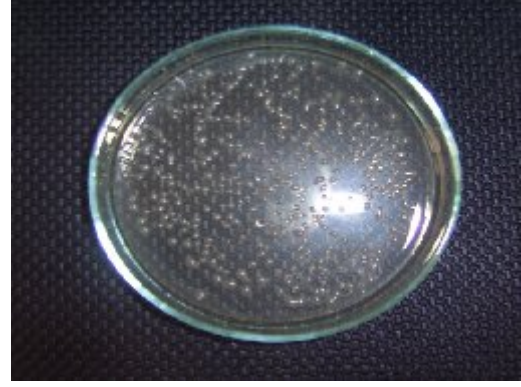
Çizelge 4.5. Analiz yapılan ekmeklerdeki *B. subtilis* varlığı

Örnek Çeşidi	Örnek Sayısı (m)	Pozitif Örnek Sayısı (n)	Yüzde Değerleri (%)
Normal ekmek	25	7	28
Kepekli ekmek	25	8	32
Toplam	50	15	30

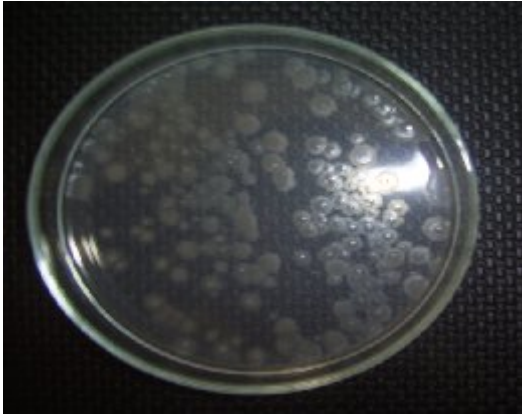
Çalışmada yapılan biyokimyasal testlere ait bulgular aşağıda verilmektedir (Şekil 4.1-4.12).



Şekil 4.1. TMAB kolonilerin PCA' da görünümü



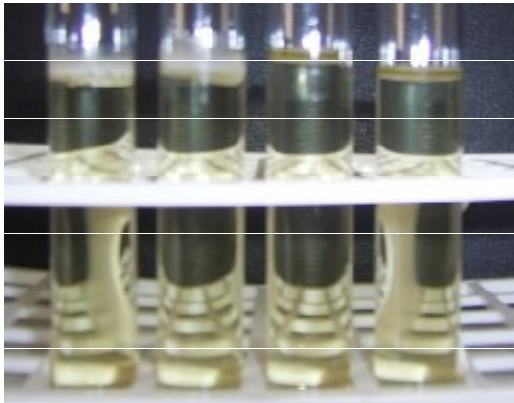
Şekil 4.2. Maya ve Küf kolonilerin PDA' da görünümü



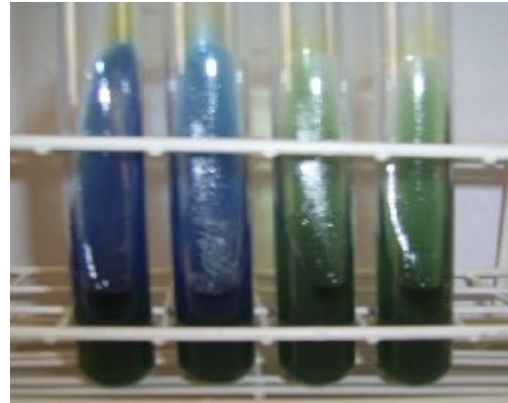
Şekil 4.3. *Bacillus* kolonilerinin DTA' da görünümü



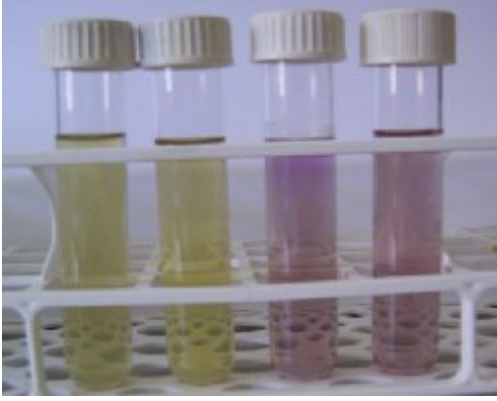
Şekil 4.4. Kazein hidrolizi testi



Şekil 4.5. Nutrient broth' da üreme ve %7 NaCl içeren nutrient broth' da üreme



Şekil 4.6. Sitrat testi



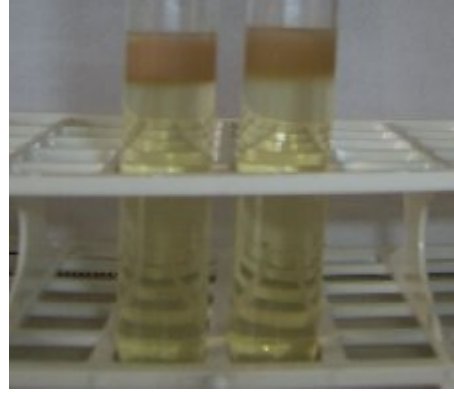
Şekil 4.7. Karbonhidrat fermentasyon testi



Şekil 4.8. Glukozdan gaz oluşumu testi



Şekil 4.9. pH 5.7' de gelişme testi



Şekil 4.10. Nitrat indirgeme testi



Şekil 4.11. Nişasta hidrolizi testi



Şekil 4.12. Jelatin hidrolizi testi

TS 5000 Ekmek Standart'a göre normal ekmeğin rutubet en çok % 37 ve kül değerleri %1 olup; kepekli ekmeğin rutubet en çok %43 ve kül değeri %1.2-2.5' dir (Anonim, 2008). Yaptığımız çalışmamızda normal ekmekteki rutubet değeri %36 iken; kepekli ekmekte rutubet değeri ise %41.7 bulunmuştur. Normal ekmekteki kül (kuru maddede) değeri %0.9 iken; kepekli ekmekteki kül değeri ise %1.8 bulunmuştur. Bu oranlar TS 5000 Ekmek Standart ile uyum içerisindedir.

Certel ve ark. (2008), çalışmada laboratuvar koşullarında pişirilmiş normal ve kepekli ekmekleri, üretimden sonra 7 gün süreyle 4 farklı depolama koşulunda (4, 25, 37 ve 45 °C) muhafaza etmişlerdir. Her 24 saatte bir ekmeklerde toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı, *Bacillus* sayısı, maya ve küf sayısını belirlemişlerdir. Ekmeklerin başlangıç *Bacillus* sporu yükünü belirlemek için ekmek hammaddelerinde sünme spor sayımı yapmışlardır. Elde edilen sonuçlar, hammaddelerden spor yükü en fazla olan unsurun maya olduğunu, ekmeklerdeki TMAB sayısının muhafaza süresi ve sıcaklığından önemli düzeyde ($P<0.01$) etkilendiğini, *Bacillus* sayısının bunlara ilaveten ekmek tipinden de etkilendiğini ($P<0.01$), maya ve küf gelişiminin ise olmadığını göstermiştir. Ayrıca sıcaklık derecesi, ekmek tipi ve muhafaza süresinin ($P<0.01$) a_w değerini istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir. Çalışmamızda normal ve kepekli ekmekte 4 °C saklanma süresinin artımı ile TMAB, *Bacillus* bakterilerinde azalış görülmüştür. Normal ve kepekli ekmekte 25 °C' de TMAB, *B. subtilis*, maya ve küfün depolama süresinin artması ile doğru orantılı olarak mikroorganizma sayısında artış göstermektedir. Bu sonuçlar Certel ve ark ile (2008) uyum içerisindedir.

Giffel ve ark. (1996), yaptıkları çalışmada gıda ürünlerinde *B. cereus* ve *B. subtilis* varlığına yönelik yapmış oldukları araştırmada toplam 229 örnek (süt, maya, un, pasta ürünleri, Çin yemekleri, kakao, çikolata, unlu mamuller, et ürünleri, şifalı bitkiler ve baharatlar) üzerinde çalışmışlardır. Bunların 109'unun (% 48) *B. cereus* içerdikleri tespit etmişlerdir. Kontaminasyon aralığı 10^2 - 10^6 kob/g olarak belirlemişlerdir. *B. subtilis* 72 örneğin 18'inde (% 25) 10^2 - 10^5 kob/g arasında belirlemişlerdir, 72 örneğin 12'sinde (% 17) hem *B. cereus*, hem de *B. subtilis* izole etmişlerdir. Çalışma sonucunda *B. subtilis*'lerin sayısının *B. cereus*'lardan gıda ürünlerinin depolanması ve işlenmesi aşamasında sayıca çok daha az olduğunu tespit etmişlerdir. Yaptığımız analizler sonucunda incelenen 25 normal ekmeğin 7'sinde (%28), 25 kepekli ekmeğin 8'sinde (%32) toplam 50 örneğinin 15'inden (%30) *B. subtilis* ile kontamine olduğu tespit edilmiştir.

Rosenquist ve Hansen (1995), çalışmada 25-30 °C’ de 2 gün muhafaza ettikleri, koruyucu madde veya ekşi maya içermeyen normal ekmeklerdeki *Bacillus* sayısını 6.2 log kob/g, kepekli ekmeklerde 5.4 log kob/g ve laboratuvar koşullarında pişirilmiş normal ekmeklerde 7.3 log kob/g olarak belirlemişlerdir. Bizim yaptığımız analizde 25 °C’ de saklanan her iki tip ekmek için *Bacillus* sayısı yaklaşık 3.4 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Aradaki bu fark ekmekte kullanılan hammaddelerin mikrobiyal yükünün az olmasından, üretilen ekmeğin saklanma koşullarından ve personel ile alet-ekipman hijyenine önem verilmesinden ileri geliyor olabilir.

Chauhan ve ark. (2001), yaptıkları çalışmada ekmekte 1. ve 3. günler arasında rope tespit edememişler ve minimum düzeyde küf belirlemişlerdir. Hammaddelerden ve ekmekten izole edilen en önemli bakteri *Bacillus spp.* olmuştur. Hammaddelerdeki en önemli küfler *Gloesporium* (% 42), *Penicillium* (%37) ve *Aspergillus* (% 37) olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada normal ekmekte 1. gün *Bacillus* sayısı 7.8×10^2 kob/g olarak belirlenmiştir ve küf tespit edilmemiştir. Bizim *Bacillus spp.* bulgularımızda bu çalışma ile uyum içerisinde.

Iurlina ve ark. (2006), Arjantin’de yapılan bir çalışmada, *Bacillus spp.* varlığını araştırmak amacıyla 279 farklı gıda örneği analiz etmişlerdir. Çalışmada 70 bal örneğinin 28’inde, 29 un örneğinin hepsinde, 50 peynir örneğinin 15’inde ve 30 baharat örneğinin tümünde *Bacillus* tespit etmişlerdir. *Bacillus* türleri çavdar unlarında, beyaz unlardan daha fazla bulunmuştur. Çalışmada *Bacillus spp.* analiz edilen tüm örnekler arasında %38 oranında tespit etmişlerdir. Bu bulgular bizim çalışmamızla uyumludur.

Sorokulova ve ark. (2003), çalışmalarında ekmek örneklerini 37 °C’de muhafaza etmişler ve üretimi takiben 24, 36 ve 48 saat sonra *Bacillus spp.* tespit etmişlerdir. Çalışmamızla uyumludur.

Yaptığımız çalışmada normal ve kepekli ekmeklerde fekal koliform ve *E. coli* tespit edilmemiştir. Bu durum ekmek örneklerinin fekal bir kontaminasyona maruz kalmadığı göstermektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan analizler sonucunda incelenen 50 adet normal ve kepekli ekmek örneğinde *E. coli*' ye rastlanmazken; toplam mezofilik aerobik bakteri, maya ve küf ve *Bacillus* türlerin sayıları değişik oranlarda belirlenmiştir. *Bacillus* normal ekmeğin 7'sinde (%28) tespit edilirken; kepekli ekmeğin 8'sinde (%32), toplam ekmeğin 15'inde (%30) izole edilmiştir.

Çalışmamızda ekmek örneklerinde fekal koliform ve *E. coli* tespit edilmemesi fekal bir bulaşma olmadığıнын göstergesi olup bu anlamda olumludur. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı, *Bacillus* sayısı ve maya ve küf sayısının ortalamaları arasındaki fark istatistiği açısından çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

Hamurun mikrobiyal kalitesi, özellikle un başta olmak üzere kullanılan diğer hammaddelerin mikrobiyal kalitesinin iyi olmasına ve hamurun hazırlanması sırasındaki sanitasyon koşullarına dikkat edilmelidir.

Ekmekler, ekmek hastalıklarından etkilenmemeleri için pişirme sonrasında direkt hava akımına maruz bırakılmadan mümkün olduğu kadar hızlı bir şekilde soğutulmalıdır.

Soğutma sonrasında sert kabuklu ekmekler kağıt ve bir ucu açık veya nem geçirgenliği olan plastik torbalarda muhafaza edilmelidir.

Ekmek üretimi sırasında alet ekipman ve işletme alanının hijyenik kurallara uygun olmalıdır.

Personelin düzenli olarak sağlık kontrolünden geçirilmeli, hastalıklı kişilerin çalışmasına izin verilmemelidir.

Ekmek üretiminin mümkün olduğunca modern tesislerde yapılması, hammaddelerin özellikle un ve mayanın dikkatli seçilmesi ve personel hijyenine özen gösterilmesi, üretim ve satış aşamalarında hijyenik önlemlerin alınması, bulaşmaların engellenmesi gerekmektedir. Tarladan sofraya prensibi ile üretimden tüketime kadar HACCP ve GMP sistemini esas alan programlar uygulanmalıdır.

KAYNAKLAR

- ADAMS, M.R., MOSS, M. O., 1995. Food Microbiology. Royal Society of Chemistry Cambridge, İngiltere.
- ALTAN, A ., 1986. Tahıl İşleme Teknolojisi, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, No: 13, Adana. 107s.
- ALTAN, A., ÖZER, M.S., 1995. Küçük Ekmek Yapımında Bazı Katkı Maddelerinin Kullanılması, Gıda Dergisi, 31: 43-47.
- ANONİM, 1960. ICC (International Association for Cereal Chemistry). Standard No. 104: Method for the Determination of Ash in Cereals and Cereal Products.
- ANONİM, 1978. ICC (International Association for Cereal Chemistry). Standard No. 125: Method of Determining the Count of Aerobic Mesophilic Bacteria (Plate Count Method).
- ANONİM, 1979. Dietary Fiber a Scientific Status Summary by the Institute of Food Technologists' Expert Panel on Food Safety & Nutrition and the Committee on Public Information. Food Technology, January, 35-39.
- ANONİM, 1980. ICC (International Association for Cereal Chemistry). Standard No. 134: Determination of the Fungus Germ Count (Plate Count Method) in Cereals, Cereal Products and Animal Feed.
- ANONİM, 1994. Devlet İstatistik Enstitüsü. Hane Halk Tüketim Harcamaları Anketi Sonuçları, Ankara. <http://www.die.gov.tr>.
- ANONİM, 2001. The Definition of Dietary Fiber. AACC Report, Cereal Foods World, Volume. 46, No:3, 112-126.
- ANONİM, 2004. Türkiye' ye Özgü Beslenme Rehberi. T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü ve Hacettepe Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara, 72s.

- ANONİM, 2005. Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Ed: A. K. Halkman. Başak Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara, 358 s.
- ANONİM, 2008. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Tebliği. Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliğ No: 2008/5. Sayı: 26807
- ANONİM, 2009. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği Tebliği. Tebliğ No: 2009/68. Sayı: 27456.
- ANONİM, 2010. Ankara Ticaret Oda (ATO) 28.08.2004 Tarihli “Ekmekteki Kayıp Ekonomi” Raporu. www.atonet.org.tr.
- BAIK, M.Y., CHINACHOTI, P., 2000. Moisture Redistribution and Phase Transitions During Bread Staling, Cereal Chemistry 77: 484- 488.
- BARBER, B., ORTOLA, C., BARBER, S., FERNANDEZ, F., 1992. Storage of Packaged White Bread, Z. Lebens Unters Forsch 194: 442- 449.
- BARRETT, F., 1975. Role of Bread in International Nutrition. Cereal Foods World, 20, 323.
- BAYSAL, A., 1997. Beslenme. Hacettepe Üniversitesi. Sağlık Teknolojisi Yüksekokulu, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara. 494s.
- BOYACIOĞLU, M.H., 1993. Ekmek Katkı Maddelerinin Sağlık Açısından Değerlendirilmesi. Un Mamulleri Dünyası, 2 ,4, 35- 42.
- CAUVAIN, S. P., 2004. How Much More Bread Research Do We Need. Getreide Technologie, 58, 364- 366.
- CHAUHAN, S., LINDSAY, D., REY, MEC., HOLY, A., 2001. Microbial Ecology of Muffins Baked from Cassava and Other Nonwheat Flours. Microbious. 105 (410):15–27.
- CHARALAMBOUS, G.,1993. Food Science and Human Nutrition. Developments in Food Science 29, Elsevier Science Publishers, Amsterdam.

- CERTEL, M., EREM, F., KARAKAŞ, B., 2009. Farklı Depolama Koşullarında Normal ve Kepekli Ekmeklerin Mikrobiyolojik Özellikleri, Su Aktivitesi ve Sünme Durumunun Değişimi. Gıda 34(6): 351-358.
- DAĞLIOĞLU, O., 1998. Ekmeğin Önemi ve Beslenmemizdeki Yeri. Un Mamulleri Dünyası, 7, 2, 38-44.
- DEĞİRMENCİOĞLU, G.Ö., 1996, Türkiye’ de Yetiştirilen Bazı Yulaf Çeşitlerinin Fiziksel, Kimyasal Özellikleri ve Ekmek Yapımına Uygunluğu. Y. Lisans Tezi (Yayınlanmamış). Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir. 53s.
- DEVRIES, J.W., PROSKY, L., LI, B., CHO, S., 1999. A Historical Perspective of Defining Dietary Fiber. Cereal Foods World, 44: 367-369.
- ELGÜN, A., ERTUGAY, Z., 1990. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ders Kitapları Serisi No:52, Erzurum.
- ELGÜN, A., ERTUGAY, Z., 2002. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 718, Ziraat Fakültesi No: 297, Ders Kitapları Serisi No: 52, Erzurum. 407s.
- ELGÜN, A., ERTUGAY, Z., 2003. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:718, Erzurum. 376s.
- ERCAN, R., ÖZKAYA, H. 1986. Ekmeğin Bayatlaması Üzerine Surfaktantların ve Bazı Katkı Maddelerinin Etkisi. Gıda 11(1): 3-10
- ERKMEN, O., 2010. Gıda Mikrobiyolojisi (Editör: Erkmén, O.). Efil Yayınevi, Ankara. s.194-195.
- GIANNOU, V., KESSOGLOU, V., TZİA, C., 2003. Quality and Safety Characteristics of Bread Made from Frozen Dough. Trends in Food Science & Technology 14 (2003) 99–108
- GIFTEL, M.C., BEUMER, R.R., LEIJENDEKKERS, S., ROMBOUTS, F.M., 1996. Incidence of *Bacillus cereus* and *Bacillus subtilis* in Foods in the Netherlands. Food Microbiology. Volume 13, (1): 53-58.

- GÖÇMEN, D., 1996. Hamur Hazırlanmasında Şerbetçi Otu ve Laktik Starter Kullanımının Hamur ve Ekmeğin Özellikleri Üzerine Etkileri. Doktora Tezi (Yayınlanmamış). Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bursa. 87s.
- HARRIS, P.J., FERGUSON L.R., 1993. Dietary Fiber: Its Composition and Role in Protection Against Colorectal Cancer. Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanism of Mutagenesis, 290 (1): 97-110.
- HOLY, A., 1994. Rope Spoilage of Bread. Food Industries; 47 (7) 13- 15.
- HUG-ITEN, S., ESCHER F., CONDE PETIT, B., 2003. Staling of Bread: Role of Amylose and Influence of Starch-Degrading Enzymes, Cereal Chemistry, 80(6): 654-661.
- IŞIN, T. G., KILIÇ, M., 2002. Ekmeğin Raf Ömrü, Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi, Gaziantep. s.605-608
- IURLINE, M.O., SAIZ, A.M., FUSELLI, S.R., FRITZ, R., 2006. Prevalence of *Bacillus* spp. in Different Food Products Collected in Argentina. LWT (39) 105–110.
- JENSON, I., 1998. Bread and Baker's Yeast. Microbiology of Fermented (Editör: Wood, J. B.). Blackie Academic & Professional, London, İngiltere. s.172-198.
- KARAOĞLU, M. M., KOTANCILAR, H. G., 2001. Tahıl Ürünlerinin Sağlığımız Açısından Önemi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Dergisi. 32(1):101-108.
- KÖKSEL, H., 1998. Karbonhidratlar (Editör: Saldamlı, İ). Gıda Kimyası, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara. s.37-104.
- KURUCU, M., 1987. Beslenme. Milli Eğitim Basımevi, No:102, Ankara. 421s.
- LABUZA, T. P., 1982. Shelf Life Dating of Foods, Food and Nutrition Press, Inc. Westport, CT, U.S.A., 500s.
- LANA, K.B., AISA, D. H., DI MISKELLY, EDWARD, J., 2003. Microbiology of Wheat and Flour Milling in Australia. International Journal of Food Microbiology 85 (2003) 137-149.

- LEGAN, JD, VOYSEY, P.A.1991. Yeast Spoilage of Bakery Products and Ingredients. J. Appl Bacteriol, 70: 361-371.
- LEGAN, J.D., 1993. Mould Spoilage of Bread: The Problem and Some Solutions. Int Biodeter Biodegr, 32: 33-53.
- LIN, W., LINEBACK, D. R., 1990. Changes in Carbonhydrate Fractions in Enzyme-Supplemented Bread and the Potential Relationship to Staling, Starch/Starke 42/385.
- LOMBARD, G. E., WEINERT, I. A. G., MINNAAR, A., TAYLOR, J. R. N., 2000. Preservation of South African Steamed Bread Using Hurdle Technology. Lebensm.-Wiss. u.-Technol., 33, 138-143.
- MENTEŞ, Ö., ERCAN, R., AKÇELİK, M., 2007. Inhibitor Activities of Two *Lactobacillus* Strains, Isolated from Sourdough, Against Rope-Forming *Bacillus* Strains. Food Control 18, 359–363.
- MONGEAU, R., BRASSARD, R., MALCOLM, S., SHAH, B.G., 1991. Effect of Dietary Cereal Brans on Body Weight and Blood Lipids in a Long-Term Rat Experiment, Cereal Chemistry, 68(5): 448-453.
- OORAIKUL, B., 1991. Modified Atmosphere Packaging of Food, Ellis Horwood, New York.
- ÖZBOY, Ö., 1992. Değişik Oranlarda Buğday Kepeği İçeren Unların Ekmek Verimi ve Kalitesini Düzeltme İmkanları. Yüksek Lisans Tezi (yayınlanmamış). Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara. 84s.
- ÖZER, M.S., 1998. Kepekli Ekmeklerin Bazı Niteliklerinin İncelenmesi ve Kalitelerinin İyileştirilmesi Olanakları. Doktora Tezi (yayınlanmamış). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana. 152s.
- ÖZKAYA, H., 1992. Ekmeğin Beslenmedeki Önemi ve Ekmek Türlerinin Sağlık Açısından Farklılıkları, Unlu Mamuller Dünyası 1 (5): 9-15.

- ÖZKAYA, B., 1993. Bitkisel Lif Kaynağı Olarak Yulafın Önemi. Un Mamulleri Dünyası, 2(2): 19-23.
- ÖZKAYA, B., 1995. Ekmek Teknolojisinde Fermentasyon ve Önemi. Un Mamulleri Dünyası, 4,1, 16.
- PEKCAN, G., 2001. Türkiye’ de Beslenme Sorunları ve Boyutları: Besin ve Beslenme Politikaları ve Önemi. DSÖ Türkiye İrtibat Ofisi-WHO Turkey Liaison Office, <http://www.un.org.tr/who/bulten/turk/bul5beslenmesorun.HTM>
- ÜNAL, S.S., 1980. Hamur Niteliklerine Bazı Katkı Maddelerinin Etkisi. Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri:B, 1(1): 23-29.
- ÜNAL, S.S., 1991. Hububat Teknolojisi. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, Yayın No: 29, 62s.
- ÜNLÜTÜRK, A., TURANTAŞ, F., 1999. Gıda Mikrobiyolojisi. 2. Baskı. Ege Üniversitesi. İzmir.
- ROSENQUIST, H., HANSEN, A., 1995. Contamination Profiles and Characterization of *Bacillus* species in Wheat Bread and Raw Materials for Bread Production. Int J Food Microbiol, 26: 353-363.
- ROSENQUIST, H., HANSEN, A., 1998. The Antimicrobial Effect of Organic Acids, Sour Dough and Nisin Against *Bacillus subtilis* and *Bacillus licheniformis* Isolated from Wheat Bread. Journal of Applied Microbiology. 85 (3): 621-631.
- SAKLAR, S., 2001. Ekmek Katkı Maddelerinin Kullanılması ve Raf Ömrünün Uzatılması, Tübitak Seminer Notları. Gebze
- SMITH, J.P. 1992. Bakery Products. In Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Food. (Editör: Parry, R. T.), Blackie Academic and Professional, London. s.134
- SMITH, J.P., SIMPSON, B.K., 1995. Modified Atmosphere Packaging of Bakery and Pasta Products. In Principles of Modified Atmosphere and Sous Vide Product

Packaging, (Editörler: J.M. Farber, J.M., Dodds, K.L.) Technomic Publishing Company, Lancaster. s.207.

SOROKULOVA, I.B., REVA, O.N., SMIRNOV, V.V., PINCHUK, I.V., LAPA, S.V., URDACI, M.C., 2003. Genetic Diversity and Involvement in Bread Spoilage of *Bacillus* Strains Isolated From Flour and Ropy Bread. Letters In Applied Microbiology. 37 (2): 169-173.

SULLIVAN, K.R.O., 1998. Fiber and Its Role in Health and Disease. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 49: 9-12.

TALAY, M., 1996. Ekmek Bilimi ve Teknolojisi, Ekin Yayıncılık ve Pazarlama, İstanbul, 120s.

VOLAVSEK, P.J.A., KIRSCHNER, L.A.M., VONHOLY, A., 1992. Accelerated Methods to Predict the Rope- Inducing Potential of Bread Raw- Materials. South African Journal of Science. 88 (2): 99-102.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Orgil Erdene TULGAT
Uyruğu : Moğol
Doğum tarihi ve yeri : 24.10.1982 Moğolistan
Medeni hali : Bekar
Telefon : 05062711400
Faks :
e-posta : orgil_976@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	KSÜ /Gıda Mühendisliği Bölümü	
Lisans	Mongolian University of Science and Technology(MUST), School of Food Engineering and Biotechnology	2006
Lise	Mongolian 62. Lyse	2000

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
-----	-----	-------

Yabancı Dil

Türkçe

Yayınlar

- 1.
- 2.

Hobiler

Kitap okumak