

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

96259

MELASLI BESİN ORTAMINDA EKMEK
MAYASI ÜRETİM PARAMETRELERİNİN
TESPİTİ VE SIVI MAYANIN LİKİD
FERMENT SİSTEMİ İLE EKMEK
YAPIMINDA KULLANILMA İMKANLARI

Nermin BİLGİÇLİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Konya, 2000

YÜKSEK LİSANS TEZİ

96259

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

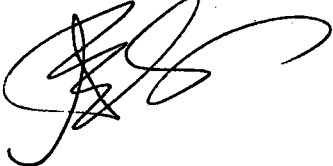
MELASLI BESİN ORTAMINDA EKMEK MAYASI ÜRETİM
PARAMETRELERİNİN TESPİTİ VE SIVI MAYANIN LİKİT FERMENT
SİSTEMİ İLE EKMEK YAPIMINDA KULLANILMA İMKANLARI

Nermin BİLGİÇLİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 25 /08/2000 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

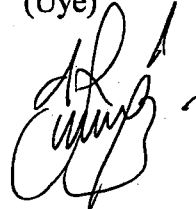
Prof.Dr.Adem ELGÜN
(Üye)



Doç.Dr.Selman TÜRKER
(Danışman)



Doç.Dr.Musa ÖZCAN
(Üye)



TEŐEKKÜR

Bu araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar, yardımlarını esirgemeyen, sürekli teővik eden, üstün bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım hocalarım Prof. Dr. Adem ELGÜN ve Doç. Dr. Selman TÜRKER'e en içten saygılarımı ve Őükranlarımı sunarım.

Ayrıca laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen, öğrencim Handan ŐAHİN ve asistan arkadaşlarıma teőekkürü bir borç bilirim.

Nermin BİLGİÇLİ



ÖZET
Yüksek Lisans Tezi

**MELASLI BESİN ORTAMINDA EKMEK MAYASI ÜRETİM
PARAMETRELERİNİN TESPİTİ VE SIVI MAYANIN LİKİD FERMENT
SİSTEMİ İLE EKMEK YAPIMINDA KULLANILMA İMKANLARI**

Nermin BİLGİÇLİ
Selçuk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. Selman TÜRKER
2000, 46 Sayfa

Jüri: Prof.Dr. Adem ELGÜN
Doç.Dr. Selman TÜRKER
Doç.Dr. Musa ÖZCAN

Bu araştırmada, ticari ekmek mayasının (*Saccharomyces cerevisiae*), laboratuvar koşullarında dizayn edilen bir fermentörde melas içinde çoğaltılarak, likid ferment yöntemi ile ekmek üretiminde kullanımı amaçlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda, 100 gram un esasına göre; faktör olarak, üç farklı yaş maya miktarı (0.250, 0.375 ve 0.500 gram) inokulum olarak besin ortamına ilave edilmiştir. Üç farklı özgül üreme hızında (%25, %30 ve %35) ve beş farklı üretim süresinde (1, 2, 3, 4 ve 5 saat); havalandırılmalı şartlar ve uygun ortamda (pH, sıcaklık ve besin bileşenleri) bazı üretim parametreleri takip edilmiştir. Üretilen yaş maya, filtre kağıdından süzülerek filtre üzeri ve süzükteki kuru madde miktarları, üretim performansı ve aerobik fermentasyon kayıpları belirlenmiştir. Melas ortamındaki sıvı maya ve filtre üzerinde kalan maya, ekmek yapımında kullanılarak; aktivitesi tahmin edilmiştir.

Sonuç olarak, %30 özgül üreme hızında, 0,500 gram inokulum ve 5 saatlik üretim süresi sonunda elde edilen yaş mayanın aktivitesi 2 gram ticari yaş mayanın aktivitesine eşit çıkmıştır.

Anahtar kelimeler: Ekmek mayası, *Saccharomyces cerevisiae*, Sıvı ferment, Ekmek, Maya

ABSTRACT
Master Thesis

**INVESTIGATIONS ON THE REPRODUCTION PARAMETERS OF
BAKERS YEAST IN THE MOLASSES MEDIUM AND THE POSSIBILITIES
OF THE USAGE OF THE REFERMENT IN BREADMAKING IN LIQUID
FERMENT SYSTEM**

Nermin BİLGİÇLİ
Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Selman TÜRKER
2000, Page: 46

Jury: Prof.Dr. Adem ELGÜN
Assoc. Prof. Dr. Selman TÜRKER
Assoc. Prof. Dr. Musa ÖZCAN

In this study commercial baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) was reproduced in molasses worth at fermentor which designed in laboratory conditions and used at bread production with liquid ferment method.

For this purpose, three different pressed wet yeast amount (0.250, 0.375 and 0.500 gram) which 100 gram flour bases were added to media as inoculum and reproduced at three different specific reproduction rate (25%, 30% and 35%) and five different reproduction time (1, 2, 3, 4 and 5 hours) with undercontrolling of aeration, stirring, pH, temperature and food constituents. Reproduced pressed wet yeast was filtered from the filter paper and dry matter, production performance and aerobic fermentation loss determined at strained face and over the filter paper. The yeast which over the filter paper was used bread production and estimated yeast activity.

At the result, activity of the yeast which 30 % specific reproduction rate and 0.500 gram inoculum and 5 hours reproduction time equal to 2 gram commercial bakers yeast activity.

Key words: Baker's yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, Liquid ferment, Bread, Yeast

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	4
3. MATERYAL VE METOT.....	15
3.1. Materyal	15
3.2. Metod	15
3.2.1. Analitik analiz metotları.....	15
3.2.2. Araştırma metotları.....	16
3.2.2.1. Deneme planı.....	16
3.2.2.2. Fermentör dizaynı.....	16
3.2.2.3. Besin ortamının hazırlanması.....	17
3.2.2.3.1. Melasın hazırlanması.....	17
3.2.2.3.2. Diğer besin bileşenlerinin hazırlanması.....	17
3.2.2.4. Maya üretimi	18
3.2.2.5. Gaz üretim gücü denemeleri	19
3.2.2.6. Ekmek pişirme denemeleri.....	19
3.2.2.7. Sonuçların değerlendirilmesi.....	20
3.2.2.7.1. İstatistiki analizler.....	20
3.2.2.7.2. Matematiksel modelleme.....	20
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	21
4.1. Analitik Sonuçlar	21
4.2. Araştırma Sonuçları	22
4.2.1. Üretilen ekmek mayalarına ait kuru madde miktarları	22
4.2.1.1. Filtre üzeri kuru madde miktarı.....	22
4.2.1.2. Toplam kuru madde miktarı.....	26
4.2.2. Maya üretim performansı	29
4.2.2.1. 0.250 gram inokulasyonda maya üretim performansı	29
4.2.2.2. 0.375 gram inokulasyonda maya üretim performansı.....	31
4.2.2.3. 0.500 gram inokulasyonda maya üretim performansı	32
4.2.3. Aerobik fermentasyon kayıpları	32
4.2.4. Hamur ortamında gaz üretim gücü.....	34
4.2.5. Ekmek pişirme denemeleri.....	35
4.2.6. Maya üretiminin matematiksel olarak modellenmesi çalışmaları	39
4.2.6.1. I. Matematiksel model.....	39
4.2.6.2. II. Matematiksel model	40
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	41
6. KAYNAKLAR	43

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 4.1. Melasa Ait Analitik Analiz Sonuçları	21
Çizelge 4.2. Una Ait Analitik Analiz Sonuçları	21
Çizelge 4.3. Farklı Yaş Maya İnokulasyonu ile Melas Ortamında Farklı Sürelerde ve Özgül Üreme Hızlarında Elde Edilen Filtre Üzeri ve Toplam Kuru Madde Değerleri	23
Çizelge 4.4. Kuru Madde Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	24
Çizelge 4.5. Farklı Özgül Üreme Hızlarına Göre Değişen Filtre Üzeri ve Toplam Kuru Madde Miktarlarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları	24
Çizelge 4.6. Farklı İnokulum Miktarlarına Göre Değişen Filtre Üzeri ve Toplam Kuru Madde Miktarlarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları..	24
Çizelge 4.7. Farklı Üretim Sürelerine Göre Değişen Filtre Üzeri ve Toplam Kuru Madde Miktarlarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları	25
Çizelge 4.8. Farklı Özgül Üreme Hızları, Üretim Süreleri ve İnokulum Miktarlarında Maya Performansı	30
Çizelge 4.9. Farklı Özgül Üreme Hızları, Üretim Süreleri ve İnokulum Miktarlarında Aerobik Fermantasyon Kayıpları	33
Çizelge 4.10. Gaz Üretim Gücü Sonuçları	36
Çizelge 4. 11. Ekmek Pişirme Denemelerinin Sonuçları	37

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1. Farklı İnokulum Miktarlarında Filtre Üzeri Kuru Madde Üzerine Etkili “Süre x Özgül Üreme Hızı x İnokulum Miktarı” İnteraksiyonu	27
Şekil 4.2. Farklı İnokulum Miktarlarında Toplam Kuru Madde Üzerine Etkili “Süre x Özgül Üreme Hızı x İnokulum Miktarı” İnteraksiyonu	28
Şekil 4.3. Hamurda Gaz Üretim Gücü Denemeleri	36
Şekil 4.4. Pişirilen Ekmeklere Ait Hacim Değerleri	37
Şekil 4.5. Pişirilen Ekmeklere Ait Spesifik Hacim Değerleri	38

1. GİRİŞ

Ekmek temel besin maddesi ve iyi bir enerji kaynağı olması nedeni ile gıda tüketiminde, önemli bir yere sahiptir. Dünyanın bir çok ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de günlük kalorinin büyük bir kısmı hububat ürünlerinden karşılanmaktadır. Türkiye’de ekmeğin kişi başına ortalama tüketiminin yıllık olarak 180-210 kg, günlük olarak ise 300-500 gram arasında olduğu ifade edilmektedir (Talay 1997).

Ekmek üretiminde undan sonra en önemli girdi, ekmeğin mayasıdır. Ekmek formülasyonuna Türk usulü ekmeğin yapım yönteminde %3-4 oranında yaş maya katılmaktadır (Elgün ve Ertugay 1995). Türkiye’de günlük ekmeğin tüketiminin yaklaşık olarak 28 000 ton olduğu varsayılırsa; günlük ekmeğin yapımında gerekli olan yaş maya miktarı 585,45 ton civarında olduğu söylenebilir. Buradan hareketle ekmeğin yapımında günlük maya maliyeti, yaklaşık olarak 409 815 000 000 TL’ye ulaşmaktadır. Ekmek üretiminde sadece sıvı ferment sisteminin kullanılması, Türkiye’de kullanılan maya miktarında yaklaşık %50 tasarruf sağlarken, maya üretimi ve sıvı ferment kombinasyonunun birlikte kullanımı ile yaklaşık dört katlık bir tasarruf sağlanabilecektir. Sıvı ferment sistemlerinde maya miktarındaki artışın %88’e varan oranlarda olabileceği bildirilmektedir (Pylar 1988).

Ekmek mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) aerobik ve anaerobik metabolizmaya sahip mikroorganizmalara önemli bir örnektir (Rainbow ve Rose 1963). *Saccharomyces cerevisiae*, aerobik koşullarda üreme, anaerobik koşullarda ise fermantasyon gerçekleştirir. Ekmek mayası üretimi, mikroorganizmaların kendi kendisini yeniden yapmasına dayanır ve bu nedenle ortam sürekli havalandırılarak gerekli besin maddelerinin ilavesi gereklidir (Pamir 1978).

Teknik ekmeğin mayası üretimine 1800’lü yıllarda ilk kez Hollanda’da başlanmış, bunu Avusturya ve Almanya izlemiştir. Başlangıçta sıvı halinde kullanılan maya, suyu alınarak kıvamlı ve su içeriği %75 olan kalıplar haline getirilmiştir. 1895 yılından itibaren uygulanmaya başlanan havalandırma yöntemi ile maya verimi daha da yükseltilmiştir (Canbaş 1995).

Sıvı ya da yarı-sıvı maya çeşitleri ile ilgili çalışmalar ise 1920'lerde, Fransa ve Büyük Britanya'da başlamış ve özellikle mekanik olgunlaştırıcıların, sürekli yoğurma sistemlerinin uygulamaya konulmasıyla sıvı ferment sisteminin kullanımı yaygın hale gelmiştir (Pylar 1988). İlk olarak 1950'li yıllarda beyaz ekmeğin üretiminde unsuz su fermentler kullanılmış ve bunu daha sonraki yıllarda tüketici isteklerine bağlı olarak çeşitli oranlarda un içeren unlu sıvı ferment uygulamaları takip etmiştir (Thompson 1980). Sıvı ferment sistemleri; *sıvı sponge, brew, broth, preferment* olarak da adlandırılmaktadır (Pylar 1988).

Hemen hemen tüm gelişmiş ülkelerde ekmeğin üretiminde ticari ekmeğin mayası kullanılmaktadır. Bu maya sayesinde ekmeğin daha hacimli ve kabarık ve dolayısıyla daha pişkin olmaktadır. Ekmeğin mayası sadece basit bir hamur kabartıcısı değil aynı zamanda hamurun olgunlaşmasını sağlayan ve ekmeğe lezzet veren bir organizmadır. Ekmeğin mayası, ortamdaki fermente olabilir şekerden gaz üreterek ekmeğin kabarmasını sağlamakta, fermantasyon işleminin gluten yapısı üzerine etkisi yoluyla hamuru olgunlaştırıp geliştirmekte (Beuchat 1978, Reed ve Nagodawithava 1991) ve fermantasyon sonucu oluşan 150 kadar uçucu bileşen ile ekmeğe aroma ve lezzet vermektedir (Spicher 1983, Lund ve ark 1989, Boyacıoğlu 1996).

Ekmeğin mayası üretiminde kullanılan ekmeğin mayası suşları; ısıya dayanıklı, çabuk çoğalabilen, enzimatik etkinliklerini uzun süre koruyabilen, gaz üretim gücü yüksek, ekmeğe yabancı tat ve kokuya neden olmayan mikroorganizmalardır (Ercan 1997, Jenson 1997).

Başlıca dört tip ticari ekmeğin mayası üretilmektedir. Bunlar, *pres maya, aktif kuru maya, instant aktif kuru maya, protected aktif kuru mayadır*. Pres (yaş, taze) maya %70 su içeriği ile buzdolabı şartlarında 3-4 hafta muhafaza edilebilir. Aktif kuru maya %6-8 su içeriği ile bir aydan fazla kullanım ömrüne sahiptir. Instant aktif kuru maya %4-6 su içeriğine sahiptir ve 1 yıldan fazla oda koşullarında muhafaza edilebilir. Protected aktif kuru maya %5-6 su içeriğine sahiptir ve antioksidan maddelerin ilavesi ile oksijenin zararlı etkilerine karşı korunmaktadır (Peeples 1960, Ercan 1997). Bunlara ek olarak Amerika ve Rusya'da kullanımı yaygın olan sıvı maya, ticari maya çeşitleri arasında sayılabilir.

Sıvı ferment sistemlerinde maya, viskoelastik yapıdaki hamur ortamına girmeden önce ortama adapte edilmekte ve çoğaltılmaktadır. Bu sırada oluşan asitler, alkoller ve diğer bileşikler ekmeğe aroma ve lezzet kazandırmaktadır.

Yaş maya yerine sıvı ferment sisteminin kullanılmasıyla elde edilen avantajlar; üretim maliyetinin düşük oluşu, üniform, kaliteli ve ince gözenek yapısına sahip geç bayatlayan ürünlerin elde edilişi, işgücü, yer ve zaman tasarrufu, üstün sanitasyon ve işleme toleransdır.

Sıvı ferment sistemi, sayılan bu avantajların yanı sıra bir takım dezavantajlara da sahiptir. Bunlar; klasik ekmek üretim teknolojisinde kullanılan ekipmana ilaveten; tank, soğutucu gibi ekipmanlara ihtiyaç duyulması, ilk tesis masraflarının yüksek olması, ürünün kabul edilebilirliğinin (aromasının) indirekt hamur sistemlerine göre düşük oluşu ve laboratuvar şartlarında uygulanabilirliğinin az oluşudur (Elgün ve Ertugay 1995).

Bu çalışmada, teknik yaş mayadan, melas ortamında üretilecek mayanın, sıvı ferment sisteminde değerlendirilerek, kullanılan maya miktarından tasarruf edilmesi ve ekmek yapımının hızlandırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, 100 gram un esasına göre, üç farklı yaş maya miktarı (0.250, 0.375 ve 0.500 gram), üç farklı özgül üreme hızında (%25, %30 ve %35) ve beş farklı üretim süresinde (1, 2, 3, 4 ve 5 saat) üretilerek ekmek yapımında kullanılmıştır.

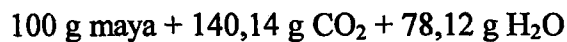
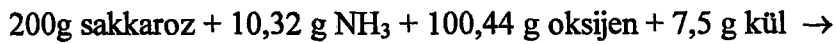
2. LİTERATÜR ÖZETİ

Ekmek mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) yuvarlak ya da oval şekilde, 6-10 μ uzunluk ve 5-8 μ genişliğe sahip üst fermantasyon tipi mayadır (Pylar 1988, Akman 1964). Esas olarak hücre zarı, stoplazma ve hücre çekirdeğinden ibaret olup, olgun ve yaşlı hücrelerde protoplazma içinde vakuol denen boşlukları bulunmaktadır (Ertugay ve Certel 1995).

Ekmek mayası üretiminde hammadde olarak 1920'li yıllardan önce sadece nişastalı maddeler kullanılırken, 1930'lu yıllardan itibaren maliyetinin daha düşük olmasından dolayı şeker pancarı melası kullanılmaya başlanmıştır (Beuchat 1978). Günümüzde nişastalı maddelerin yerini tamamen melas almıştır. Maya üretiminde ayrıca; yeşil ve kavrulmuş malt, kuru üzüm, hurma, şekerleme sanayii artıkları, sülfite likörü, şeker kamışı, ham şeker, hububat, patates, mısır, odun veya sebze artıklarının kimyasal hidrolizasyonu ile elde edilen hidrolizatlar kullanılabilir (Akman 1964, Fraizer ve Westhoff 1988, Pamir 1978).

Ekmek mayası üretiminde ana hammadde olan melas, mayaya karakteristik parlak kahverengi renk verir. Melas doğrudan maya üretiminde kullanıldığında fermantasyon kabiliyeti yüksek ve açık renkte maya üretilemez (Burrows 1970, Rose ve Vijayalakshmi 1993). Bu nedenle renk maddelerinin uzaklaştırılması gerekir. Melasa asit ilavesi ve 130°C de sterilizasyonu, klarifikasyon ve kalsiyum tuzlarının uzaklaştırılması işlemlerinin kombine kullanımı ile yüksek verime sahip, açık renkte maya üretmek mümkündür (Naumenko ve ark. 1989). Daha açık renkte maya üretimi için peynir altı suyunu hidrolize ederek ekmek mayası üretiminde kullanmaya yönelik çalışmalar yapılmaktadır (Pamir 1978, Trivedi ve ark. 1986).

Mayanın besin maddeleri gereksinimi kendi bileşimi esas alınarak verildiğinde; 100 gram maya kuru maddesi elde edebilmek için; 200 g sakkaroz, 10,32 g amonyak, 7,5 g mineral madde, 100,44 g oksijene ihtiyaç vardır. Bu durum şu şekilde formülize edilebilir (Canbaş 1995):



Kuru madde esasına göre, maya ağırlığının % 6-9'u kadar kül içerir. Melastaki fosfatlar mayanın ihtiyacını karşılayacak düzeyde değildir. Fosfor eksikliği mayanın verimini düşürür ve mayanın dayanıksız olmasına neden olur. Bunun için, ortama süper fosfat, triple-süper fosfat'ın su veya asitle muamelesiyle elde edilen ekstraktları ilave edilir. Polifosfat formundaki fosforu mayanın kullanması çok zor olduğundan, ticari üretimlerde amonyum fosfat tercih edilir (Pamir 1985, Canbaş 1985, Trivedi ve ark. 1986).

Melasta magnezyum miktarı da maya üretimi için yeterli değildir. Maya ortamda bulunan magnezyumun ancak %70-80 kadarını kullanabilir (Pamir 1985). Bu nedenle ortama magnezyum sülfat şeklinde magnezyum ilavesi yapılır (Canbaş 1985, Wolniewicz ve ark. 1988).

Melasta bulunan kalsiyum, potasyum, sodyum ve sülfat maya üretimi için yeterli seviyededir. Mayanın, demir, çinko, bakır gibi iz elementlere de ihtiyaç duyduğu, bunların ve diğer iz elementlerin melastan ve işletme suyundan karşılanabildiği bildirilmektedir (Akman 1964, Pamir 1978, Pyley 1988).

Maya, maksimum gelişim için; biyotin, pentatonik asit ve inozitole ihtiyaç duyar. İnozitol ve pentatonik asit melasta maya ihtiyacını karşılayabilecek düzeyde bulunurken, biyotin eksikliği sözkonusudur (Telefoncu 1995, Canbaş 1995). Biyotin eksikliğini gidermek için bir gram maya kuru maddesi için 1.25 µg biyotin ilavesinin en yüksek verimi sağladığı belirlenmiştir. Ayrıca biyotin eksikliğini gidermek amacıyla şeker pancarı melası ile biyotin içeriği oldukça yüksek olan (65 µg) şeker kamışı melasını karıştırmak iyi bir önlem olabilmektedir (Pamir 1978).

Tiyamin ve piridoksin, melasta eksikliği durumunda ortama ilave edilen vitaminlerdir. Bunlar genelde maya ihtiyacını karşılayacak düzeyde melasta bulunmaktadır. Tiyamin, hamur fermantasyonunu hızlandırıcı etkiye sahip olduğu için gereğinden fazla miktarda ortama ilave edilebilmektedir (Canbaş 1995). Piridoksin de hamur kabartma gücünü artırıcı etkiye sahip bir vitamindir (Peppler 1960).

Melasta bulunan azotlu madde miktarı, mayanın ihtiyaç duyduğu miktarın çok azını karşılar. Azot kaynağı olarak çeşitli amonyum tuzları kullanılabilir. Bunlar; %20-21 azot ihtiva eden amonyum sülfat, %18-21 azot ihtiva eden %20-25 konsantrasyonda NH₃ ve %26 azot ihtiva eden amonyum klorür ve diamonyum

fosfattır. Azot kaynağı olarak tozu alınmış malt çiminin kullanımı da iyi sonuçlar vermektedir (White 1954, Pamir 1985).

Azot kaynağının kullanılabilirliği konusunda yapılan çalışmalarda; amonyum iyonlarının maya tarafından kullanımı üzerine pH'nın etkisi olmazken, sıcaklığın etkili olduğu bildirilmiştir. Maksimum maya üremesinin sağlanabilmesi için amonyum klorürün aşağıdaki formüle göre ilavesi en uygun sonucu vermektedir.

$$N_{NH_4Cl} = 0.00057 T + 0.0179$$

(N : Normalite T: Sıcaklık)

Azotlu maddelerin besin ortamına ilavesi, şeker ilavesi kadar hassasiyet taşımaz. Azotlu maddelerin tamamı fermantasyonun başlarında ortama ilave edilebilir (Canbaş 1995).

Ekmek mayası, şeker kaynağı olarak, glukoz, fruktoz ve mannozu çok rahat kullanabilir. Ancak, sakkaroz ve maltozu kullanabilmek için enzim hidrolizine ihtiyaç duyar (Pylar 1988). Melasta toplam şeker miktarı % 47-52 arasında değişmekte, bunun % 0.5-2'lik kısmını rafinoz, %0.1'lik kısmını indirgen şeker oluşturmaktadır (Pamir 1978).

Maya üretimi sırasında ortamda şeker konsantrasyonunun %5'in üzerine çıkması istenmez (White 1954). %0.5-1.5 şeker konsantrasyonunun iyi sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Fraizer ve Westhoff 1988). Besin ortamına şeker ilavesinde önemli husus, fermente olabilir şeker konsantrasyonunun, etanol oluşumuna imkan vermeyecek kadar düşük olmasıdır. Sanayide düşük konsantrasyonda şeker ilavesi, sulandırılmış melasın, havalandırılan ve karıştırılan sıvı ortama sürekli bir sistemle aktarılmasıyla gerçekleştirilmektedir (Canbaş 1995).

Ekmek mayasının üreyebilmesi için ortamın kuvvetli bir şekilde havalandırılması gerekir. *Saccharomyces cerevisiae*'nin oksijen ihtiyacı 500-600 ml O₂/g kuru maddedir (Ertugay ve Certel 1995). Sıcaklık, basınç ve yüzey gerilimi havalandırmanın verimini etkilemektedir. Kuvvetli karıştırma, havalandırmanın verimini artırırken, köpük giderici maddeler verimi düşürmektedir (Rainbow ve Rose 1963).

Maya üretiminde havalandırma için harcanan enerji, maya maliyetinin %10-20'sini oluşturmaktadır (Underkofler ve Hickey 1954).

Mayanın oksijenli ortamda üretimi sırasında besin bileşenleri dışında dikkat edilmesi gereken üç husus vardır (Canbaş 1995):

- Ortama şeker verilirken, mayanın gelişimini önleyici etkisi göz önünde bulundurularak şeker konsantrasyonu, 300 mg/l'nin altında bulundurulmalıdır.

- Mayanın gelişme hızı belli bir düzeyi geçmemelidir. Aksi halde aerobik fermantasyon olur ve maya verimi düşer.

- Ortama, hücreye kısmi basınç oluşturacak kadar oksijen verilmelidir.

Ortama verilecek havanın iyi bir şekilde dağıtılması maya verimi için önemlidir. Bu nedenle havanın fermentöre girdiği noktada mekanik karıştırıcıların kullanılması ile ortama verilen oksijenin %40-50'sinin gaz fazdan sıvı faza geçmesi sağlanır.

Maya üretimi sırasında karşılaşılan en büyük sorunlardan biri, aşırı köpürmedir. Bunun önlenmesi için pek çok araştırma yapılmıştır. Duitschaver ve ark. (1988), yedi farklı köpük giderici madde üzerinde yaptıkları araştırmalarda, bu maddelerin maya aktivitesini inhibe edici bir etkiye sahip olmadıklarını bildirmişlerdir. Onodera ve ark. (1993), köpük giderici maddelerin, çözünmüş oksijen miktarını azaltmak yoluyla üremeyi inhibe edebileceğini, bunu önlemek için havalandırma ve karıştırma hızının artırılması gerektiğini bildirmişlerdir. Köpük giderici madde olarak alifatik alkoller, heksadekanol, tetradekanol, parafin yağı (Farbenindustrie 1934, King 1935), soya yağı, zeytin yağı, ayçiçek yağı kullanılabilir (Stanbury ve ark. 1993).

Ekmek mayası pH 3.5-6.0 arasında üremekte, en yüksek verimi pH 4.5-5.0 arasında vermektedir. Genel olarak bulaşma olasılığını azaltmak amacıyla mayanın düşük pH'larda üretilmesi tercih edilir. Ancak maya, düşük pH'larda melastaki renk pigmentlerini daha çok absorbe ettiğinden; maya rengi daha koyu olur. Üretim aşamasında, fermantasyonun sonlarına doğru pH yükseltilerek, açık renkli ürün elde edilir (Canbaş 1995).

Mayanın üreme hızına sıcaklığın etkisini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda, mayanın en yüksek üreme hızına 30-36 °C arasında ulaştığı bildirilmiştir (White 1954, Reed ve Nagodawithava 1991). Özgül üreme katsayısı ise en yüksek 30-32 °C'ler arasında tespit edilmiştir (Canbaş 1995). Ticari üretimlerde,

verim düşük sıcaklıklarda arttığından, genel olarak fermantasyon 30°C'de yürütülmektedir.

Maya üretiminde karıştırma hızı ve karıştırıcı türü, havalandırmanın etkinliği açısından çok önemlidir. Fermentör hacmine bağlı olarak karıştırma hızı değişmekte 0.02 m³'lük fermentör hacminde 250-450 dev/dak'lık hız kullanılırken, 1-20 m³ hacime sahip fermentörler de karıştırma hızı 120-180 dev/dak yeterli gelmektedir (Certel ve Ertugay 1995).

Ticari düzeydeki fermantasyonlarda maya veriminin, kuru madde üzerinden, fermente olabilir karbonhidratların %50'si oranında olduğu bildirilmiştir. Maya üretiminde ortaya çıkan enerji, her 1 gram maya kuru maddesi için 3.4-3.8 kalordir (Reed ve Nagodawithava 1991, Canbaş 1995). Ortamın sıcaklığını kontrol altında tutabilmek için ortaya çıkan bu enerjinin uzaklaştırılması gerekir. Ticari fermentörlerin iç kısımlarında bulunan soğutma düzenleri ile bu ısı uzaklaştırılmaktadır (Canbaş 1995).

Havalandırılmalı fermentörlerde, fermentör hacmine göre güç ihtiyacı değişmektedir. 0.1 m³ hacme sahip bir fermentörde güç ihtiyacı, 11-13 kwh/m³'dur (Ertugay ve Certel 1995).

Maya üretiminde büyük hacimli, kapalı, içine hava verilebilen ve sürekli olarak substratla beslenebilen tanklar kullanılır. Bunlar paslanmaz çelikten ve genel olarak 75-225 m³ hacminde üretilir. Üretim sırasında kabın üçte birlik kısmı boş bırakılır (Canbaş 1995).

Üretim kapları dizayn edilirken, boyutlar ve özellikle yükseklik/çap oranı önemli bir parametredir. Bunun dışında havalandırma ve soğutma düzenlerine çok dikkat edilir. Fermentörlerde kullanılan havalandırma sistemleri döner ya da sabit sistemlerdir. Döner sistemlerde, oluşan maya için harcanan hava miktarı 2-4 m³/kg maya iken sabit sistemlerde 5-8 m³/kg mayadır (Canbaş 1995).

Üretilen maya, vakumlu filtreler yardımıyla süzülür. Bu filtreler bir mil etrafında dönen yatay bir silindirden oluşur. Vakum pompası yardımıyla tüm silindir yüzeyine uygun bir vakum uygulanarak mayanın fazla suyu uzaklaştırılır (Canbaş 1995).

Sıvı ferment sistemi, geleneksel *sponge*'un sert plastik hamurunun değişikliğe uğratılarak, pompa ile aktarılabilir sıvı bir forma sokulması ile elde

edilmiştir (Kulp 1983). Sıvı ferment sistemleri, un ve su fermentler olarak iki grupta incelenmektedir.

Unlu fermentlerin üretim hattında; un dışındaki kuru ingredientlerin karıştırıldığı mikser, unun karıştırıldığı tank, fermantasyon ünitesi, üretilen sıvı fermentin soğutulması için ısı değiştirici, fermentin ekmek üretiminde kullanılana kadar düşük sıcaklıkta (5.0 -10°C) bekletildiği bekleme tankı ve hamur yoğurucu bulunmaktadır. Su fermentlerin üretiminde kuru ingredient mikseri ve un karıştırma tankı iptal edilmiştir. Bu bileşenler direkt olarak fermantasyon tankına aktarılmaktadır (Thompson 1980, Kulp 1983). Unlu sıvı fermentler bekleme tankından miksera aktarılırken; ölçüm tankından geçirilmektedir. Su fermentler ise miksera akışmetre aracılığıyla aktarılmaktadır (Pomeranz 1988).

Sıvı ferment üretimi sırasında ortamın tampon kapasitesine bağlı olarak, pH ve toplam titrasyon asitliğinde değişimler olmaktadır. Sıvı fermentte ortamın asitliği; pH olarak 4.5, titrasyon asitliği olarak ise 7.5 olması, optimum ekmek kalitesi açısından gerekli görülmektedir. Su ve un fermentlerde toplam titre edilebilir asitlik, maksimum değeri 1,5 saat sonra almaktadır (Kulp 1983, Pylar 1988).

Sıvı fermentlerde asitliğin kontrolü amacıyla tampon maddeler kullanılmaktadır. Sıvı ferment denemelerinde sakkaroz kullanılmakta ve hızlı bir şekilde glukoz ve fruktoza parçalanmaktadır (Pomeranz 1988). Sıvı fermentlerde fruktozun kullanım hızı glukozdan daha yavaş olup ortam asitliğine olan hassasiyeti daha yüksektir. Ortam asitliği etanol oluşumunu da direkt olarak etkilemekte ve tampon madde içeren ve içermeyen sıvı ferment uygulamalarında farklı miktarda etanol oluşumu belirlenmektedir (Pomeranz 1988).

Sıvı fermentte olgunlaşma süresi; kullanılan substrat, maya besin maddesi, tampon maddeler ve inkübasyon sıcaklığına bağlı olarak; 45-150 dakika arasında değişim göstermektedir (Pylar 1988).

Sıvı fermentlerde fermantasyon süresinin fonksiyonel özellikler (viskozite, nem içeriği, asitlik, kabarma gücü) üzerine etkisi 2-6 saatlik sürelerde araştırılmış ve *Dubrudzha* tipi beyaz ekmek üretiminde en iyi sonuçların, 5 saatlik fermantasyon süresinde belirlendiği bildirilmiştir (Bratovanova ve ark. 1986). Sıvı ferment sisteminde arzu edilen ferment olgunluğuna kısa sürede erişebilmek için ortama değişik katkıları ilave edilmektedir.

Maya aktivasyonu için besin maddesi olarak; diamonyum fosfat, potasyum sülfat ve kalsiyum karbonat kombinasyonu (Pylar 1988) potasyum bromat (Kulp 1983) ve kalsiyum propiyonat ile yağsız süttozu kombinasyonu önerilmektedir. Ortam reaksiyonunu ayarlama; kalsiyum karbonat, monokalsiyum fosfat ve sodyum alüminyum fosfat kullanılmaktadır (Kulp 1983, Pylar 1988). Ortam reaksiyonunu düzenlemede kullanılan diğer maddeler; kalsiyum karbonat, amonyum klorit, kalsiyum sülfat, sodyum klorittir. Oksidant olarak, $KBrO_3$ kullanılmaktadır (Kulp ve ark. 1985). Sıvı fermentlerde amonyum, fosfat, magnezyum, sülfat ve potasyum iyonları, gaz üretim gücünü artırırken; demir, bakır manganez, çinko ve EDTA gibi çelat oluşturabilen maddelerin gaz üretim gücü üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir (Ling ve Hosenev 1977).

Sıvı ferment yöntemi kullanılarak hazırlanan hamurların özellikleri, farinogram ve miksogram kullanılarak tespit edilmiştir. Buna göre; fermentasyon süresi tamamlanmış su fermentlerin, hamurun konsistens ve stabilitesini değiştirmediği belirlenmiştir. Optimum olarak tamponlanmış su fermentlerin hamurda su absorpsiyonu üzerine önemli etkisi olmadığı ve hamur stabilitesini çok az artırdiğı ifade edilmiştir. Un fermentlerde ise, un miktarı arttıkça su absorpsiyonu az da olsa azalmaktadır (Pomeranz 1988).

Sıvı ferment yöntemi ile üretilen ekmeklerin kalitesinin tespiti için referans olarak, toplam unun %70'inin sponge üretiminde kullanıldığı sponge hamur yöntemi ile üretilen ekmekler kullanılmış ve değerlendirme sonucunda birbirlerine yakın puan toplamışlardır. %50'nin altında un kullanılarak üretilen sıvı ferment ekmekleri, su fermentlerle üretilen ekmeklerden daha az kabul görmekte, artan un oranı proof süresini kısaltıp, ekmek hacmini artırmaktadır (Pomeranz 1988). %10 un katkılı sıvı fermentle yapılan ekmek, kabuk rengi hariç diğer özellikleri bakımından kabul görürken, su fermentle üretilen ekmek; ekmek içi beyazlığı, ağız hassasiyeti ve kabuk rengi bakımından daha az kabul görmektedir (Ertugay ve ark. 1991). Kültür katkılı sıvı ferment ekmeklerinde ise; yoğurt katkılı ekmekler dış görünüş ve ekmek içi beyazlığı açısından beğenilirken, *Streptococcus lactis* katkılı ekmekler yumuşaklık ve genel kabul edilebilirlik açısından tercih edilmişlerdir (Elgün ve ark. 1991). Sıvı ferment prosesinde sadece yoğurma aşamasında maksimum %1,0 oranında soya ununun eklenmesi, ekmeğin kalitesini artırmaktadır (Skorikova 1981).

%6 oranında eklenen yağsız süt tozu ise, prosesin maliyetini, ürünün lezzet ve aromasını artırmaktadır (Bermell ve Barber 1979).

Değişik fırın ürünlerinin (ekmek, kek, bisküvi, tatlı krakerler) üretiminde de sıvı ferment kullanılabilir. Sıvı ferment üretiminde laktik asit ve asetik asit üreten mikroorganizmaların kullanılması ile (*Lactobacillus* ve *Gluconabacter*) daha lezzetli ve aromatik fırın ürünleri elde edilmektedir (Parliment ve ark. 1999). Şarap mayalarının sıvı ferment üretiminde kullanılması ile ekmek aroma ve lezzetini artırmaya yönelik çalışmalarda, beyaz şarap mayasının ekmeğe ilginç bir aroma verdiği bildirilmiştir (McKinon ve ark. 1996).

Sıvı fermentlerde farklı oranda maya ve şeker kullanımı, ekmekteki aroma ve lezzet maddelerinin miktarını etkilemektedir. Konsantre sıvı fermentlerden hazırlanan ekmeklerde organik asit, karbonil bileşikleri ve alkol miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Konsantre sıvı fermentle hazırlanan ekmeklerin organoleptik değerlendirmelerinde de belirgin aroma ve lezzete sahip olduğu belirlenmiştir (Cole ve ark. 1963). Sıvı ferment sistemlerinde uçucu bileşen araştırmaları sonucunda; etanol, *n*-propanol, isobütanol, isoamilalkol, aseton, furfural, asetik asit, etil asetat, belirlenmiştir (Wick ve ark. 1964).

Yapılan bir araştırmada, sıvı ferment yöntemi ile üretilen ekmeklerin bayatlama süresinin tespiti amacıyla 1. 4. ve 6. günde sertlikleri ölçülmüş ve tazeliğin belirlenmesi için organoleptik analizler yapılmıştır. Su ferment kullanılarak üretilen ekmeklerin %40 un içeren sıvı fermentle yapılan ekmeklerden ve sponge hamur (toplam unun %70'i sponge için kullanılmakta) yöntemi ile üretilen ekmeklerden daha sert olduğu tespit edilmiştir. %40 un içeren sıvı ferment ekmeği ve sponge hamur yöntemi ile yapılan ekmek sertlik bakımından farklı bulunmamıştır. Organoleptik testlerle tazelik belirlenmiş; su fermentle hazırlanan ekmeğin tazeliğinin %40 un içeren ferment ve sponge hamur yöntemleri ile hazırlanan ekmeklerden az olduğu, ancak ekmeklerin tazelikleri arasındaki farkın önemsiz olduğu belirlenmiştir (Pomeranz 1988).

Stabil ferment prosesi, sıvı ferment hazırlama yöntemlerinden ilk geliştirilenidir. Formülasyonu 100 gram un esasına göre; %70 su, %2 maya, %0.5 maya gıdası, %0.4 malt, %3 şeker, %6 yağsız süttozu, %2 tuzdur. Sıvı ferment hazırlanırken, formülasyon için gerekli su hacmi 95-100 °F (35-38 °C) da ölçülerek

tanka ilave edilir ve katı ingredientler bu su içerisinde dağıtılır. Karışım hassas bir karıştırma altında, sabit sıcaklıkta, 6 saat femente ettirilir. Oluşan olgun ferment hemen ekmek hamuru yapımında kullanılır ya da stabil şartlar altında 50 °F (10°C)'de depolanır. Bu sıcaklıkta 48 saat fermentatif gücünü korur.

Kullanılan ferment, hamur yapımı sırasında, unun absorpsiyon ihtiyacını kısmen karşılayabilmekte, un ve diğer hamur ingredientleri ile birlikte mikserde konulup yoğurulmakta ve daha sonra hamura işlenmektedir (Pylar 1988).

Su ferment formülasyonuna bir örnek; 100 Ibs (453.6 kg) un esasına göre; 30.0 Ibs (13.6 kg) su, 1.5 Ibs (0.68 kg) maya, 1.0 Ibs (0.45 kg) tuz, 3.0 Ibs (1.36 kg) şeker, 0.5 Ibs (0.23 kg) tampon ve maya gıdası olarak verilmiştir. Fermentin başlangıç sıcaklığı 80°F (27°C) olup; sıcaklık, fermantasyon sırasında 95°F (35°C)'ye yükselmekte ve fermantasyon 3.5 saat içinde tamamlanmaktadır. Reaksiyon sonucu oluşan fermentin, pH'sı 4.9'da stabilize edilerek, 60°F (16°C)'e soğutulmakta ve bu sıcaklıkta 48 saat aktivitesini kaybetmeksizin tutulabilmektedir (Pylar 1988).

Unlu fermentlerde sıvı fermente katılacak un miktarı, kullanılacak unun %0 -70'i arasında değişmektedir. Fermente katılan un, akıcılığı azaltırken ortamın tampon kapasitesini artırmakta ve hamurun su absorpsiyonunu biraz düşürmektedir (Kulp, 1983). Unlu ferment sistemleri daha da geliştirilerek çeşitli fırın ürünlerinin üretiminde sıvı ferment konsantratları kullanılmaya başlanmıştır. Bu konsantratlara *Fermitech* adı verilmekte ve canlı mikroorganizma kültürleri kullanılarak granüle formda üretilmektedir. Üretim sırasında buğday unu, doğal meyve aromaları, maya, peynir altı suyu, bitkisel yağ, malt ve mısır şurubu kullanılmaktadır. Elde edilen konsantrat en az 6 hafta kuru oda şartlarında stabilitesini koruyabilmektedir (Lynn 1985).

Sıvı fermentler temelde en fazla fermentteki un seviyesinden etkilenir. Belirlenen sıcaklıkta, unsuz fermentlerde fermantasyon süresi 1 saat iken, %40 un içerenlerde bu süre 2.0-2.5 saate yükselmektedir.

Sıvı fermentlerin yurt dışında firincılar tarafından yaygın olarak kabul görmesi ile değişik boyutta ve özellikte özel karıştırıcılar, fermantasyon, soğutma ve taşıma ekipmanları geliştirilmiştir. Çeşitli boyutlarda soğutmalı ve soğutmasız dikey tanklar, az miktardaki ingredientlerin karıştırılmasında, diğer ferment ingredientlerin

su ve un ile yoğrulmasında, fermantasyonda ve fermente olmuş sıvı fermentin depolanmasında kullanılmaktadır. Bu tanklar, kontrol panelleri, ölçme aletleri, aktarma pompaları, akış kontrol vanaları ve ısı değiştiriciler ile donatılmıştır. Saatlik kapasitesi 3000 lbs (1360 kg) hamur olan tek bir ürün hattının kullanılması, sıvı ferment sistemi için bir avantaj sayılabilmektedir.

Sıvı un ferment sisteminde doğru boyutlarda ekipmanların seçiminde dikkat edilmesi gereken iki husus vardır;

a. Her 1000 lbs (453.6 kg) hamur karışımı için 60 galon (227 l) gazsız sıvı ferment kullanılmalı,

b. Fermantasyon tankının maksimum dolum seviyesi, hacminin %50 sini aşmamalıdır.

Bu temellere dayanan şöyle bir sistem varsayımı yapılabilir; saatlik 17000 lbs (7711 kg) hamur kapasiteli bir ürün hattı için 1000 gal (3785 l)'luk karıştırma tankı, iki adet 800 galon'luk fermantasyon tankı ve 460 gal (1741 l)'luk soğutmalı bir tank ya da soğutmalı bekleme tankı.

Unsuз su fermentlerinde de aynı tanklar kullanılmaktadır. Tanklar çoğunlukla, fermantasyon sırasında homojen bir süspansiyon sağlanabilmesi için özel karıştırıcılarla donatılmıştır. Tanklar, genellikle hızlı soğutma ile fermantasyonun sona erdirilmesi sırasında gerekli sıcaklığın sağlanabilmesi için ceketli yapılmışlardır. Bu tür sistemler oldukça verimlidir, az alan kaplar ve ucuzdurlar. Ancak bu sistemde uzun hamur karıştırma süresi uygulanması çok büyük bir dezavantajdır.

Taze ferment genellikle özel bir fermantasyon tankına aktarılır. Bu tank ferment sıcaklık ve yoğunluğunun üniform olarak dağılabilmesi için, yavaş hızda sıyrıcı türde bir palet ile donatılmıştır. Fermantasyonun tamamlanması için ferment, plakalı ısı değiştiriciden geçirilerek sıcaklık 50-65°F (10-17.8°C)'a düşürülür.

Soğuk bekleme tankında ferment daha stabil durumdadır ve hamura karıştırılması sırasında, hamurun sıcaklık kontrolünü yapmak daha kolaydır. Ancak bu durumda karıştırma süresi uzamaktadır. Ferment yüksek sıcaklıkta olduğunda karıştırma süresi kısalmakta ancak, soğuk tankta bir geceden fazla muhafaza edilememektedir. Mayalar 50 °F (10 °C)'de dormant formda olup; 65 °F (17.8 °C)'de uzun süreli depolama esnasında asitlikte artışa neden olmaktadır. Yüksek hacimde

ferment üretimi için sürekli sistemler kullanılmaktadır. Bu sürekli sistemler maya süspansiyonu, tatlandırıcılar, minör ingredientler, un ve su ile kombine edilmiştir. Oluşan viskoz ferment, fermantasyon tankına aktarılır. Tank dolduğunda ferment otomatik olarak boş tanka aktarılır (Pomeranz 1988)



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Maya üretiminde hammadde olarak kullanılan melas, 1999 kampanya ürünü olarak Konya Şeker Fabrikası'ndan temin edilmiştir.

Maya gıdası olarak kullanılan ticari diamonyum fosfat (DAP), Pakmaya firmasından sağlanmıştır. Vitamin kaynağı olarak biyotin (Sigma), magnezyum kaynağı olarak teknik MgSO₄ (Merck) kullanılmıştır.

Üretimde kullanılan yaş maya (*Saccharomyces cerevisiae*) piyasadan günlük olarak temin edilip, buzdolabında (+4 °C) saklanmış ve her bir tekerrürde ayrı maya partisi kullanılmıştır.

Ortam asitliğinin kontrolü için teknik seyreltik sülfürik asit ve sodyum karbonat kullanılmıştır.

Ekmek denemelerinde, piyasadan sağlanan Tip 550 ekmeklik buğday unu ile iyi kalite sofralık rafine tuz kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Analitik Analiz Metotları

Melasta toplam şeker miktarları Lyne-Eynon yöntemi kullanılarak, kuru madde miktarı ise kurutma dolabında 80°C'de 24 saat bekletilerek tespit edilmiştir (Acar ve ark. 1997).

Üretim sonucu elde edilen maya çözeltisi Whatman 50 filtre kağıdından vakum altında süzülmüştür. Filtre kağıdı üzerinde kalan maya, filtre kağıdı ile birlikte, hava sirkülasyonlu kurutma dolabında 105°C' de 4 saat kurutularak filtre üzeri kuru madde tayini yapılmıştır (White 1954, Anon. 1981).

Filtre altı kuru maddenin tespiti için, filtre altına geçen süzükten 25 ml alınarak metal kurutma kabına aktarılmıştır. Yukarıdaki şartlarda kurutularak filtre altı kuru madde miktarı tespit edilmiştir. Filtre altı ve filtre üzeri kuru maddelerin toplamı, toplam kuru madde miktarını oluşturmuştur.

Ekmek pişirme denemelerinde kullanılan unun su miktarı kurutma dolabında 135°C de 2.5 saat ısı normuyla, protein tayini kjeldahl metoduyla yapılmıştır (Anon. 1990). Kül miktarı 900°C'de tayin edilmiştir (Anon. 1967). Yaş öz miktarının tespitinde glutomat 2200 kullanılmıştır (Özkaya ve Kahveci 1990) .

Ekmekler fırından çıktıktan sonra tartılarak ağırlık ve hacim ölçüleri saptanmıştır (Elgün ve Ertugay 1995). Polietilen poşette muhafaza edilen ekmeklere 24 saat sonra duyusal analiz uygulanarak; tekstür, ekmek içi rengi ve kabuk rengi 1-10, puan arasında puanlanmıştır.

3.2.2. Araştırma Metotları

3.2.2.1. Deneme Planı

Deneme, 3 farklı maya inokulum miktarı (0.250, 0.375 ve 0.500 gram), üç farklı özgül üreme hızı (%25, % 30 ve % 35), beş farklı üretim süresinde (1, 2, 3, 4 ve 5 saat), 2 tekerrürlü olarak kurulmuş ve 3x3x5x2 faktöriyel düzenleme şeklinde, tam şansa bağlı deneme planına göre yürütülmüştür (Düzgüneş ve ark. 1987).

3.2.2.2. Fermentör dizaynı

Maya üretiminin gerçekleştirildiği laboratuvar tipi fermentör, 1 litre hacminde, ısıtma ve soğutmanın sağlanabilmesi için çift cidarlı, gövde kısmı cam, kapak ve destek kısımları paslanmaz çelikten dizayn edilmiştir.

Fermentörde sıcaklık, pH ve havalandırmanın sürekli kontrol altında bulundurulabilmesi için, portatif bir pH-metre (Cyber Scan) ve termometre ile debisi ayarlanabilen bir hava pompası kullanılmıştır. Hızı ayarlanabilen ve uygun karıştırma paletlerine sahip karıştırıcı, (Heidolph RZR-2020) fermentör kapağına monte edilmiştir.

Soğutma ve ısıtma, termostatlı bir su banyosu (Poly Science-910) yardımıyla fermentörün cidarlarında su sirkülasyonu ile sağlanmıştır.

Asit, baz ve besin maddelerinin ilaveleri, fermentör kapağında bulunan ve sadece bu maddelerin ilavesi sırasında açılan bir tıpa aracılığıyla gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.3. Besin ortamının hazırlanması

3.2.2.3.1. Melasın hazırlanması

Melas kaynatma kabında 20 briks derecesine kadar sulandırılıp, pH 4.5 olacak şekilde sülfürik asit ilave edilmiştir. Daha sonra melas ağırlığının % 3'ü kadar süperfosfat ilave edilerek, köpük sönünceye kadar (10 dakika) kaynatılmıştır. 6 saat bekletildikten sonra, dibe çöken tortu uzaklaştırılmıştır (Canbaş 1995 ve Ercan 1997).

3.2.2.3.2. Diğer besin bileşenlerinin hazırlanması

Azot kaynağı olarak ilave edilen ticari diamonyum fosfat (DAP) on katı suda çözdürülerek çözelti halinde, biyotin ve $MgSO_4$ toz halde ilave edilmiştir. Maya üretimi sırasında saat başı ortama ilave edilen melas 1/10 oranında seyreltilerek, ortam asitliğinin ayarlanmasında yine saat başı ilave edilen sülfürik asit ve sodyum karbonat 0.5 N'lik çözeltiler halinde hazırlanarak kullanılmışlardır.

3.2.2.4. Maya üretimi

Maya üretiminde substrat olarak kullanılan, diamonyum fosfat (DAP), biyotin ve magnezyum sülfatın tamamı, melasın ise bir kısmı üretimin başlangıcında ortama ilave edilmiştir. Besin ortamına, üretilecek olan maya kuru maddesi baz alınarak; her bir gram maya kuru maddesi için 0.0516 g DAP ilave edilmiştir.

Melasın kalan kısmı, şeker konsantrasyonunu %5'in altında tutmak için; 2 gram şekerden 1 gram maya kuru maddesi oluşumu esas alınarak, her saat başı özgül üreme hızına uygun miktarlarda ilave edilmiştir (Trivedi ve ark. 1986).

Biyotin, besin ortamına, sterilizasyon sonrası, 1 gram maya kuru maddesi için 1.25 µg olarak ilave edilmiştir (Canbaş 1995).

MgSO₄ ise, besin ortamına, sterilizasyon öncesinde 1 gram maya kuru maddesi için 0.012 g ilave edilmiştir (Canbaş 1995).

Ortamın pH ayarı seyreltik asit (0.5N sülfürik asit) ve seyreltik baz (0.5 N sodyum karbonat) kullanılarak yapılmıştır (White 1954).

Üç farklı özgül üreme hızı ve üç farklı inokulum miktarı için, besin ortamı formülasyonları, ilk bir saatlik üretim süresi için aşağıda örneklendirilmiştir. Buna göre;

- %25 Özgül üreme hızında, 0.250 gram başlangıç inokulum miktarında; 145.8 ml su, 0.146 ml melas, 0.35 ml DAP, 0.0011 g MgSO₄, 0.109 µg biyotin,
- %30 Özgül üreme hızında, 0.375 gram başlangıç inokulum miktarında; 262.5 ml su, 0.263 ml melas, 0.525 ml DAP, 0.0016 g MgSO₄, 0.164 µg biyotin,
- %35 Özgül üreme hızında, 0.500 gram başlangıç inokulum miktarında; 408 ml su, 0.408 ml melas, 0.7 ml DAP, 0.0021 g MgSO₄, 0.219 µg biyotin olarak kullanılmıştır.

2., 3., 4. ve 5. saatlerde, söz konusu maddeler, hedeflenen maya kuru maddesi miktarını sağlayacak şekilde besin ortamına ilave edilmiştir.

Biyotin dışında tüm bileşenler besin ortamına, ilave edilip otoklavda sterilize edilerek, 30 °C'ye soğutulmuş ve pH 4.5'e ayarlanmıştır. Daha sonra biyotin ve yaş maya eklenerek üretime başlanmıştır.

Besin ortamı, fermentör içinde 400 rpm hızla karıştırılarak ve sürekli havalandırılarak (0.4 m³/saat hava debisi) üretim gerçekleştirilmiştir.

Üretim 1,2,3,4 ve 5 saatlik ayrı denemeler halinde düzenlenmiştir. Sözkonusu üretim süreleri sonunda elde edilen maya Whatman 50 filtre kağıdından vakumla süzülerek; filtre kağıdında ve süzükte kalan maya kuru madde miktarı belirlenmiştir. Böylece maya üretim miktarını takip etmede, filtre üzeri maya kuru maddesi miktarı, ölçüm parametresi olarak kullanılmıştır (White 1954).

3.2.2.5. Gaz üretim gücü denemeleri

Üretilen yaş mayanın aktivitesini tahmin etmede, hamurdaki gaz üretim gücü, ticari yaş maya ile karşılaştırılarak tespit edilmiştir.

Bu amaçla; 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 ve 3.0 gram ticari yaş maya 500 ml suda eritilip, maya bileşimindeki şeker yıkandıktan sonra Whatman 50 filtre kağıdından süzülmüştür. Üretilen yaş maya çözeltisi de filtre kağıdından süzüldükten sonra, aynı şartlarda; filtre üzerinde kalan yaş mayalar, 60 ml su ile yıkanarak 100 gram un içerisine ilave edilmiştir. Bu karışıma un esasına göre; %1.5 tuz katılarak hamur yoğurma makinesinde (Hobart N50) olgun hamur elde edilene kadar yoğrulmuştur. Elde edilen ekmek hamurundan 20 g bölünerek fitil şekline getirilmiş ve 100 cm³ hacmindeki dereceli mezüre konulup, hamur yüzeyinden bastırılarak sıkıştırılmıştır.

Mezür 30 °C'lik etüvde (Nüve EN-500) 120 dakika bekletilmiş ve bu süre içerisinde her 15 dakikada bir hamur hacmindeki artış kaydedilmiştir.

3.2.2.6. Ekmek pişirme denemeleri

Ekmek pişirme denemeleri, maksimum maya miktarının elde edildiği %30 özgül üreme hızında, 0.500 inokulum miktarında, 5 saatlik üretim süresi sonunda elde edilen filtre üzeri maya kullanılarak yapılmış, üretilen maya ile yapılan ekmek bunlarla mukayese edilmiştir. Ayrıca ekmek özelliklerinin karşılaştırılabilmesi amacıyla, farklı miktardaki ticari yaş maya (%0.5, %1.0, %1.5, %2.0, %2.5 ve %3.0) kullanılarak ekmek yapılmıştır.

Ekmek pişirme denemelerinde, AACC Metot 10/10, yerli unlarımızın kalitatif potansiyeli ve ülkemizdeki ekme pişirme metodu göz önüne alınarak modifiye edilerek kullanılmıştır.

Bunun için; söz konusu maya örnekleri, 100 gram una karıştırılarak, un esasına göre; %60 su, %1,5 tuz ile olgun hamur elde edilene kadar yoğuruldu. 30+30 dakika %90 nispi nemde ve 30°C sıcaklıkta kitle fermantasyonuna bırakıldı. Katlanıp havalandırılarak 60 dakikalık son fermantasyona tabi tutuldu. Kabaran hamurlar fırında (Arçelik ARMD-580) $230\pm 5^{\circ}\text{C}$ 'de 25 dakika pişirildi. Elde edilen ekmeklerin, fırın çıkışında ağırlık ve hacim ölçümleri yapıldı. Spesifik hacim değerleri hesaplandı (Elgün ve Ertugay 1995).

3.2.2.7. Sonuçların değerlendirilmesi

3.2.2.7.1. İstatistiksel analizler

Araştırma sonucunda elde edilen veriler, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bilgi İşlem Merkezi'nde varyans analizine tabi tutulup, farklılıkların istatistiksel önem sınırları tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanarak karşılaştırılmıştır. İstatistiksel analiz sonuçları tablolar halinde özetlenmiş ve önemli bulunan interaksiyonlar şekiller üzerinde tartışılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987).

3.2.2.7.2. Matematiksel modelleme

Maya üretiminin matematiksel olarak modellenmesi için, üç farklı yaş maya miktarı (0.250, 0.375 ve 0.500 gram), üç farklı özgül üreme hızında (%25, %30 ve %35) ve beş farklı üretim süresinde (1, 2, 3, 4 ve 5 saat) elde edilen filtre üzeri kuru madde miktarlarına ait rakamlar Minitab istatistik programında değerlendirilmiştir. Filtre üzeri kuru madde miktarı, özgül üreme hızı, üretim süresi ve başlangıç inokulum miktarına bağlı olarak modellenmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Analitik Sonuçlar

Maya üretiminde kullanılan melasa ait analitik analiz sonuçları Çizelge 4.1'de, ekmeğin pişirme denemelerinde kullanılan una ait bazı analiz sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Melasa Ait Analitik Analiz Sonuçları

Bileşen	Miktar (%)
Toplam kuru madde	80
Toplam şeker *	52
Toplam azot*	1.7

* Kuru madde esasına göre

Çizelge 4.2. Una Ait Analitik Analiz Sonuçları

Bileşen	Miktar
Su (%)	14.90
Kül* (%)	0.50
Protein**(%)	12.10
Yaş gluten (%)	27.50
Gluten indeks (%)	88.56
Alveogramda enerji (Joule)	246.81

* Kuru madde esas

** Faktör =5.70

4.2. Araştırma Sonuçları

4.2.1. Üretilen ekmeğe mayalarına ait kuru madde miktarları

Üretilen ekmeğe mayalarının filtre üzeri ve toplam kuru madde miktarlarına ait sonuçlar Çizelge 4.3'de, grafikleri ise Şekil 4.1'de verilmiştir. Bu kuru madde değerlerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4'de, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.5, 4.6 ve 4.7'de gösterilmiştir.

4.2.1.1. Filtre üzeri kuru madde miktarı

Varyans analiz sonuçlarına göre; özgül üreme hızının, inokulum miktarının ve üretim süresinin, filtre üzeri kuru madde üzerine istatistiki olarak önemli ($p < 0.01$) düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.4).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; %25 özgül üreme hızında, diğer özgül üreme hızlarına göre daha düşük miktarda filtre üzeri kuru madde belirlenirken; %30 ve %35 özgül üreme hızlarında elde edilen filtre üzeri kuru maddeler arasında istatistiki olarak bir fark belirlenmemiştir. Buna karşılık toplam kuru madde sürekli artış göstermektedir (Çizelge 4.5).

%30 özgül üreme hızına kadar, üreme hızı arttıkça filtre üzeri kuru madde miktarında artış belirlenmiştir. Ancak %35 özgül üreme hızı uygulandığında, başlangıçtaki hızlı maya artışı çok kısa süre sonra yerini, önceleri azalan, sonraları tamamen durmuş bir metabolizmaya bırakmıştır. Bu durumun, ortamda aşırı besin maddesi tüketimi, biriken metabolitler ve otolizden kaynaklandığı söylenebilir. Buna bağlı olarak verimde önemli bir düşmeye neden olmuştur (White 1954, Canbaş 1995). Bu sonuç %30 özgül üreme hızından sonra ekonomik üretim olmadığını göstermektedir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; inokulum olarak ortama ilave edilen maya miktarı arttıkça; filtre üzeri kuru madde miktarları artmaktadır (Çizelge 4.6). Bu durum başlangıç inokulum miktarının artmış olmasından kaynaklanan doğal bir sonuç olabilir.

Çizelge 4.3. Farklı Yaş Maya İnokulasyonu ile Melas Ortamında Farklı Sürelerde ve Özgül Üreme Hızlarında Elde Edilen Filtre Üzeri ve Toplam Maya Kuru Maddesi Değerleri

İnokulum Miktarı(g)	Üretim Süresi (saat)	Özgül Üreme Hızı (%)					
		%25		%30		%35	
		Filtre Üzeri K.M (g)	Toplam K.M (g)	Filtre Üzeri K.M (g)	Toplam K.M (g)	Filtre Üzeri K.M (g)	Toplam K.M (g)
0.250	0	0.0690	0.0803	0.0690	0.0800	0.0690	0.0800
		0.0691	0.0801	0.0691	0.0801	0.0691	0.0803
	1	0.1050	0.4123	0.1200	0.4496	0.1438	0.4753
		0.1060	0.4061	0.1205	0.4421	0.1442	0.4662
	2	0.1311	0.4831	0.1563	0.5278	0.1931	0.6023
		0.1306	0.4889	0.1527	0.5339	0.1891	0.6043
	3	0.1613	0.5429	0.1942	0.6063	0.2102	0.6883
		0.1619	0.5417	0.1915	0.6057	0.2155	0.6908
	4	0.2049	0.6304	0.2433	0.7178	0.2397	0.7449
		0.2012	0.6312	0.2428	0.7183	0.2355	0.7483
5	0.2414	0.7199	0.3067	0.8053	0.2612	0.8327	
	0.2400	0.7212	0.3030	0.8153	0.2630	0.8253	
0.375	0	0.1049	0.1329	0.1049	0.1329	0.1049	0.1329
		0.1049	0.1329	0.1049	0.1329	0.1049	0.1329
	1	0.1559	0.5827	0.1667	0.6460	0.1710	0.6838
		0.1539	0.5822	0.1663	0.6453	0.1710	0.6820
	2	0.1890	0.6460	0.2004	0.7334	0.2419	0.8289
		0.1830	0.6419	0.2003	0.7331	0.2413	0.8237
	3	0.2235	0.7247	0.2639	0.8451	0.2852	0.9571
		0.2229	0.7257	0.2628	0.8446	0.2856	0.9577
	4	0.2880	0.8828	0.3524	0.9446	0.3289	1.0682
		0.2870	0.8822	0.3524	0.9549	0.3276	1.0672
5	0.3730	1.0110	0.4218	1.1729	0.3531	1.1856	
	0.3764	1.0104	0.4206	1.1708	0.3530	1.3662	
0.500	0	0.1298	0.1798	0.1298	0.1798	0.1298	0.1798
		0.1298	0.1821	0.1291	0.1814	0.1294	0.1817
	1	0.1940	0.7946	0.2117	0.8142	0.2453	0.8012
		0.1965	0.7925	0.2108	0.8225	0.2522	0.8011
	2	0.2454	0.9048	0.2659	0.9658	0.3103	0.9625
		0.2422	0.9030	0.2766	0.9652	0.3268	0.9958
	3	0.2906	1.0226	0.3485	1.1280	0.3760	1.1306
		0.2939	1.0158	0.3480	1.1292	0.3598	1.1247
	4	0.3480	1.2007	0.4342	1.3270	0.4089	1.4468
		0.3484	1.1985	0.4410	1.3386	0.3987	1.4389
5	0.4213	1.3233	0.5098	1.4990	0.4225	1.5460	
	0.4185	1.3135	0.5120	1.5039	0.4230	1.5440	

* K.M : Kuru Madde

Çizelge 4.4. Kuru Madde Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

VK	SD	Filtre Üzeri Kuru Madde		Toplam Kuru Madde	
		KO	F	KO	F
Özgül Üreme Hızı(A)	2	0.016	813.288**	0.161	80.861**
İnokulum Miktarı(B)	2	0.142	7063.765**	1.736	870.558**
Süre(C)	5	0.171	8498.287**	2.162	1083.939**
Ax B	4	0.000	21.133**	0.009	4.431**
AxC	10	0.003	134.452**	0.013	6.580**
BxC	10	0.004	212.805**	0.069	34.448**
AxBxC	20	0.000	10.164**	0.04	2.065*
Hata	54		0.000		0.002

* p<0.01 düzeyinde önemli

** p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.5. Farklı Özgül Üreme Hızlarına Göre Değişen Filtre Üzeri ve Toplam Kuru Madde Miktarları Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları*

Özgül Üreme Hızı (%)	Filtre Üzeri Kuru Madde (g)	Toplam Kuru Madde (g)
25	0.215b	0.669c
30	0.251a	0.756b
35	0.235a	0.801a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.01).

Çizelge 4.6. Farklı İnokulum Miktarlarına Göre Değişen Filtre Üzeri ve Toplam Kuru Madde Miktarları Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları*

İnokulum Miktarı (g)	İnokulumun Kuru Ağırlığı** (g)	İnokulum Filtre Üzeri Kuru Madde*** (g)	Filtre Üzeri Kuru Madde (g)	Toplam Kuru Madde (g)
0.250	0.075	0.0690	0.175c	0.529c
0.375	0.1125	0.1049	0.243b	0.729b
0.500	0.1500	0.1298	0.301a	0.986a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.01).

** İnokulum olarak besin ortamına ilave edilen kuru maya miktarı

*** İnokulum olarak katılan yaş mayanın filtre edilmesi sonucunda filtre kağıdı üzerinde kalan maya kuru maddesi

Çizelge 4.7. Farklı Üretim Sürelerine Göre Değişen Filtre Üzeri ve Toplam Kuru Madde Miktarlarının Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları*

Üretim Süresi (saat)	Filtre Üzeri Kuru Madde (g)	Filtre Altı Kuru Madde (g)	Toplam Kuru Madde (g)
0	0.105f	0.030f	0.135f
1	0.170e	0.459e	0.629e
2	0.215d	0.526d	0.741d
3	0.259c	0.588c	0.823c
4	0.316b	0.682b	0.997b
5	0.372a	0.753a	1.126a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.01).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; üretim süresi arttıkça filtre üzeri kuru madde miktarları artmaktadır (Çizelge 4.7). Bu durum, her saat başı ortama, gerekli maya besin maddesinin eklenmesi ve bunun maya tarafından kullanılan kısmının filtre üzeri kuru maddeyi artırmasından kaynaklanmaktadır.

Filtre üzeri kuru madde miktarı doğrudan üreyen maya miktarını ifade ettiğinden, en önemli ölçü parametresidir. Ortama ilave edilen ve kullanılmayan substrat fazlası, küçük ya da otoliz olmuş maya hücreleri, mayanın süzülmesi sırasında filtre altına geçerek; süzükteki kuru madde miktarını artırmakta ve bu artış direkt olarak toplam kuru madde miktarına yansımaktadır. Bu durum maya artışının hesaplanmasında sapmalara neden olmaktadır.

Bu nedenle bu çalışmada, maya üretimine ait performans ölçümü ve diğer tüm hesaplamalarda, filtre üzeri kuru madde miktarı esas alınmıştır

Varyans analiz sonuçlarına göre, istatistiki olarak önemli bulunan (p<0.05) filtre üzeri kuru madde üzerine etkili **Süre x Özgül üreme hızı x İnokulum miktarı** interaksiyonu Şekil 4.1'de gösterilmiştir. %25 özgül üreme hızında 0.250g başlangıç inokulum miktarında 3. saate kadar yavaş, 3. saatten sonra daha hızlı bir maya kuru maddesi artışı gözlenmektedir (Şekil 4.1). Başlangıç inokulum miktarının artırılması (0.500 g) durumunda ise, 3. saatten sonra maya artışında azalma görülmektedir.

%30 özgül üreme hızında üç farklı başlangıç inokulum miktarında da doğrusal artış belirlenmiştir. Maksimum maya kuru maddesine, %30'luk özgül üreme hızında ulaşılabilmektedir. Maya kuru maddesindeki artış trendi 5. saatten sonrada yükselmeye devam edeceği izlenimini vermektedir. %35'lik özgül üreme

hızında ilk 2 saatte çok hızlı bir maya artışı olmasına rağmen, 2. satten sonra, maya miktarındaki artış yavaşlayarak, durma noktasına gelmiştir (Şekil 4.1).

4.2.1.2. Toplam kuru madde miktarı

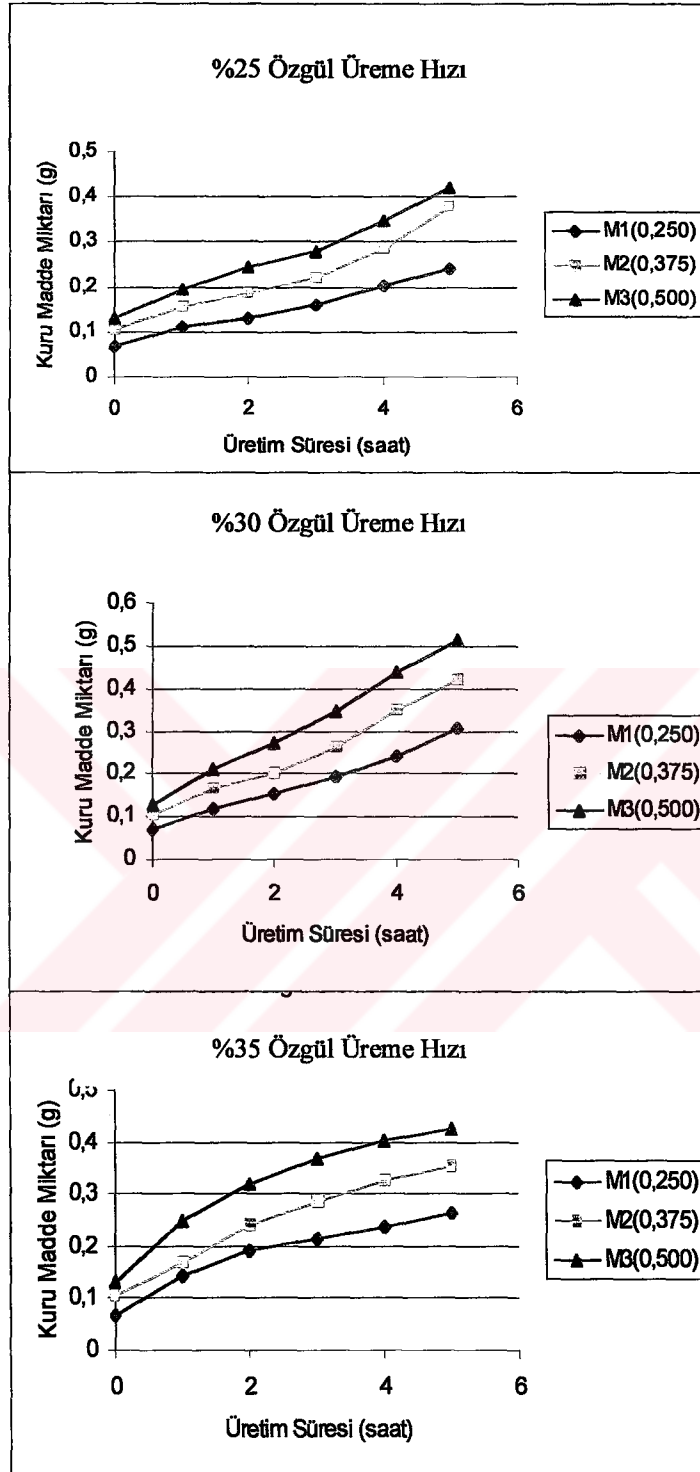
Varyans analiz sonuçlarına göre; özgül üreme hızının, inokulum miktarının ve üretim süresinin, toplam kuru madde üzerine istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.4).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; özgül üreme hızı arttıkça toplam kuru madde miktarı da artış göstermektedir. %30'luk özgül üreme hızından %35'lik özgül üreme hızına geçildiğinde, filtre üzeri kuru maddenin aksine, toplam kuru madde miktarında artış belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Ortama her saat başı ilave edilen melasın, maya tarafından kullanılmayan kısmı filtre altı kuru madde miktarını, kullanılan kısmı da filtre üzeri kuru madde miktarını artırdığından; toplam kuru madde miktarı, ortama besin maddesi ilave edildiği sürece artış göstermektedir.

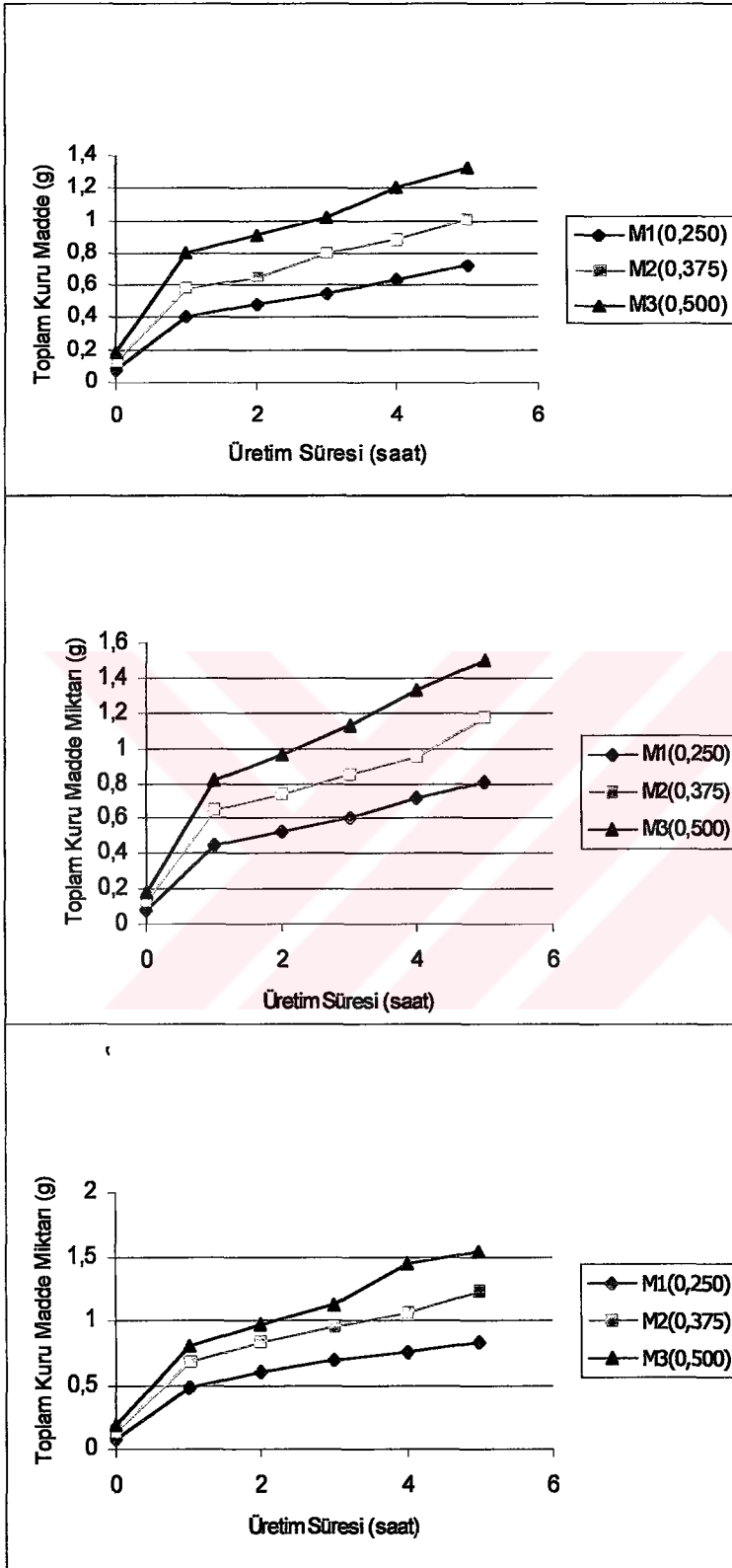
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; inokulum olarak ortama ilave edilen maya miktarı arttıkça; toplam kuru madde miktarları artmaktadır (Çizelge 4.6). Üretim süresinin artması da toplam kuru madde miktarlarının artması üzerine etki etmektedir (Çizelge 4.7).

Varyans analizi sonuçlarına göre, istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunan, toplam kuru madde üzerine etkili **Süre x Özgül üreme hızı x İnokulum miktarı** interaksiyonu Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

Her üç özgül üreme hızında da toplam kuru maddede ilk bir saatlik sürede çok hızlı bir artış, ilerleyen saatlerde daha yavaş doğrusal bir yükseliş göstermiştir. Melas dışındaki diğer besin maddelerinin tamamı başlangıçta ortama ilave edilmekte ve kullanılmayan kısım, mayanın süzülmesi sırasında filtre altına geçerek toplam kuru maddede çok hızlı bir artışa neden olmaktadır. Özgül üreme hızı %25'den %30'a çıkarıldığında önemli bir toplam kuru madde artışı olmuştur. Buna karşılık %35 özgül üreme hızı, toplam kuru maddenin artışında çok etkili bulunmamıştır (Şekil 4.2). Özellikle 0.500g inokulum miktarında ve %35 özgül üreme hızında 4. saat sonunda üremenin tamamıyla baskılandığı, düşük özgül üreme hızında ise artışın devam ettiği gözlenmiştir.



Şekil 4.1. Farklı İnokulum Miktarlarında Filtre Üzeri Kuru Madde Üzerine Etkili “Süre x Özgül Üreme Hızı x İnokulum Miktarı” İnteraksiyonu



Şekil 4.2. Farklı İnokulum Miktarlarında Toplam Kuru Madde Üzerine Etkili “Süre x Özgül Üreme Hızı x İnokulum Miktarı” İnteraksiyonu

4.2.2. Maya üretim performansı

Teorik olarak iki gram şekerden bir gram maya kuru maddesi elde edilmektedir (Canbaş 1995). Bu kritere bağlı olarak, besin ortamına gerekli özgül üreme hızını sağlayacak miktarda şeker ilave edilmiştir. Bu şekerin, maya tarafından, maya kuru maddesine çevrilmesi, maya performansı olarak değerlendirilmiştir. Maya performansı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{Üretim Performansı} = (\text{Maya Kuru Maddesi} \times 100) / (\text{Toplam Verilen Şeker Miktarı})$$

Çizelge 4.8'de farklı özgül üreme hızları, üretim süreleri ve inokulum miktarları için maya performans değerleri verilmiştir. Kullanılan şekerin maya kuru maddesine dönüştürülmesi açısından en yüksek performans değeri %25 ve 30 özgül üreme hızları , 0.250g - 0.375g inokulum değeri ve ilk 4 saatlik üretim süresinde elde edilmiştir.%35 lik özgül üreme hızında 2. saatten sonra performans hızla düşmüştür. Bu durum yoğun besin ortamlarında 2. saatten sonra üretimin hızla inhibe edildiğini göstermektedir.

4.2.2.1. 0.250 gram inokulasyonda maya üretim performansı

Bütün inokulasyonlarda (0.250, 0.375 ve 0.500) farklı özgül üreme hızlarına göre maya performansı incelenmiştir. İlk saatte başlangıçta ortama inokulum olarak ilave edilen mayanın bulunmasından dolayı, her üç özgül üreme hızında da çok yüksek performans değeri saptanmıştır. Bu nedenle birinci saatteki performans değerleri değerlendirmeye alınmamıştır.

%25 özgül üreme hızında saatlik maya performansları incelendiğinde; 2. saat ile 4. saat arasında birbirini çok yakın değerlerle takip eden performansın, 5. saatte azaldığı görülmektedir. Bunun sebebi; 4. saatten sonra maya miktarındaki aşırı artışa bağlı olarak, ortamda biriken metabolitlerin üremeyi olumsuz yönde etkilemesi ya da maya otoliziyle açıklanabilir.

Çizelge 4.8. Farklı Özgül Üreme Hızları, Üretim Süreleri ve İnokulum Miktarlarında Maya Performansı

ÖÜH* Süre (%) (s)	0.250g inokulum			0.375 inokulum			0.500 inokulum			
	Şeker (g)	Maya(KM)	Perf.**	Şeker (g)	Maya(KM)	Perf.	Şeker (g)	Maya(KM)	Perf.	
25	1	0.0438	0.0255	-	0.0657	0.0220	-	0.0875	0.0143	-
	2	0.0547	0.0253	46.26	0.0820	0.0311	37.91	0.1094	0.0485	44.34
	3	0.0686	0.0308	45.07	0.1025	0.0372	36.29	0.1367	0.0485	35.47
	4	0.0854	0.0415	48.57	0.1282	0.0643	50.17	0.1709	0.0559	32.71
	5	0.1068	0.0376	35.20	0.1863	0.0772	41.43	0.2136	0.0767	35.90
	OPD**.*			43.77			41.43			37.11
30	1	0.0525	0.0403	-	0.0919	0.0336	-	0.105	0.0302	-
	2	0.0682	0.0342	50.11	0.1063	0.0339	31.89	0.1365	0.0601	44.03
	3	0.0887	0.0384	43.28	0.1382	0.0630	45.58	0.1774	0.077	43.39
	4	0.1153	0.0502	43.52	0.1797	0.0890	49.53	0.2306	0.0893	38.71
	5	0.1499	0.0618	41.21	0.2336	0.0688	29.45	0.2998	0.0733	24.44
	OPD:			44.53			39.11			37.64
35	1	0.0613	0.0640	-	0.0919	0.0381	-	0.1225	0.0679	-
	2	0.0827	0.0471	56.96	0.1240	0.0706	56.92	0.1654	0.0698	42.21
	3	0.1117	0.0218	19.53	0.2172	0.0438	20.16	0.2234	0.0494	22.13
	4	0.1507	0.0247	16.39	0.2526	0.0429	16.98	0.3014	0.0359	11.91
	5	0.2034	0.0245	12.05	0.3052	0.0248	8.13	0.4069	0.0190	4.67
	OPD:			26.23			25.55			20.23

* ÖÜH: Özgül üreme hızı

** % Performans değeri

*** OPD: Her bir özgül üreme hızı için, Ortalama Performans Değeri.

%30 özgül üreme hızında, 2. saatten sonra, azalan ancak üretim sonunda çok fazla azalmayan bir maya performansı görülmektedir.

%35 özgül üreme hızında ise; maya 2. saatte maksimum üreme performansı (%56.96) göstererek, ortama katılan melas dışındaki karbon kaynaklarını da kullanarak üremektedir. Ancak 2. saatten sonra hızlı bir maya performansı düşüşü görülmektedir. Yüksek özgül üreme hızlarında, maya, başlangıçta çok hızlı üremeye zorlanmakta, ancak ilerleyen saatlerde ortamdaki besin bileşenlerinden birinin tamamen tükenmesi ya da biriken metabolitlerin etkisiyle, üreme performansı düşmektedir.

Her üç özgül üreme hızında beş farklı üretim süresi için ortalama performans değerleri hesaplandığında; %25 ve %30 özgül üreme hızlarında birbirine yakın performans değerlerine (%43.77 ve %44.53) ulaşıldığı görülmektedir. %35'lik özgül üreme hızında ise, yaklaşık iki kata varan maya performansı (%26.23) düşüşü olmuştur(Çizelge 4.8).

Tüm bu denemelere göre; 0.250 g inokulasyon ile maksimum verim için kısa süreli üretim gerçekleştirilecek ise %35'lik özgül üreme hızı, daha uzun süreli üretim yapılacak ise %25 ya da %30'luk özgül üreme hızı tercih edilebilir. Bu nedenle yoğun besin ortamlı sıvı ferment sistemlerinde 1-2 saatlik bir üretim sonucunda, %35 özgül üreme hızı ile yüksek performansın yakalanabildiği anlaşılmaktadır. Yüksek inokulasyon değerlerinde (>0.375 g) performans düşmektedir. 0.250 g inokulasyon ve %35 özgül üreme hızı kombinasyonunun 1. saatinde %100'lük bir performans yakalanabilmektedir

4.2.2.2. 0.375 gram inokulasyonda maya üretim performansı

0.375 gram inokulasyonda, farklı özgül üreme hızlarına göre maya performansı incelendiğinde; özgül üreme hızı arttıkça, maya performansında dikkati çekecek düzeyde azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

%25 özgül üreme hızında; başlangıçta daha düşük (%37.91 ve %36.29) seyreden performansın, 4. saatte maksimuma (%50.17) ulaştığı ve son saatte tekrar düşüş gösterdiği görülmektedir (Çizelge 4.8).

Bu durum 0.375 gram inokulasyonda, başlangıçta üremenin düşük olduğu, ilerleyen saatlerde adaptasyonun artması ile verimin maksimuma ulaşması ve son saat içerisinde, daha önce bahsedilen olumsuz metabolik etkilerden dolayı azalması ile açıklanabilir.

%30 özgül üreme hızında; başlangıçta gözlenen düşük performans bir saat içinde aşıp, 3. saat içinde maya performansını yükseltmekte, son saat içindeki beklenen verim düşüşüne kadar yüksek performansta üremeye devam etmektedir.

%35 özgül üreme hızında; başlangıçtaki düşük performans tamamen ortadan kalkmakta ve maya ortamda bulunan melas dışındaki karbon kaynaklarını da kullanarak beklenenin üzerinde bir performans (%56.92) gerçekleşmektedir. Ancak ilerleyen saatlerde, yüksek özgül üreme hızının olumsuz etkilerinden dolayı düşük performanslarda üremeye devam etmektedir.

0.375 gram inokulasyonda, üç özgül üreme hızında, ortalama maya performans değerleri karşılaştırıldıklarında; %25 özgül üreme hızında maksimum

performans değerinin (%41.43) elde edildiği, özgül üreme hızı arttıkça maya performansının düştüğü söylenebilir.

4.2.2.3. 0.500 gram inokulasyonda maya üretim performansı

0.500 gram inokulasyonda, farklı özgül üreme hızlarına göre maya performansı incelendiğinde; %25 ve %30 özgül üreme hızlarında birbirine benzer maya performans seyri görülmektedir (Çizelge 4.8). Bu iki özgül üreme hızında performans ortalamaları birbirine çok yakın değerler (%37.11 ve %37.64) olup, %35 özgül üreme hızına geçildiğinde performans düşüşü gözlenmektedir (%20.23) (Çizelge 4.8).

0.500 gram inokulasyonda uzun süreli üretimlerde, düşük özgül üreme hızı tercih edilirken, kısa süreli üretimlerde %35 özgül üreme hızı kullanılabilir.

Farklı inokulum miktarlarındaki (0.250, 0.375, 0.500 gram) performans değerlerinin ortalamaları karşılaştırıldıklarında ise; düşük özgül üreme hızında, her üç inokulasyonda da performansın yüksek olduğu belirlenmiştir.

İnokulasyon miktarı arttıkça, üç özgül üreme hızında da performansın düştüğü görülmektedir (Çizelge 4.8).

Her üç inokulasyon miktarında da, uzun süreli üretimlerde, %25 yada %30 özgül üreme hızı; maksimum performansın alınmasında uygun görülmekte, %35 özgül üreme hızı çok daha kısa süreli üretimler için önerilmektedir.

4.2.3. Aerobik fermantasyon kayıpları

Aerobik kuru madde kaybı, aerobik fermantasyon ile kuru maddenin maya tarafından kullanılarak, CO₂ gazı şeklinde ortamdan uzaklaşması şeklinde açıklanabilir. Aerobik fermantasyon maya üretimi sırasında istenmeyen durumların başında gelmektedir (White 1954, Canbaş 1995).

Ortama ilave edilen toplam kuru maddenin, üretim sonucu elde edilen filtre üzeri ve filtre altı kuru madde miktarları toplamından düşük olması, ortamda kuru madde kaybının sözkonusu olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.9. Farklı Özgül Üreme Hızları, Üretim Süreleri ve İnokulum Miktarlarında Aerobik Fermantasyon Kayıpları

ÖÜH Süre (%) (s)	0.250g inokulum			0.375 inokulum			0.500 inokulum			
	Eklenen* KM(g)	Maya ** KM(g)	Fark ***	Eklenen KM(g)	Maya KM(g)	Fark	Eklenen KM(g)	Maya KM(g)	fark	
25	1	0.3296	0.3290	0.0005	0.0490	0.4459	0.0441	0.6533	0.6126	0.0407
	2	0.4119	0.4092	0.0028	0.6125	0.6440	-0.0315	0.8167	0.9039	-0.087
	3	0.5150	0.4860	0.0289	0.7656	0.7252	0.0404	1.0208	1.0192	0.0016
	4	0.6437	0.5423	0.1014	0.9570	0.8825	0.0745	1.2760	1.1996	0.0764
	5	0.8046	0.6308	0.1738	1.1963	1.0107	0.1856	1.5950	1.3184	0.2767
30	1	0.3675	0.3657	0.0018	0.6125	0.5128	0.0997	0.7350	0.6376	0.0974
	2	0.4778	0.5278	-0.0500	0.7442	0.7333	0.01088	0.9555	0.9655	-0.01
	3	0.6211	0.6060	0.0150	0.9674	0.8449	0.1225	1.2421	1.1286	0.1135
	4	0.8074	0.7180	0.089	1.2577	0.9697	0.3080	1.6148	1.3328	0.2819
	5	1.0496	0.8103	0.2393	1.6350	1.1719	0.4631	2.0992	1.5015	0.5977
35	1	0.4083	0.3905	0.0180	0.6125	0.5500	0.0625	0.8167	0.624	0.1963
	2	0.5512	0.6033	-0.0520	0.8268	0.8263	0.0006	1.1025	0.9792	0.1233
	3	0.7442	0.6896	0.0546	1.1163	0.9574	0.1589	1.4884	1.1276	0.3608
	4	1.0046	0.7466	0.2580	1.5069	1.0677	0.4398	2.009	1.4428	0.5666
	5	1.3563	0.8290	0.5272	2.0344	1.2759	0.7585	2.7126	1.5450	1.1676

* Besin ortamına giren toplam kuru madde (melas+katkı+inokulasyon)

** Besin ortamında oluşan toplam maya kuru maddesi (Filtre üzeri+filtre altı)

*** Ortama ilave edilen kuru madde ile oluşan kuru madde arasındaki fark

Aerobik fermantasyon kayıpları besin ortamına ilave edilen toplam kuru maddeden, filtre üzerinde biriken maya kuru maddesi ile filtre altına geçen süzükteki kuru madde miktarlarının toplamı çıkarılarak belirlenmiştir.

Üç farklı inokulasyonda, özgül üreme hızları ve üretim sürelerine bağlı olarak, besin ortamına giren ve besin ortamından ayrılan kuru madde miktarları ile bunlar arasındaki fark Çizelge 4.9'da verilmiştir.

0.250 gram inokulasyonda; %30 ve %35 özgül üreme hızlarında negatif sayılarla ifade edilen kuru madde kayıpları göze çarpmaktadır (Çizelge 4.9). %25 özgül üreme hızında ortama verilen kuru maddenin tamamına yakını kullanılmış ancak, kuru madde kaybı başlamamıştır.

Bu durumda; 2. üretim saati içinde, ortamda bulunan karbon kaynakları, maya kuru maddesinde artış yerine, aerobik fermantasyon yani CO₂ gazı çıkışı yönünde tüketilmiştir. Eklenen kuru madde yetersiz kalmıştır.

0.375 gram inokulasyonda; 2. saatte, %25 özgül üreme hızında, kuru madde kaybı, %35 özgül üreme hızında da kuru maddede tamamına yakınının kullanımı söz konusudur. 0.500 gram inokulasyonunda yine 2. üretim saatinde %25 ve %35 özgül üreme hızlarında kuru madde kaybının olduğu göze çarpmaktadır (Çizelge 4.9).

Genel olarak çizelge incelendiğinde ise; bütün denemelerde üretim süresi arttıkça, ortama verilen kuru madde ile, oluşan maya kuru maddesi arasındaki farkın gittikçe arttığı ve son saatlere yaklaşıldığında ortamda kullanılmayan kuru madde miktarının oldukça fazla olduğu görülmektedir (Çizelge 4.9).

Son saatlerde maya üretim performansının düşmesine (Çizelge 4.8) bağlı olarak, ortamda bulunan kuru madde kullanılmamaktadır. Özellikle %35'lik özgül üreme hızında ikinci saatten sonra ortamdaki besin maddelerinin büyük kısmının maya tarafından kullanılmadığı söylenebilir. Böylece deneme şartlarında 2. Saat dışında aerobik fermentasyona bağlı bir performans düşüklüğünün söz konusu olmadığı anlaşılmaktadır.

4.2.4. Hamur ortamında gaz üretim gücü

Farklı ticari maya miktarları ile elde edilen hamurların, 15'er dakikalık dokuz farklı sürede (0-120 dakika) belirlenen hamur hacimleri Çizelge 4.10'da verilmiş, maya üretimi sonucu elde edilen örneğin gaz üretim gücünde aynı çizelgede gösterilip karşılaştırılmıştır.

Maya, üreme veya fermentasyon ortamında, cüssece genişleyerek, tomurcuklanarak veyahut da bölünüp üreyerek aktivite artışı gösterir (Pamir 1985). Yapılan üretim faaliyeti sonucu elde edilen aktivite artışı tahmin edebilmek üzere Çizelge 4.10 ve Şekil 4'de sonuçları verilen fermentasyon testi gerçekleştirilmiştir.

Ekmek hamurunun toplam fermentasyon süresi olan 120 dakika temel alınarak gaz üretim gücü sonuçları değerlendirilmiştir. %30 özgül üreme hızında 0.5 gram yaş maya inokulum olarak kullanıldığında ve 5 saat üretim süresi uygulandığında elde edilen yaş mayanın gaz üretim gücünün (51 cc) 2 gram yaş mayanın gaz üretim gücüne (52 cc) çok yakın olduğu görülmektedir (Çizelge 4.10).

Bu üretim koşullarında filtre üzeri kuru madde miktarı 0.1298 gramdan 0.5109 grama ulaşarak 3.94 kat artış gösterirken, gaz üretim gücünde de yaklaşık 4 katlık bir artış belirlenmiştir. Bu sonuçlardan mayanın üreme tirendi ile gaz üretimi arasında anlamlı bir paralellik olduğu anlaşılmaktadır.

Toplam kuru madde miktarında 5 saatlik üretim süresinde 8.6 katlık bir artış tespit edilmiştir. Filtre altına geçmiş olan küçük ya da parçalanmış maya hücrelerinin kullanılamamış olması, maya kuru maddesi ve aktivitesi bakımından daha düşük değerlere ulaşılmasına neden olmuştur. Bu kayıplar kontrol edilebildiğinde daha yüksek aktivite değerlerine ulaşılabilir. Filtre altı kayıplar ayrı bir fermentasyon testi ile tespit edilmiş, fakat aşırı proteolitik aktivite ve indirgen özellik sebebiyle ekmek yapımında kullanımı mümkün olmamıştır.

4.2.5. Ekmek pişirme denemeleri

Üretilen mayanın ekmekteki performansını belirlemek amacıyla ekmek pişirme denemeleri yapılmış ve üretilen ekmeğin özelliklerine ait değerler Çizelge 4.11'de, hacim artışına ait grafik Şekil 4.4'de verilmiştir.

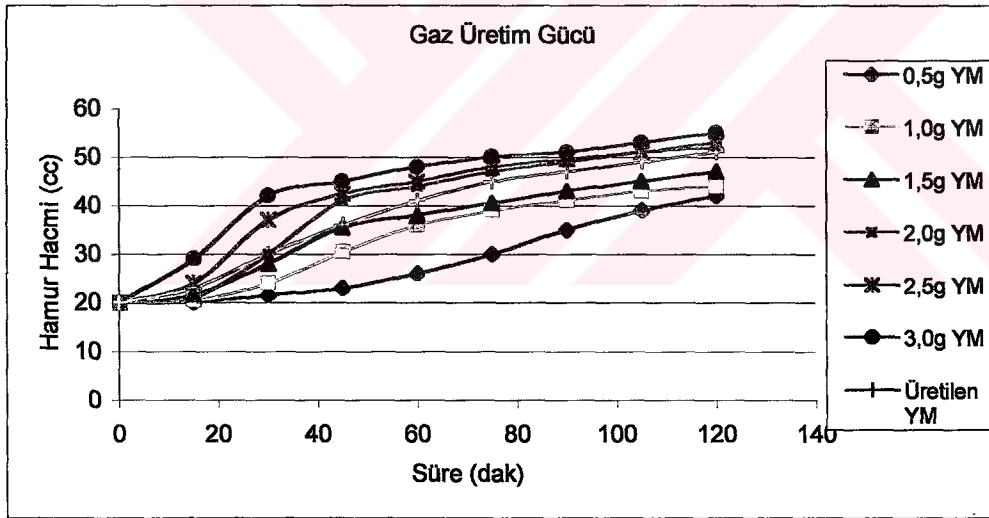
Üretilen maya ile yapılan ekmeğin, hacmi 580 cc ile 2 gram yaş mayadan üretilen ekmek hacmine çok yaklaşmıştır. Spesifik hacim değeri 1.5 ve 2.0 g yaş maya kullanılarak üretilen ekmeklerin spesifik hacimleri arasında kalmıştır (Çizelge 4.12).

Üretilen maya ile yapılan ekmeğin ekmek içi rengi en düşük, kabuk rengi en yüksek puanı alırken, tekstür 2 gram yaş maya ile üretilen ekmek ile aynı puanı almıştır.

Ekmek içi renginin düşük puan alması, ekmek içi renginin koyu renginden kaynaklanmıştır. Melas doğrudan maya üretiminde kullanıldığında, aktivitesi düşük ve koyu renkte maya elde edilmekte (Rose ve Viyayglakshmi 1993) ve bu mayadan üretilen ekmeklerin ekmek içi rengi koyu olmaktadır. Ekmek içi renginin açılması için melastaki renk maddelerinin uzaklaştırılması (Naumenko ve ark. 1989) ve maya üretiminin son aşamasında pH'nın yükseltilmesi gerekmektedir (Canbaş 1995).

Çizelge 4.10. Gaz Üretim Gücü Sonuçları

Hamur da Hacm Artışı (cc)		Hamurda Kullanılan Ticari Yaş Maya Miktarları (g)					
Ferm. Süre(dk)	Üretilen Maya	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
15	23.0	20.0	20.5	21.5	21.0	24.0	29.0
30	30.0	21.5	24.0	28.0	30.0	37.0	42.0
45	36.0	23.0	30.5	35.5	41.0	42.5	45.0
60	41.0	26.0	36.0	38.0	44.0	45.0	48.0
75	45.0	30.0	39.0	40.5	47.0	48.0	50.0
90	47.0	35.0	41.0	43.0	49.0	49.5	51.0
105	49.0	39.0	43.0	45.0	51.0	51.0	53.0
120	51.0	42.0	44.0	47.0	52.0	53.0	55.0



Şekil 4.3. Hamurda Gaz Üretim Gücü Denemeleri

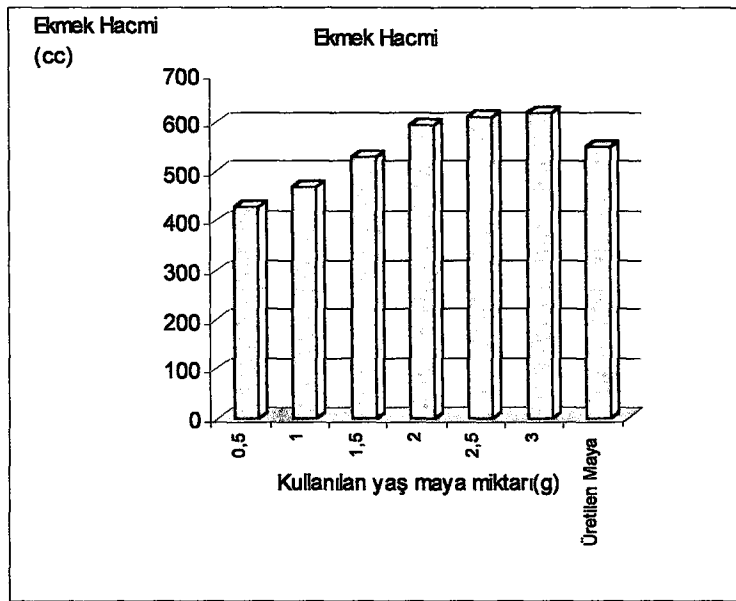
Kabuk renginin yüksek puan alması da melastan kaynaklanmaktadır. Mayada kalan artık şekerin, esmerleşme reaksiyonlarına girmesi sonucu, tüketicilerin çoğunlukla arzu ettiği kabuk rengine ulaşılmıştır.

Diğer taraftan melasta çoğaltılan mayanın sebep olduğu ekmek içi esmerleşmesinin telafi edilemeyeceği, ancak yüksek randımanlı ve çavdar katkılı un ekmeklerinde değerlendirilebileceği ortaya çıkmıştır.

Öte yandan, %35 özgül üreme hızında, üretim süresi uzatılarak maya miktarının ve aktivitesinin artırılmasının mümkün olabileceği üretim çalışmalarında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.11. Ekmek Pişirme Denemelerinin Sonuçları

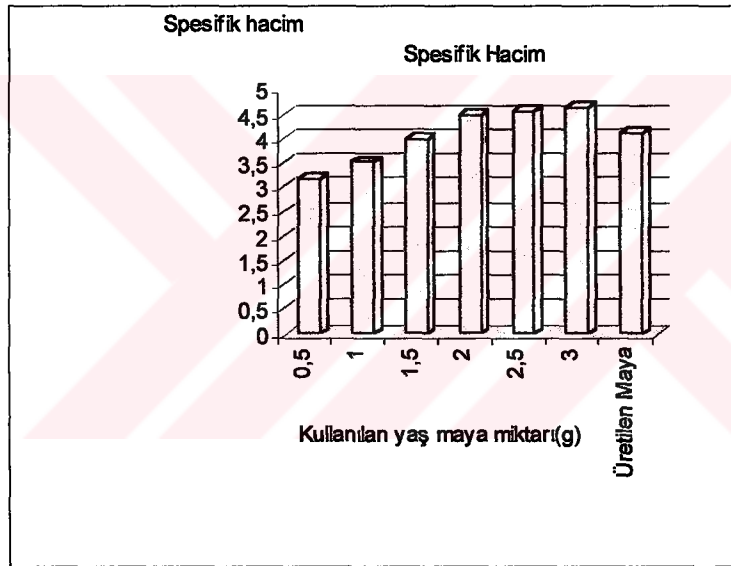
Maya Miktarı (g)	Ekmek Ağırlığı (g)	Ekmek hacmi (cc)	Spesifik Hacim	Tekstür (1-10)	Ekmek İçi Rengi (1-10)	Kabuk Rengi (1-10)
0.5	135.65	430	3.17	5	7	6.5
1.0	133.48	470	3.52	6	8.5	6.5
1.5	132.40	530	4.00	8	8	7
2.0	132.53	595	4.49	8.5	8	8
2.5	133.93	610	4.55	9	9	8
3.0	133.65	620	4.64	10	9	8
Üretilen yaş maya	133.52	580	4.12	8.5	6	10



Şekil 4.4. Pişirilen Ekmeklere Ait Hacim Değerleri

Spesifik hacim, ekmeğin için önemli bir kalite kriteri olup, ekmeğin bayatlaması ile direkt olarak iliŐkildedir (Elgün ve Ertugay 1995).

Üretilen maya ile yapılan ekmeğin spesifik hacim değerinin (4.12), 2 gram maya ile yapılan ekmeğin spesifik hacim değerine (4.49) yaklaŐtıęı belirlenmiştir ( izelge 4.11). Spesifik hacim değeri ekmeğin hacim değerine paralel bir artış göstermiştir.



Şekil 4.5. Pişirilen Ekmeklere Ait Spesifik Hacim Değerleri

4.2.6. Maya üretiminin matematiksel olarak modellenmesi çalışmaları

Üç farklı özgül üreme hızında (%25, %30 ve %35), üç farklı inokulum miktarında (0.250, 0.375 ve 0.500 gram) ve beş farklı üretim süresinde (1, 2, 3, 4 ve 5 saat) üretilen mayanın filtre üzeri kuru madde değerleri, istatistik programda değerlendirilerek iki matematiksel model elde edilmiştir.

Filtre üzeri kuru madde miktarı, doğrudan üremiş olan maya miktarını gösteren bir parametre olduğundan; elde edilen matematiksel model üç değişkene (v, c, t) bağlı olarak maya miktarının tahmininde kullanılabilir.

4.2.6.1. I. Matematiksel model

$$KM = - 0.188 + 0.0521t + 0.00345 v + 0.515 c$$

$$R-sq = \%93.6$$

KM : Filtre üzeri kuru madde miktarı (g)

t : Üretim süresi (saat)

v : Özgül üreme hızı (%)

c : Başlangıç inokulum miktarı (g)

R-sq: Determinasyon katsayısı

I. model özgül üreme hızı, üretim süresi ve başlangıç inokulum miktarına bağlı doğrusal ve basit bir modeldir. Ancak determinasyon katsayısının (%93,6) düşük olmasından dolayı, model kullanılarak hesaplanacak olan filtre üzeri kuru madde miktarı değerlerinde gerçek değerden sapma miktarı yüksek olacaktır. Bu nedenle II. bir model geliştirme yoluna gidilmiştir.

4.2.6.2. II. Matematiksel model

$$KM = - 0.701 + 0.0152 t + 0.0444 v + 0.301 c - 0.00074 t^2 - 0.000711 v^2 - 0.194 c^2 + 0.000112 tv + 0.0992 tc + 0.00370 vc$$

$$R - sq = \%96.9$$

Bu modelin oluşturulmasında da I. modelde kullanılan değişkenler (t, c, v) kullanılmıştır. Determinasyon katsayısı (%96.9) oldukça yüksek bulunmuştur. Kuru madde tahmininde gerçek değere yakınlığı oldukça yüksektir.

Matematiksel modele göre kuru madde miktarı, en fazla başlangıç inokulum miktarına bağlı olarak değişmektedir. Başlangıç inokulum miktarının (c) başındaki katsayının (0.515) diğerlerine göre çok yüksek olması, kuru madde miktarını etkileyen en büyük değişkenin bu olduğunu göstermektedir. Kuru madde miktarı üzerine üretim süresi inokulum miktarına göre on kat daha az (0.0512), özgül üreme hızı ise on beş kat daha az (0.00345) etkili bulunmuştur.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu araştırmada laboratuvar koşullarında melas besin ortamı kullanılarak, maya üretimi başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Ekmek mayasına melastan geçen koyu rengin giderilememesinden dolayı sıvı ferment uygulamalarına geçilememiş, ancak elde edilen maya Türk usulü ekmek yapımında denenerek, mayanın aktivitesi ve ekmek özelliklerine etkisi belirlenmiştir.

Bu çalışma ile melas ortamının beyaz içli ekmek üretiminde likid ferment uygulamaları için, uygun substrat olamayacağı; ekmek renginde sebep olduğu esmerleşme nedeni ile daha farklı substratların kullanılması gerektiği ortaya çıkmıştır.

Bu araştırmada elde edilen teknolojik sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

- Maya üretiminde, maya miktarı üzerine etkili üç faktör (üretim süresi, özgül üreme hızı ve başlangıç inokulum miktarı) denenmiş ve üçünün de oluşan maya miktarı üzerine önemli derecede etkili olduğu belirlenmiştir.

- Başlangıç inokulum miktarı ve üretim süresi, üretilen maya miktarını direkt olarak etkileyip artıran faktörler olarak tespit edilmiştir.

- Maya performansı; düşük inokulasyonlarda ve düşük özgül üreme hızlarında daha yüksek bulunmuştur. Uzun süreli üretimlerde, düşük inokulum miktarları ve uzun süre, kısa süreli üretimlerde ise yüksek inokulum miktarları ve kısa süre tercih edilmelidir.

- Özgül üreme hızı %35'e ulaştığında, maya miktarındaki artışın çok fazla olmadığı, bu nedenle %25 ve %30 özgül üreme hızlarının kullanılması gerektiği belirlenmiştir.

- Anaerobik fermantasyon üç inokulum miktarı ve üç özgül üreme hızında da 2. üretim saatinde gerçekleşmiştir.

- Hamurda maya aktivitesinin ölçülmesi amacıyla geliştirilen gaz üretim gücü (fermantasyon) testi, üretilen mayada kuru madde artışı ve ekmek hacmi testi ile tam bir uyum göstermiştir. Ekmek yapılmadan maya aktivitesinin belirlenebildiği bu test

kolay ve pratik olması nedeni ile bundan sonraki çalışmalar için de referans olabilecek durumdadır.

- Gaz üretim gücü denemelerine göre; üretilen mayanın aktivitesi hamur ortamında yaklaşık olarak 2 gram yaş mayanın aktivitesine eşdeğer bulunmuştur. 0.5 gramlık inokulasyonla 5 saatlik sürede üretilen mayanın yaklaşık olarak 4 katlık artış gösterdiği belirlenmiştir. Dört katlık maya artışı, ekmek maliyetini maya girdisi açısından oldukça azaltacağı, maya üretiminin sıvı ferment kombinasyonu ile birlikte kullanılması durumunda maya maliyetinin daha da düşeceği anlaşılmıştır.

- Ekmek pişirme denemelerinde, üretilen mayadan yapılan ekmek hacmi, 2 gram yaş mayadan yapılan ekmek hacmine eşdeğer olduğu tespit edilmiştir. Spesifik hacim değeri 2 gram yaş mayanın spesifik hacmine yaklaşıırken, ekmek içi rengi düşük puanlanarak olumsuz, kabuk rengi yüksek puanlanarak olumlu sonuç alınmıştır.

- Ekmek içi renginin düşük puan alması; melastan mayaya geçen renk maddelerinden kaynaklanırken, kabuk renginin beğenilerek yüksek puan toplaması; mayada kalan artık şekerin, esmerleşme reaksiyonlarına girerek rengi kırmızılaştırmasından kaynaklandığı söylenebilir.

- Denemeler sonucunda elde edilen değerlerin daha anlamlı hale getirilerek, daha sonraki çalışmalarda maya kuru maddesi tahmininde kullanılabilmesi amacıyla geliştirilen iki matematiksel modelden ikincisinin; yüksek determinasyon katsayısı (%96.9) ile, gerçek kuru madde değerlerine yakın rakamları verebileceği belirlenmiştir.

- Her iki matematiksel modele göre; maya kuru maddesi miktarı en fazla başlangıç inokulum miktarından etkilenmektedir. Bunu sırasıyla, üretim süresi ve özgül üreme hızı izlemektedir.

KAYNAKLAR

- Acar, J., Alper, N., Evren, V. 1997. *Meyve ve Sebze Teknolojisi Kalite Kontrol Laboratuvar Klavuzu*, Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No:38, Ankara.
- Akman, V.A. 1964. *Fermantasyon Mikrobiyolojisi*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 89, Ankara.
- Anonymous, 1967. ICC Standart International Association for Cereal Chemistry, Vienna.
- Anonymous, 1981. *TSE Ekmek Mayası Standardı*. TS 3522. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 1990. *Approved Method of the American Association of Cereal Chemists*, USA.
- Bermell, S., Barber, S. 1979. Liquid ferment for industrial breadmaking, *Revista-de-Agroquimica-y-Technologia-de-Alimentos* 19(4) 495-468
- Beuchat, L.R. 1978. *Food and Beverage Mycology*, 1st ed. Avı, Connecticut.
- Boyacıoğlu, M.H. 1996. Ekmek mayası basit bir hamur kabartıcısı mı?. *Pasta Ekmek Dondurma* 2:39-44
- Bratovanova , P., Zhelyazkova, M., Stoeva, I. 1986. Quality of wheat bread as a function of technological conditions and preferment fermentation time, *Khranitelnopromishlenna-Nauka* 2(4)18-24, 8
- Burrows, S. 1970. *The Yeast*. 1st ed. Academic Pres, London.
- Canbaş, A. 1995. *Ekmek Mayacılığı*, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları. No: 22, Ankara.
- Cole, E.W., Hale, W.S., Pence, J.W. 1963. The effect of proofing and baking on concentrations of organic acids, carbonyl compounds and alcohols in bread doughs prepared from pre-ferments, *Cereal Chemistry* 40:260
- Duitschever, C.L., Buteau, C., Kamel, B.S. 1988. An investigation on the efficiency of antifoaming agents in aerobic fermentation, *Proses Biochemistry* 23(6) 163-165
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F. 1987. *Araştırma ve Deneme Metotları*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 295, Ankara.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Aydın, F., Kotancılar. 1991. Sıvı ferment yöntemiyle ekmek üretiminde laktik kültür katkısının etkisi. *Gıda*. 16(4) 227-232

- Elgün, A., Ertugay, Z. 1995. *Tahıl İşleme Teknolojisi*, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 297, Erzurum.
- Ercan, R. 1997. *Ekmek Mayası*, Gıda Denetçisi Eğitim Materyali, Sağlık Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- Ertugay, Z., Certel, M. 1995. *Biyoteknoloji*, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 135, Erzurum.
- Farbenindustrie, I.G. 1934. Foam Control. German Patent Application, 602,087
- Fraizer, C.W., Westhoff, C.D. 1988. *Food Microbiology*, McGraw-Hill, New York.
- Jenson, I. 1997. Microbiology of fermented foods. *Food Microbiology* McGraw-Hill, New York.
- King, H.L. 1935. Foam Control. U.S.A Patent Application, 2, 0008, 584
- Kulp, K. 1983. Technology of brew systems in bread production, *Bakers Digest* 57(6):20-23
- Kulp, K., Chung, H., Martinez-Anaya, M.A., Doerry, W. 1985. Fermentation of water ferments and bread quality, *Cereal Chemistry* 62(1):55-59
- Ling, R.S., Hosoney, R.C. 1977. Effect of certain nutrients on the gas produced in preferments, *Cereal Chemistry* 54 (3):597-604
- Lund, B., Hansen A., Lewis, M.J. 1989. The influence of dough yield on acidification and production of volatiles in sourdoughs, *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologies* 22: 153
- Lynn, C.C. 1985. New preferment concentrate and process for bakery product, *Baker's Digest* 51 (3): 12-17
- McKinnon, C.M., Gelinas, P., Simard., R.E. 1996. Wine yeast preferment for enhancing bread aroma and flavor, *Cereal Chemistry* 73(1):45-50
- Naumenko, O.N., Romenz, E.O., Golovchenko, V.N., Sukhodol, V.F. 1989. Combined thermal method preparing molasses for fermentation, *Pishhevaya Promyshlennost* 1: 52-53.
- Onodera, M., Nishibari, H., Tanaka, H., Ogasawara, N., Ohkawa, A. 1993. Effects of antifoam agents on cultivation baker's yeast, *Cereal Chemistry* 58 (4):520-530
- Özkaya, H., Kahveci, B. 1990. *Tahıl ve Ürünlerinde Analiz Yöntemleri*, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:14, Ankara.

- Underkofler, A.L., Hickey, R.J. 1954. *Industrial Fermentation*, Chemical Publishing Co., Inc, New York.
- Pamir, H.M. 1978. *Teknik ve Endüstriyel Mikrobiyoloji*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 681, Ankara.
- Pamir, H.M. 1985. *Fermentasyon Mikrobiyolojisi*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:58, Ankara
- Parliment, T.H., Gimenez-Mitsotakis, P.A. 1999. Fermentation flavors for bakery products, European-Patent-Application.
- Peepler, H.J. 1960. *Bakery Technology and Engineering*. Avı.New York,
- Pomeranz, Y. 1988. *Wheat Chemistry and Technology*, AACC. St. Paul, Minnessota, USA.
- Pylar, E.J. 1988. *Baking Science and Technology*, 3rd ed. Sosland Publishing Company, Cansas.
- Rainbow, C., Rose A.H. 1963. *Biochemistry of Industrial Microorganisms*, Academic Press, London.
- Reed. G., Nagodawithava, T.W.1991. *Yeast Technology*, 2nd ed. Won Nostrand-Reinhold, New York.
- Rose, A.H., Vijayalakshmi, G. 1993. *The Yeast*. 2nd ed. Academic Pres, London.
- Skorikova, A.I. 1981. Effect of admixtures of soy meal on the physical properties of dough and gluten, and on the quality of the bread, *Pishchevaya-Promyshlennost-Respublikanskii-Mezhvedomtvennyi-Nauchno-tekhnicheskii-Sbornik*; 27,43-45
- Spicher, G. 1983. *Baked Goods in Biotechnology*, Cereal Chemistiry 70(1):30-66
- Stanbury, P.F., Whitaker, A., Hall, S.J. 1993. *Principles of Fermentation Technology*, 2nd ed. Pergoman.
- Talay, M. 1997. *Ekmek Bilimi ve Teknolojisi*, Ekin Yayıncılık, İstanbul.
- Telefoncu, A. 1995. *Biyoteknoloji*, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları No: 152, İzmir.
- Thompson, R.1980. State of the art- bakery fermentation. *Bakers Digest* 52 (3):28-37
- Trivedi, N.B., Jacobson, G.K., Tesch, W. 1986. Baker's yeast, *Critical Reviews in Biotechnology*, 4:75-100, Edinburg.

Underkofler, A.L., Hickey, R.J. 1954. *Industrial Fermentation*, Chemical Publishing Co., Inc, New York.

White, J. 1954. *Yeast Technology*, 1st ed. John Wiley and Sons.

Wick, E.L., deFigueiredo, M., Wallace, D.H. 1964. The volatile components of white bread prepared by a pre-ferment method, *Cereal Chemistry* 41:300



